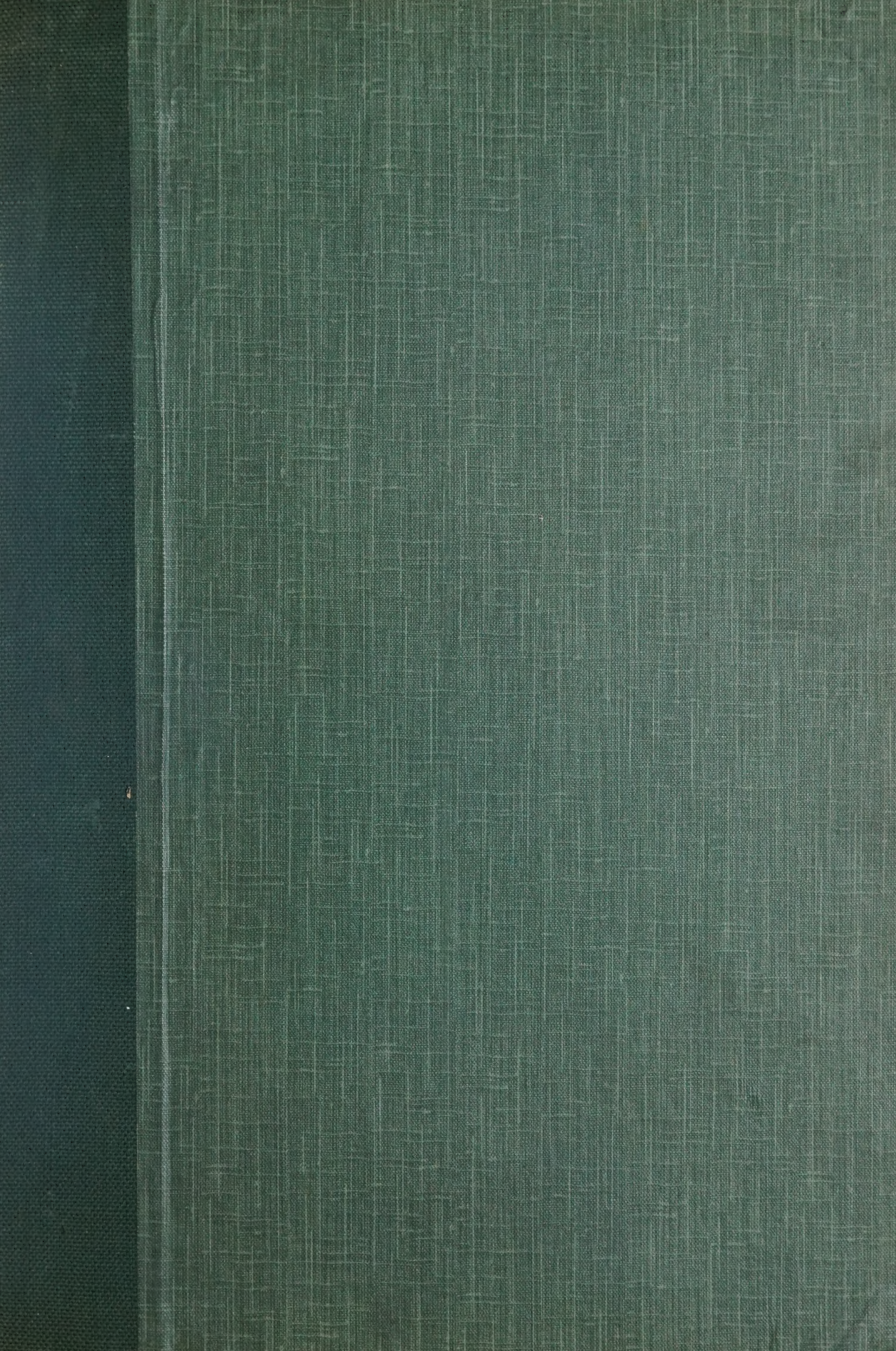


V★D★I

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

BAND 73

DREIUNDSIEBZIGSTER JAHRGANG

ERSTES HALBJAHR

1929

MIT RUND
2300 ABBILDUNGEN IM TEXT
2 TAFELN UND 8 BILDBLÄTTERN

INHALT DER FORSCHUNGSARBEITEN
HEFT 310, 311, 313 BIS 316
AUSZUG AUS DEM INHALT DER VDI-NACHRICHTEN



VDI-VERLAG G.M.B.H. BERLIN NW7

Namenverzeichnis

* = Abbildung im Text; A = Aufsatz; B = Buchbesprechung; Z = Zuschrift oder Berichtigung

Sachverzeichnis

* = Abbildung im Text; A = Aufsatz; B = Buchbesprechung; Z = Zuschrift oder Berichtigung

Tafelverzeichnis

Bildblattverzeichnis

Fachhefte

Inhalt der im ersten Halbjahre 1929 herausgegebenen

Mitteilungen über Forschungsarbeiten

auf dem Gebiete des Ingenieurwesens

Heft 310: *Jakob* und *Erk:* Der Wärmeübergang beim Kondensieren von Heiß- und Sattdampf. *Jakob:* Die Verdampfungswärme des Wassers und das spezifische Volumen von Sattdampf für Temperaturen bis 210 °C.

Der Wärmeübergang beim Kondensieren von Heiß- und Sattdampf: Anlaß und Ziel der Untersuchung. Vorversuche. Endgültiges Meßverfahren. Versuchsanordnung (allgemeine Beschreibung, Überhitzer, Kühleinrichtung, Versuchsrohr). Durchführung der Versuche. Versuchsergebnisse (Einfluß der Temperatur und Geschwindigkeit des Dampfes und der Wandtemperatur, Gütegrad des Wärmeüberganges). Zusammenfassung. — Die Verdampfungswärme des Wassers und das spezifische Volumen von Sattdampf für Temperaturen bis 210° C: Einleitung. Versuchsverfahren. Versuchsanordnung (allgemeine Beschreibung, Siedegefäß, Wasserheizkörper, Dampfentnahme, Wärmeschutzmantel, Kondensgefäße und Druckluftgefäße, Manometer und Verbindungsrohre, Ventile, elektrische Betriebs- und Meßeinrichtungen). Die Versuche (eine Versuchsreihe als Beispiel, Zusammenstellung der wichtigsten gemessenen Werte aller Versuchsreihen). Versuchsergebnisse. Ausgleich der Werte der Verdampfungswärme im Bereich von 30 bis 210° C. Berechnung des spezifischen Volumens des Sattdampfes für 30 bis 210° C. Zusammenfassung.

Heft 311: *Jakob* und *Kretzschmer:* Die Durchflußzahlen von Normaldüsen und Normalstaurändern für Rohrdurchmesser von 100 bis 1000 mm.

Einleitung: Anlaß der Untersuchung, Ziel und Weg der Untersuchung. Gemeinsames über die Vergleichsmessungen an Düsen und Staurändern: Versuchsanordnung (allgemeine Beschreibung, Rohrleitungen, Normaldüsen, Normalstauränder, Manometer und Thermometer); Ausführung der Versuche; Auswertung der Versuche. Bestimmung der Durchflußzahlen von Normaldüsen: Vergleichsmessungen an der Hauptnormaldüse (D_6) und zwei von *akob* und *Erk* untersuchten Normaldüsen (D_5 und D_8); Bestimmung der Durchflußzahl einer Normaldüse (D_9) durch Staurohrmessungen; Abhängigkeit der Durchflußzahl der Hauptnormaldüse (D_6) von der Reynoldsschen Zahl; Bestimmung der Durchflußzahlen von weiteren 7 Normaldüsen; Gesamtergebnis der Messungen an Normaldüsen. Bestimmung der Durchflußzahlen von Normalstaurändern: Vergleichsmessungen an 35 Normalstaurändern; Einfluß der Rohrweite auf die Durchflußzahl der Normalstauränder (Einfluß der relativen Rauhigkeit der Rohrwand auf die Durchflußzahl, von der Rauhigkeit unabhängiger Einfluß der Rohrweite auf die Durchflußzahl); Gesamtergebnis der Messungen an Normalstaurändern. Versuche über den Druckrückgewinn hinter Staurändern: Zweck, Anordnung und Ausführung der Versuche; Zusammenstellung der Versuchsergebnisse; der Druckverlauf hinter dem Staurand; Berechnung des Druckrückgewinnes und Vergleich mit den Meßergebnissen. Zusammenfassung. Verzeichnis der benutzten Literatur.

Heft 313: *Schwarz:* Zugfestigkeit und Härte bei Metallen.

Einleitung. Zusammenhänge: Die Kugeldruckhärte; Härtelinie und Druck-Dehnungslinie; Härtelinie und Zug-Dehnungslinie; Härtezahl und Zugfestigkeit. Versuche: Versuchsstoffe und Versuchsplan; Versuchsausführung; Genauigkeit der Versuche; der Einfluß des kristallinen Aufbaues und der Walzrichtung auf Härte und Zugfestigkeit; Versuchsergebnisse (Kupfer, Reinnickel, Kupferzinklegierungen — Tombak Ms 90, Tombak Ms 85, Messing Ms 62, Messing Ms 60 —, Aluminium und seine Legierungen — Aluminium, Duralumin, Skleron, Silumin —). Praktische Auswertung der Versuche: Verfahren zur Ermittlung der Zugfestigkeit; Zugfestigkeit und Schlaghärte; Verhältnis von Zugfestigkeit zu Härte in höherer Temperatur (Kupfer, Stahl); Zugfestigkeit und Härte bei Stahl; Zugfestigkeit und Härte bei gegossenen Metallen (Stahlguß, Gußeisen, gegossene Metalle). Zusammenfassung.

Heft 314: *Schmidt:* Der indizierte Wirkungsgrad der kompressorlosen Dieselmaschine.

Einleitung: Bestimmung des indizierten Wirkungsgrades von Dieselmotoren; Diskussion der Wirkungsgradformel von *Seiliger;* Die Methode von *Neumann.* Theoretische Grundlagen: Grundlegende Annahmen für den Arbeitsprozeß der vollkommenen Maschine; die daraus abgeleitete Wirkungsgradformel; die Berechnung der Verbrennungstemperaturen unter verschiedenen Annahmen mit Hilfe der chemischen Energie; allgemeine Adiabaten-Gleichung für veränderliche spezifische Wärme nach *Nußelt.* Zahlenmäßige Berechnung des thermischen Wirkungsgrades der verlustlosen Maschine: Entwicklung des Berechnungsganges zur Bestimmung des Wirkungsgrades des Ideal-Prozesses an Hand eines Beispieles mit Annahmen, die Vollast einer gebräuchlichen Motorenausführung entsprechen; Berechnung desselben Beispieles mit der Formel von *Seiliger;* Angaben und Tabellen über 56 weitere berechnete Prozesse; Ermittlung der durch den Höchstdruck bedingten Grenzfälle der Ideal-Prozesse; Berechnung von Gleichraum-Prozessen und Bestimmung des kleinsten möglichen Kompressionsgrades; Diskussion der Gesetzmäßigkeiten bei Änderung des Kompressionsgrades, des Luftüberschusses und Höchstdruckes. Die erforderlichen Korrekturen an den berechneten Wirkungsgraden bei Abweichung von den obengenannten Annahmen: Einfluß der Änderungen des Heizwertes und der Brennstoffzusammensetzung auf den Wirkungsgrad des Ideal-Prozesses; Einfluß der Restgase, der Anfangstemperatur und des Anfangsdruckes. Bestimmung des indizierten Wirkungsgrades η_i aus Versuchsergebnissen: Beispiel für die Anwendung der Tabellen und Diagramme zur Ermittlung von η_i; Bestimmung von η_i für verschiedene Belastungen aus mehreren Versuchen an ausgeführten Maschinen verschiedener Bauart. Zusammenfassung der Ergebnisse. Literaturverzeichnis.

Heft 315: *Christian:* Begrenzung der Leistungssteigerung der schnellaufenden Verbrennungsmaschine durch den Steuervorgang.

Bestimmung der Ventilquerschnitte für Zylinderköpfe von 45 bis 80 mm Dmr.; Beziehungen zwischen Hubraum, Zylinderdurchmesser, Drehzahlgrenze und geometrisch erreichbaren Verdichtungsverhältnissen; Vierventilige Zylinderköpfe; Geometrie der Nockenformen der Ventilsteuerung; Analytische Berechnungsmethoden der auftretenden Beschleunigungen; Zusammenstellung und Kritik einer Reihe von Nockenformen für Zylinder von 45 bis 80 mm Dmr.; Analyse der Kräfte an den Steuerungsorganen; Kritik der zwangläufigen Ventilsteuerungen; Bewegungs- und Querschnittsverhältnisse und Kräftespiel der Burt-Schiebersteuerung; Knight-Steuerung.

Heft 316: *Schnell:* Der indizierte Wirkungsgrad der Gasmaschine. *Hecker:* Der Einfluß des Wärmeüberganges auf den indizierten Wirkungsgrad der Gasmaschine.

Der indizierte Wirkungsgrad der Gasmaschine: Einleitung. Berechnung des theoretischen thermischen Wirkungsgrades: Berücksichtigung der Verschiedenheit der Exponenten r vor und nach der Verbrennung; Entwicklung des Berechnungsganges zur Bestimmung des Wirkungsgrades unter Berücksichtigung der Änderung der spezifischen Wärmen mit der Temperatur und der Verschiedenheit der Gaszusammensetzung und Gaskonstanten vor und nach der Verbrennung; Berechnung des Wirkungsgrades für verschiedene Gaszusammensetzungen, Luftüberschußzahlen und Kompressionsverhältnisse; Einfluß der Restgase; Einfluß der Vorwärmung des angesaugten Frischgas-Luftgemisches. Bestimmung des indizierten Wirkungsgrades an Hand von experimentellen Versuchsergebnissen und Ermittlung des Einflusses der verschiedenen Regulierungsarten und der Änderung des Kompressionsverhältnisses: Einfluß der Drosselung (Drosselregulierung); Einfluß des Mischungsverhältnisses (Mischungsregulierung); Einfluß des Kompressionsverhältnisses. Zusammenfassung. Anhang. Literaturverzeichnis. — Der Einfluß des Wärmeüberganges auf den indizierten Wirkungsgrad der Gasmaschine: Einleitung: Definition des thermischen und indizierten Wirkungsgrades; allgemeiner Gang der Berechnung. Bestimmung des indizierten Wirkungsgrades: Aufstellung einer Differentialgleichung für die Abhängigkeit der Gastemperatur vom Hub; Annahme eines speziellen Falles (Ausrechnung der Konstanten für die Differentialgleichung, Wahl der mittleren Wandtemperatur, die spezifische Wärme c_v); Integration der aufgestellten Differentialgleichung (Beschreibung des Integrationsverfahrens, Berechnung der Kompressionslinie, Berechnung der Verbrennungsendtemperatur, Berechnung der Expansionslinie); Ermittlung des thermischen Wirkungsgrades; Berechnung des thermischen Wirkungsgrades für den Idealprozeß. Einfluß der Veränderung des Luftüberschusses auf den indizierten Wirkungsgrad. Einfluß der endlichen Verbrennungsdauer auf den indizierten Wirkungsgrad. Der indizierte Wirkungsgrad bei konstanter Leistung. Einfluß der Drehzahl auf den indizierten Wirkungsgrad. Einfluß der mittleren Wandtemperatur auf den indizierten Wirkungsgrad. Einfluß der Veränderung der Ansaugeendtemperatur auf den indizierten Wirkungsgrad. Abhängigkeit des indizierten Wirkungsgrades von der Maschinengröße. Vergleich des theoretisch errechneten indizierten Wirkungsgrades mit dem aus dem Versuch bestimmten. Zusammenfassung. Literaturverzeichnis.

VDI-Nachrichten

Aus dem Inhalt des ersten Halbjahres 1929

In Anbetracht der großen Zahl der Beiträge und Mitteilungen in den VDI-Nachrichten kann nachstehend nur ein Teil der Beiträge nachgewiesen werden.

* bedeutet Abbildung im Text. W bedeutet Aufsatz in der Beilage „Wirtschaft".

Graphische Darstellungen in der Beilage „Wirtschaft"

Fachbeilagen

H. S. Hermann G. m. b. H.,
Berlin SW 19

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
Bd. 73 SONNABEND, 5. JANUAR 1929 Nr. 1

Grundsätzliches zur Geschichte der Technik

Von WILHELM OSTWALD, Groß-Bothen

Die Geschichte als Wissenschaft des zeitlichen Geschehens hat den zweiten Hauptsatz der Energetik zur Grundlage, der die zeitliche Einsinnigkeit aller Vorgänge bedingt. Die zeitlichen Grundgeschehnisse sind als gleichförmige, periodische und ablaufende Vorgänge dargestellt: das Leben als Energiefluß, Einzel- und Artgeschichte, die Lebenslinie. — Das Seelenleben in der Zeit zeigt sehr große Abweichungen nach Einzelwesen und Art. — Die Wissenschaft ist Voraussicht für die Zukunft, ihre Geschichte ist Kenntnis des Vergangenen. Die Kenntnis des Vergangenen bezweckt aber die Aufstellung von Gesetzen, die die Kenntnis der Einzelfälle entbehrlich machen. Der zeitliche Aufstieg der Erkenntnisgrenze an der Pyramide der Wissenschaften läßt sich verfolgen. In den noch nicht von der Wissenschaft durchdrungenen Gebieten werden die Forderungen des Tages nur ungenügend erledigt. — Keine Scholastik, sondern Sachwissenschaft. Gegenüber der Geschichte der Geisteswissenschaften steht die Geschichte der Technik als Geschichte der Energieerfassung und -gestaltung, als die Verwirklichungsgeschichte des energetischen Imperativs. — Geschichtliche Sondergesetze in der Technik stellen z. B. dar: Funktionsteilung und Organbildung sowie die Abscheidung entbehrlicher Organe.

Stellung der Geschichte der Technik

Während das Verhältnis der andern Hilfswissenschaften der Technologie zu dieser grundsätzlich längst geregelt ist und höchstens über das Ausmaß des Erforderlichen an Mathematik, Geometrie, Physik und Chemie Meinungsverschiedenheiten bestehen, hat die Geschichte der Technik bisher keine derartige unumstrittene Stellung gewinnen können. Oft fehlt sie ganz im Lehrplan, und wo sie vorhanden ist, spielt sie eine wunderlich unsichere Rolle. Man ist theoretisch bereit, ihre Wichtigkeit anzuerkennen, praktisch aber gewährt man ihr keinen mitbestimmenden Einfluß auf den regelmäßigen Unterricht der werdenden Techniker. Es ist dies offenbar ein Ausdruck der Erfahrung, daß es bisher keinen erkennbaren Unterschied in der Leistungsfähigkeit des Technikers ergeben hat, ob er über geschichtliche Kenntnisse in seinem Fach verfügt oder nicht. In solcher Beziehung stehen übrigens die technischen Wissenschaften nicht vereinzelt da. Auch bei den Mathematikern, Physikern, Chemikern, Medizinern sind geschichtliche Kenntnisse ihres Faches nur ausnahmsweise anzutreffen, ohne daß sich dieser Mangel in verminderten Leistungen der Betreffenden erkennen ließe. Und ob die weitgehenden Anforderungen an geschichtliche Fachkenntnisse, die man den Philosophen gegenüber zu erheben pflegt, die schöpferischen Leistungen in diesem Fach mehr gefördert oder mehr behindert hat, darf zumindest als eine unentschiedene Frage angesehen werden, wenn man sie nicht wie der Verfasser im zweiten Sinne beantwortet.

Es liegen hier somit Fragen grundsätzlicher Art vor, die heute noch als ungelöst angesehen werden, während ihre Lösung doch maßgebend die Bedeutung der Geschichte für die einzelnen Lehrgebiete bestimmt. Da von Seiten der „Geisteswissenschaften" eine eindringende Untersuchung nicht zu erhoffen ist, da hier der absolute Wert aller geschichtlichen Forschung nicht in Frage gestellt, sondern als Grundlage der ganzen Arbeit vorausgesetzt wird, so müssen die Angehörigen jener andern Fächer ihren Standpunkt selbständig zu finden und zu begründen suchen.

Ich bin darauf gefaßt, daß die nachfolgenden Ergebnisse von den Historikern mit Entrüstung abgelehnt werden, auf Grund des Urteils: mir fehle der „historische Sinn". Ich meinerseits halte den historischen Sinn für eine Art kultureller Kinderkrankheit und empfinde die Befreiung von ihm als eine geistige Gesundung.

Die Geschichte als Zeitwissenschaft

Grundsätzlich beruht der Begriff der Geschichte auf der Tatsache, daß die Dinge sich als veränderlich in der Zeit erweisen. Da nun alle Wissenschaft mit der Kenntnis und Sammlung vorhandener und gewesener Tatsachen beginnt und über diese zur Ermittlung gesetzlicher Beziehungen zwischen ihnen fortschreitet, so muß auch die Geschichte als Wissenschaft diese Stufen zurücklegen.

Wir fragen uns daher in erster Linie nach dem Inhalt der Geschichte, d. h. nach jenen besonderen Dingen, an denen sich die zeitliche Veränderlichkeit betätigt. Da ergibt sich zunächst, daß so ziemlich alle Dinge sich in der Zeit ändern. Nur die allgemeinsten Tatsachen der Ordnungswissenschaft und der Mathematik — wie etwa, daß die Winkelsumme jedes n-Ecks gleich $2n-4$ rechte Winkel ist — sind, soviel wir wissen, von der Zeit unabhängig. Aber die neue Relativitätslehre verbindet schon die Gesamtheit der physikalischen Tatsachen als untrennbar mit dem Zeitbegriff, und dasselbe gilt in immer auffallenderer Weise von den höheren Wissenschaften Chemie, Physiologie, Psychologie und Soziologie. Alle diese Fächer bis in ihre letzten Unterteilungen haben somit ihr geschichtliches Kapitel. Hierunter ist keineswegs die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnisse dieser Wissenschaften anzusehen; denn diese gehört in die Kulturgeschichte und mit dieser in die Soziologie. Vielmehr handelt es sich um die Veränderungen, welche die physikalischen, chemischen, biologischen Gebilde selbst im Laufe der Zeit erfahren.

In solchem Sinne kann von der Geschichte als einer Wissenschaft für sich offenbar nicht die Rede sein. Vielmehr besitzen alle Wissenschaften von der Physik aufwärts ihr geschichtliches, d. h. zeitwissenschaftliches Kapitel, und dieses wird um so umfangreicher und bedeutender, je höher man in der Pyramide der Wissenschaften aufsteigt.

Anorganische Geschichte

In diesem strengen Sinne finden wir den ersten Komplex geschichtlicher Kenntnisse in dem Kapitel, das man die Entwicklungsgeschichte der Materie zu nennen

pflegt. Die Einzeltatsachen hierzu liefert hauptsächlich die Astronomie, die allgemeinen Grundlagen liefert die Energetik und physikalische Chemie. Diese Wissenschaft ist sehr jung und daher noch vielfach hypothetisch. Die zeitlichen Maßstäbe, die hier in Frage kommen, sind außerordentlich groß.

Das Material für die historische Chemie liefert hauptsächlich die Untersuchung der Erdrinde, da uns Stoffe der Himmelskörper nur in sehr geringem Maße (Meteoriten) zugänglich sind. Die entsprechende Wissenschaft heißt daher Geschichte der Erde.

Der zweite Hauptsatz

Das Grundgesetz des zeitlichen Geschehens im Gebiete der Energetik wird durch deren zweiten Hauptsatz festgelegt, nach welchem die Energie sich nur von höherer Spannung zu niedrigerer umwandeln kann und nicht umgekehrt. Hierdurch erhalten alle energetischen Geschehnisse, d. h. alle Geschehnisse, von denen wir überhaupt etwas erfahren können, eine bestimmte Einsinnigkeit in der Zeit, die man als früher oder später unterscheidet. Im übrigen dienen die einfachsten astronomischen Geschehnisse, insbesondere die Bewegungen der Erde um ihre Achse und um die Sonne, als Maß der Zeit, wobei man voraussetzt, daß übereinstimmende Teile der Bewegung, je ein Umlauf, sich in gleichen Zeiten vollziehen. Diese Bewegungen sind praktisch frei von Energiezerstreuung, liegen also außerhalb des zweiten Hauptsatzes.

Die zeitlichen Grundgeschehnisse

Der grundwichtige zeitliche und damit geschichtliche Unterschied zwischen leblosen und lebenden Dingen läßt sich am klarsten energetisch erfassen. Die leblosen Dinge nähern sich sämtlich dem ruhenden Gleichgewicht, d. h. einem dauernden Zustande der Unveränderlichkeit, und zwar im allgemeinen nach einem Exponentialgesetz, nach welchem gleiche Bruchteile der vorhandenen Energiespannungen (s. w. u.) in gleichen Zeiten verlorengehen. Daraus folgt, daß der Vorgang der Annäherung an den dauernden Ruhestand um so langsamer verläuft, je mehr sich das Gebilde dem Ruhezustande bereits genähert hat. Zu seiner Vollendung ist also, theoretisch gesprochen, unendlich lange Zeit erforderlich.

Die in der Wirklichkeit angetroffenen, höchst mannigfaltigen Verläufe kommen dadurch zustande, daß der zeitliche Maßstab des Geschehens durch vielfältige Beeinflussungen in den weitesten Grenzen geändert werden kann, und daß vorübergehend die Spannung oder das Potential einer der im Gebilde vorhandenen Energien gesteigert werden kann. Die Gesamtrechnung ergibt aber immer einen Abfall der Spannung, und somit ist der Differentialquotient $\mathrm{d}\,p/\mathrm{d}\,t$ (p = Spannung, t = Zeit) immer negativ. Dies gilt für alles Geschehen, auch das organische.

Vergegenwärtigen wir uns die grundlegenden Zeiterscheinungen, so haben wir zunächst den gleichförmigen Vorgang, wo der Gegenstand in gleichen Zeiten gleiche Strecken zurücklegt. Bekanntlich ist dies die Urerscheinung der Mechanik, entsprechend der Voraussetzung, daß ein mit Bewegungsenergie behafteter Körper keine Kraftwirkung, d. h. keine Vermehrung oder Verminderung dieser Energie erfährt. Alsdann ist die Bewegung endlos; sie enthält in sich keine Ursache der Änderung oder des Aufhörens. Messen wir die Geschwindigkeit auf der Ordinate, die Zeit auf der Abszisse ab, so stellt Abb. 1 diesen Vorgang dar, der auch umgekehrt dazu dient, die Zeit an der Bewegung zu messen.

Der zweite Grundfall entsteht, wenn die Bewegungsenergie periodisch teilweise in andre Formen übergeht, die sich restlos in Bewegungsenergie zurückverwandeln. Die Geschwindigkeit nimmt dann periodisch ab und zu, und das zugehörige Abbild ist eine Wellenlinie, Abb. 2, die gleichfalls endlos ist, solange die Voraussetzung der restlosen Rückverwandlung zutrifft. Bei den Planetenbewegungen um die Sonne ist diese Voraussetzung so nahe erfüllt, daß die zu erwartenden Abweichungen sich kaum von den sehr geringen Beobachtungsfehlern sondern lassen. Im einfachsten Fall ist die Wellenlinie eine Sinuskurve. Ein bekannter mathematischer Lehrsatz besagt, daß m… jede beliebige Wellenlinie als Summe von Sinuskurven d… stellen kann, deren Längen sich umgekehrt verhalten … die ganzen Zahlen.

Die vorstehend beschriebenen beiden Fälle entsprec… der Voraussetzung, daß keine Zerstreuung der Energie st… findet. Unter den auf der Erde bekannten Vorgängen g… es keinen, der dieser Voraussetzung entspricht: Zerstr… ung ist immer vorhanden, und der zweite Hauptsatz … Energetik macht sich im Sinn einer Entwertung oder Z… streuung der vorhandenen Energien geltend.

Man unterscheidet daher zweckmäßig nach *Helmh…* freie und gebundene Energie; die erste ist der umwa… lungsfähige Anteil, die zweite der entwertete oder ruhe… Für Vorgänge aller Art kommt also nur die freie Ener… in Frage, die zuletzt in gebundene übergeht. Der Antr… der Vorgänge erfolgt gemäß einer besonderen Eigensch…t, die jeder Energie nach ihrer Art zukommt und allgem… Spannung genannt werden soll. Für Wärme ist es … Temperatur, für Elektrizität die elektromotorische Kr… für Volumenergie der Druck usw.

Im einfachsten Fall erfolgt die Zerstreuung der En… gie zeitlich im Verhältnis der jeweils noch vorhanden… Spannung. Da diese beständig abnimmt, so nimmt a… die Geschwindigkeit der Zerstreuung gleichermaßen ab, … daß der Vorgang asymptotisch ins Unendliche verläu… Abb. 3. Der Temperaturausgleich zwischen ungleich w… men Körpern ist ein Beispiel hierfür.

Diese einfachste Gestaltung des Vorgangs kann m… cherlei Abwandlungen erfahren. Die auffälligste tritt e… wenn durch den Vorgang ein Umstand entwickelt wi…

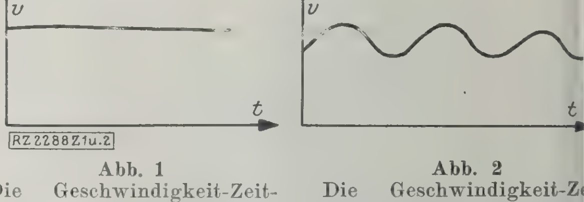


Abb. 1 Die Geschwindigkeit-Zeit-Linie der gleichförmigen Bewegung.

Abb. 2 Die Geschwindigkeit-Ze… Linie der periodischen … wegung.

der die Geschwindigkeit erhöht. Alsdann beginnt die… mit einer mäßigen oder kleinen Geschwindigkeit und … schleunigt sich selbst bis zu einem Höchstwert. Zu… Schluß muß aber jedenfalls die Geschwindigkeit der U… wandlung wieder abnehmen, weil die freie Energie si… erschöpft. Der Gesamtverlauf wird durch Abb. 4 d… gestellt. Eine Feuersbrunst, bei der das Feuer sich dur… die Temperaturerhöhung der brennbaren Umgebung v… stärkt, einen Höchstwert erreicht, zuletzt aber notwen… absinkt, mag als bekanntes Beispiel dienen. In der Ch… mie entspricht diesem Vorgang die Autokatalyse, bei … durch den Vorgang selbst ein Beschleuniger erzeugt wi… In der Soziologie haben wir Volksaufregungen aller A… die diesen Verlauf zeigen. Bei ihrer Beurteilung wi… vielfach der Fehler gemacht, daß man den zweiten T… des Vorganges nicht voraussieht.

Das Leben und die Zeit

Während bei den anorganischen Wissenschaften … zeitlich bedingten Geschehnisse hinter den zeitlosen, od… von uns wegen des unverhältnismäßigen Maßstabes a… zeitlos angesehenen Verhältnissen wenig zur Geltung ko… men, treten sie in den biologischen Wissenschaften ga… und gar in den Vordergrund. Jedes Lebewesen hat ei… zeitlich begrenzte Dauer, und zwar ist diese überall ve… gleichbar mit der des beobachtenden Menschen. Währe… dieser Lebensdauer erfährt das Wesen gesetzlich geor… nete Veränderungen, indem es sich meist aus einem ei… zelligen Keim zu einem vielzelligen, mit mannigfaltig… Organen ausgestatteten Gebilde entwickelt, das nach Übe… schreitung seiner Lebenshöhe seine Funktionen vermi… dert, bis schließlich das fließende Gleichgewicht d… für das Leben kennzeichnend ist, an irgendeiner Stelle g… stört wird, worauf der Tod eintritt. So hat jedes Leb…

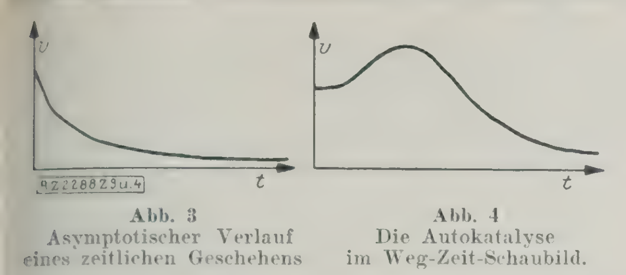


Abb. 3
Asymptotischer Verlauf eines zeitlichen Geschehens

Abb. 4
Die Autokatalyse im Weg-Zeit-Schaubild.

wesen zunächst seine persönliche Geschichte, die bei Wesen gleicher Art weitgehend übereinstimmend, d. h. gesetzlich, abläuft, wobei Raum bleibt für persönliche Abweichungen, die insbesondere durch die Beschaffenheit der Umwelt bedingt werden. Auch diese lassen sich oft gesetzlich erfassen.

Neben dieser Einzelgeschichte ist noch eine Artgeschichte der Lebewesen zu erforschen. Wiewohl die von gegebenen Eltern erzeugten Kinder in der Hauptsache den Eltern gleich sind, zeigt doch jedes Wesen erkennbare Abweichungen vom Mittelwert. Dieser kann für kürzere Zeiten als unveränderlich angesehen werden. Für längere erweist er sich aber auch veränderlich, und so gibt es neben der Einzelgeschichte des Wesens noch eine Artgeschichte jenes Mittelwertes. Unter den „natürlichen", d. h. nicht vom Menschen beeinflußten Verhältnissen brauchen die Artveränderungen sehr lange Zeiten, so lange, daß sie bis zum letzten Drittel des neunzehnten Jahrhunderts unter dem Einfluß alter, unwissenschaftlicher Vorstellungen geleugnet wurden. Jetzt werden sie allgemein anerkannt. Durch den Einfluß des Menschen kann die Artveränderlichkeit außerordentlich beschleunigt und in bestimmte Richtungen geleitet werden, so daß heute die Schaffung neuer Arten mit bestimmten Eigenschaften bei Pflanzen wie bei Tieren eine ebenso wichtige wie erfolgreiche technisch-wissenschaftliche Aufgabe geworden ist. Somit haben wir in der Physiologie Einzel- und Artgeschichte zu unterscheiden, von denen jede ihren eigenen Gesetzen unterliegt. Auch von der einen zur anderen bestehen gesetzliche Beziehungen.

Das organische Geschehen ist, wie erwähnt, dadurch gekennzeichnet, daß es vorübergehend zu fließenden Gleichgewichten, vielmehr zu Annäherungen an solche, führt, während das anorganische Geschehen eine allgemeine Annäherung an das ruhende oder vollkommene Gleichgewicht darstellt. Doch gibt es immerhin fließende Gleichgewichte auch im Anorganischen.

Fließendes Gleichgewicht schreiben wir einem Gebilde zu, welches einen konstanten Energieinhalt dadurch wahrt, daß es dauernd Energie höherer Spannung aufnimmt und sie mit niedrigerer Spannung im gleichen Betrag ausscheidet, so daß sein eigner Energiebestand nach Art und Spannung erhalten bleibt. Es sei alsbald betont, daß ein solcher Zustand nur vorübergehend und annähernd vom Lebewesen erreicht wird. Genauer unterscheidet man drei Perioden: Jugend, Reife, Alter. In der Jugend wird mehr Energie aufgenommen, als abgegeben: das Wesen wächst. Während der Reife halten sich Aufnahme und Abgabe annähernd die Waage; im Alter überwiegt die Abgabe, bis der Schwellenwert erreicht ist, bei dem eine weitere Verwertung der Energie versagt: das Lebewesen stirbt.

Das fließende Gleichgewicht hat gegenüber dem ruhenden den großen technischen Vorteil, daß es eintretende Störungen zum Verschwinden bringen kann, was beim ruhenden, abgesehen von einigen Ausnahmen, nicht der Fall ist. Dies zeigt sich schon bei den fließenden Gleichgewichten im Anorganischen. Eine Kerzenflamme ist z. B. ein Gebilde fließenden Gleichgewichts; denn ihre dauernde Form entsteht dadurch, daß am Docht beständig neue Mengen brennbarer Gase entstehen, die sich nach oben bewegen und folgeweise verbrannt werden. Hieraus ergibt sich die kegelförmige Gestalt der Flamme. Hat man diese Gestalt gewaltsam verändert, etwa durch Luftströme, hineingehaltene feste Körper und dergl., so stellt sie sich doch freiwillig wieder her, sobald die Störung aufgehört hat. Ein Gebilde ruhenden Gleichgewichts behält dagegen eine daran bewirkte Entstaltung dauernd bei, wie z. B. eine Glasplatte einen Sprung, ein Marmorblock die Gestalt, die ihm der Künstler aufgezwungen hat. Jene besondere Beschaffenheit der Gebilde fließenden Gleichgewichts ist von größter Bedeutung für die Erhaltung des Lebens in einem Wesen, das Schädigungen erfahren hat; denn deren Folgen können nach dem Aufhören der schädigenden Ursache mehr oder weniger vollständig vom Lebewesen beseitigt werden.

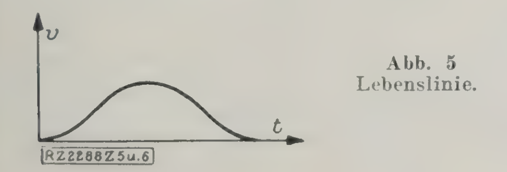


Abb. 5
Lebenslinie.

Die Lebenslinie

Während also die Kennlinie des anorganischen Geschehens in der Zeit in ihrem ganzen Verlauf bezüglich der freien Energie abfällt, ist die Kennlinie der Lebewesen, die Lebenslinie, von der in Abb. 5 dargestellten Form, mit einem Höchstwert und zwei Wendepunkten vor und nach diesem. Die Enden laufen nicht eigentlich asymptotisch aus. Denn jedes Lebewesen beginnt als zwar sehr kleine, aber doch meßbare große Zelle und endet nicht durch volle Erschöpfung aller Energieverwertungsmöglichkeiten, sondern bereits durch Versagen eines der vielen lebenswichtigen Organe.

Wie man sieht, hat die Lebenslinie eine Gestalt, die den autokatalytischen Vorgängen im Anorganischen, Abb. 4, entspricht. Die Übereinstimmung ist nicht zufällig und deutet auf wichtige Analogien des Lebens hin, auf die hier nicht eingegangen werden kann.

Gleichheit bei Lebewesen

Durch den unaufhörlichen inneren Wechsel der Elemente, der das fließende Gleichgewicht und damit die Lebewesen kennzeichnet, erfährt der biologische Begriff der Gleichheit eine Erweichung gegenüber dem physikalischen, der sich auf das ruhende Gleichgewicht gründet. Während z. B. ein sorgfältig behandelter Maßstab zwar nicht im allerstrengsten Sinne sich gleich bleibt, wohl aber innerhalb einer sehr engen Schwelle, die ihm seine praktische Brauchbarkeit sichert, sind die zeitlichen Verschiedenheiten an „demselben" Einzelwesen, sowie die individuellen innerhalb der „gleichen" Art so groß, daß sie sich auch dem flüchtigen Beobachter aufdrängen. Schon *Leibniz* hat betont, daß nie zwei Blätter desselben Baumes einander physikalisch gleich sind. Noch weniger sind es Eltern und Kinder, oder Geschwister untereinander.

Daß aber biologische Gleichheit durch die aufeinanderfolgenden Geschlechter besteht und z. B. die Größen der Tausende von gleichzeitigen Nachkommen eines Fisches nicht in weitesten Grenzen um einen Mittelwert schwanken, wie etwa die gleichzeitigen Geschwindigkeiten der Molekeln eines Gases, beruht auf der Vererbung. Die Zelle, aus der sich jedes Lebewesen entwickelt, stammt aus der Substanz der Eltern und überträgt deren Eigenschaften vermöge ihrer chemischen Sonderbeschaffenheit in einer Weise, deren Einzelheiten noch zu erforschen sind.

Die eben umrissenen zeitlichen oder geschichtlichen Lebensgesetze gelten zunächst für alle einzelnen Lebewesen, wobei sie sich für jede Art und Umwelt in gehöriger Weise spezialisieren. Durch Abstammung von ähnlichen Eltern und Erzeugung ähnlicher Kinder erscheint aber jedes Einzelwesen auch als Bestandteil eines allgemeineren Begriffes, der Art. Auch für diese scheinen ähnliche Gesetze zu gelten, denen zufolge eine gegebene Art Jugend, Reife und Alter durchzumachen pflegt. Doch ist hier die Forschung noch zu jung und die Schwierigkeit der exakten Beobachtung zufolge der langen Zeiträume solchen Geschehens zu groß, als daß man hier von sicher nachgewiesenen Gesetzen reden könnte. Ganz parallel werden wohl diese denen der Individualphysiologie gegenüber nicht verlaufen; ins-

besondere scheint es möglich zu sein, daß die Arten mehrere Reifezustände (mit dazwischen liegenden Senkungen) im Laufe der Zeit erleben, was bei Einzelwesen im allgemeinen nicht vorkommt. Ebenso ist es zweifelhaft, ob der Tod der Art notwendig ist.

Das Seelenleben in der Zeit

Wir wenden uns nun zur Psychologie und ihren zeitlichen Gesetzen. Im allgemeinen stimmen sowohl die persönlichen Entwicklungslinien wie die der Arten bezüglich des Seelenlebens überein mit denen der physiologischen Funktionen überhaupt, zum Zeichen ihrer grundsätzlichen Wesensgleichheit.

Als Besonderheit erscheint hier aber die viel größere Veränderlichkeit bei verschiedenen Einzelwesen derselben Art wie, davon abhängig, die entsprechend größere zeitliche Aufstiegmöglichkeit der Art selbst. Daß die Menschen sich zu Herren der Erde gemacht haben, beruht in erster Linie auf der weiten Veränderlichkeit ihres Gehirns und seiner Tätigkeiten, welche eine schnelle Anpassung an neue Verhältnisse ermöglicht, die mehr und mehr vom Menschen selbst zu seinem Nutzen umgebildet oder geschaffen werden. Hieraus entsteht eine sehr stark betonte Einsinnigkeit im zeitlichen Aufbau der psychischen Tätigkeiten. Während Knochengerüst, Muskelbau und Sinnesorgane des Menschen seit Jahrtausenden nur sehr geringe Änderungen erfahren haben, läßt sich in derselben Zeit ein ungeheurer Aufstieg seiner geistigen Fähigkeiten nachweisen.

Die Veränderlichkeit in diesem Gebiet macht sich darin geltend, daß nur einzelne Völker diesen geistigen Aufstieg zeigen. Andre sind dagegen ohne wesentliche Änderung in dem ehemaligen Zustand verblieben. Ebenso zeigen die Angehörigen desselben Volkes und derselben Zeit bei den hochgestiegenen Völkern sehr große geistige Verschiedenheiten, und es ist eine wichtige Aufgabe, diese nach Möglichkeit zu vermindern.

Von den hierhergehörigen Zeitwissenschaften hat sich die der einzelnen geistigen Entwicklung durch Jugend, Reife und Alter noch nicht deutlich von der allgemeinen Psychologie losgelöst, die ihrerseits zur Zeit noch um die Klarstellung ihrer Grundbegriffe ringt; denn sie hat es noch nicht zu einer anerkannten Ordnung gebracht, wie die vorher erörterten allgemeineren Wissenschaften. Dasselbe gilt in noch verstärktem Maße von den oberhalb der Psychologie liegenden sozialen Wissenschaften. Auch die Zeitwissenschaft der geistigen Artentwicklung harrt noch ihrer Gestaltung. Sie wird sie voraussichtlich von oben her, nämlich von der Sozialwissenschaft aus, erhalten, da für diese Vorgänge die gemeinsame Betätigung verbundener Menschengruppen von entscheidender Wichtigkeit war und ist.

Die Geschichte der Wissenschaft

Bevor wir uns zu den sozialen Wissenschaften, der obersten Schicht an der Pyramide der Wissenschaften, Abb. 6, wenden, haben wir den zeitlichen Vorgang der Gestaltung der Wissenschaft im allgemeinen vorher zu betrachten. Alle Wissenschaft beginnt als Technik und als Kunst. Technik insofern, als es sich um die Lösung konkreter Aufgaben handelt, und Kunst, als das entsprechende Können zunächst bezüglich der nötigen körperlichen und geistigen Handlungen unterbewußt arbeitet. Der allgemeine Vorgang dabei ist der folgende:

Die allererste Erfahrung, die zur Wissenschaft führt, ist die, daß gewisse Erlebnisse wiederholbar sind. Daß sich der Durst durch Trinken, der Hunger durch Essen stillen läßt, weiß jedes Tier auch ohne entsprechende Begriffbildung. Die Wiederholbarkeit ermöglicht das Voraussehen, das der maßgebende Zweck aller Wissenschaft ist. Das heißt: bevor ein künftiges (angestrebtes oder befürchtetes) Ereignis eingetreten ist, läßt sich sein Kommen auf Grund gewisser andrer Geschehnisse erwarten, welche erfahrungsmäßig jenem vorausgehen, während es umgekehrt als deren „Folge" erscheint. Diese Folge ist zunächst rein zeitlich gemeint; der Nebenbegriff ursächlicher Bedingtheit, den wir mit dem Wort Folge zu verbinden pflegen, ist ein viel späterer Zusatz.

Die ungeheure biologische Bedeutun welche der Voraussicht künftiger Ereignisse für die G staltung und Erhaltung des Lebens zukommt, sichert d Wissenschaft eine zentrale Stellung in der ganzen g stigen Ausstattung und Entwicklung der Menschheit. S liefert anderseits den Maßstab dafür, was Wissensch im eigentlichen Sinne ist. Denn auch noch im zwa zigsten Jahrhundert, dem künftig vielleicht der Ehre name des wissenschaftlichen wird erteilt werden könne besteht eine große Unklarheit darüber, daß nicht all Wissen auf den Namen Wissenschaft Anspruch erheb kann, sondern nur ein solches, welches Voraussicht u Voraussagung künftigen Geschehens ermöglicht.

Solche Voraussage geschieht mit Hilfe der Gesetz Alle Gesetze des äußeren wie inneren Erlebens hab die Gestalt: wenn A vorhanden ist, so ist B zu e warten, wobei für eine ideal vollendete Wissenscha unter A jedes Erlebnis ohne Ausnahme wird verstand werden können. Unsere gegenwärtige unvollkomme Wissenschaft muß ihre Aussagen auf gewisse Grupp von Gegebenheiten A beschränken; ihr Fortschritt beste darin, daß man einerseits immer mehr Gegebenheiten g setzlich erfassen und mit Voraussagen bedenken kann u anderseits deren Reichweite beständig zunimmt.

Wir sind hier an einen kritischen Punkt der Unte suchung angelangt, der für die Beurteilung der ganze Angelegenheit entscheidend ist. Die Geschicht hat gemäß ihrem bisherigen Begriff mit der Vergan genheit zu tun, die Wissenschaft mit der Zu kunft. Ist das nicht ein Gegensatz, der die Ei beziehung der Geschichte in den Kreis nicht nur de vorhandenen, sondern auch der künftigen Wissenschafte ausschließt?

In der Tat gibt es nur eine Wendung, durch welch diese Konsequenz vermieden werden kann. Wenn näm lich die Kenntnis des Vergangenen uns di Voraussicht der Zukunft ermöglicht, und nu

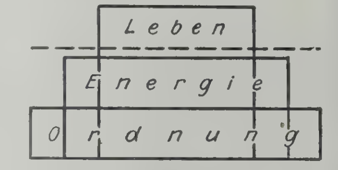


Abb. 6
Die Pyramide
der Wissenschaften.

insofern dies geschieht, hat die Geschichte Anspruc darauf, als Wissenschaft, genauer als Hilfsmittel de Wissenschaft, anerkannt zu werden. Mit andern Worten Geschichte ist nur soweit Wissenschaft, als sie das Ge schehene gesetzlich erfassen kann. Eine Geschichte, di keine Gesetze kennt oder gar deren Möglichkeit leugnet verzichtet auf Wissenschaftlichkeit.

Wem dies umstürzend oder gar falsch erscheint, de denke nur an bekannte einfachere Verhältnisse. Die ge schichtliche Kenntnis von Tag und Stunde frühere Sonnenfinsternisse ist sicherlich keine Wissenschaft solange sie sich auf die genaue Angabe beschränkt, wan und wie sie „eigentlich gewesen" sind. Wenn aber di Lehre von den astronomischen Bewegungen von Sonne Mond und Erde gemäß dem Gesetz vom Produkt de Massen und umgekehrten Quadrat der Entfernungen es ermöglicht, künftige Sonnenfinsternisse mit Hilfe de Konstanten abzuleiten, zu deren Bestimmung die Kenntnis der vorangegangenen dient, erlangt diese Kenntnis eine sehr erhebliche wissenschaftliche Bedeutung, allerdings um sie nach Ermittlung der Konstanten weiterhin ganz zu verlieren. Wir brauchen dann die geschichtlichen Nachrichten nicht mehr aufzubewahren, weil sie in der errechneten Formel enthalten sind. Noch eindringlicher wird diese allgemeine Wahrheit in Fällen, wo man die in Frage stehende gesetzliche Erscheinung willkürlich hervorrufen kann.

Aus seinen Briefen wissen wir, daß *Heinrich Hertz* an einem gewissen Tage in Karlsruhe zum ersten Male die Fernwirkung elektrischer Wellen durch das Fünkchen in seinem Empfänger nachgewiesen hat. Die Tatsache selbst ist von höchster Bedeutung; denn ohne

sie wäre die märchenhafte Entwicklung der drahtlosen Telegraphie nicht eingetreten. Nachdem *Hertz* aber die Erscheinung zum ersten Male hervorgerufen hatte, sah er sich in der Lage, sie zu jeder beliebigen Zeit und an jedem beliebigen Orte von neuem zu erzeugen; jene erste Beobachtung ist dadurch zeitlos geworden, ihr Zeitpunkt hat für die sachliche Entwicklung der Angelegenheit keine Bedeutung mehr. Daß er daneben eine gewisse Bedeutung für das Verständnis der Persönlichkeit des Entdeckers hat, gehört nicht in die Physik, sondern in ein anderes Kapitel, nämlich die Individualpsychologie.

Diese Betrachtungen erläutern ein ganz allgemeines Gesetz der Wissenschaftsentwicklung. Zuerst sind natürlich die zusammengehörigen Einzeltatsachen zu sammeln, solange sie noch nicht durch ein Gesetz zusammengefaßt werden. Ist dies geschehen und damit der Zweck der Sammlung erreicht, so wird sie überflüssig und kann fortgeräumt werden. Solange die Botanik eine „beschreibende“ Wissenschaft war, bestrebte sich jede Universität, einen möglichst großen und gut besetzten botanischen Garten zu besitzen. Seitdem wir gelernt haben, kausale und energetische Fragen an die Pflanzen zu stellen, um entsprechende Gesetze zu entwickeln, ist dieses Bedürfnis geschwunden und der Pflanzenphysiologe, der an die Stelle des früheren Systematikers getreten ist, kann seinen Bedarf an Pflanzen in einem mäßig großen Glashause beherbergen, wie mir seinerzeit der ausgezeichnete Botaniker *Wilhelm Pfeffer* erklärt hat. Ebenso sieht der wissenschaftliche Zoologe mit verlegenem Lächeln die Sammlung ausgestopfter Tiere an, die er von seinen Vorvorgängern im Amt ererbt hat und verflucht die zwecklose Plackerei, die ihm deren Erhaltung auferlegt, wenn ihm auch meist noch der Mut fehlt, ihre Abschaffung zuständigen Ortes zu beantragen. Aber einer seiner Nachfolger wird es tun.

Allgemein gesprochen bewirkt der Fortschritt der Wissenschaft nicht nur eine Vermehrung ihres gedanklichen Umfanges und Inhalts, sondern ermöglicht gleichzeitig eine zuweilen sehr große Verminderung des äußeren Apparates. Was für ein Einzelbeispiel auf ein allgemeines Gesetz zurückgeführt wurde, ist entbehrlich geworden und kann vernichtet, anderweit verbraucht oder doch an einen Ort gebracht werden, wo es nicht im Wege steht.

Diese Entwicklung ist überall um so weiter vorgeschritten, je einfacher die Wissenschaft ist oder je niedriger ihre Schicht in der Pyramide der Wissenschaften liegt. So ist z. B. die Mathematik bereits ganz symbolisch geworden und bedarf überhaupt nicht mehr konkreter Gegenstände, um die Gesetze der Größen auszudrücken. Bei der Geometrie vollzieht sich der gleiche Vorgang, doch kann sie für verwickeltere Gebilde der Anschauung noch nicht entbehren. Von den energetischen Wissenschaften, die eben in voller Entwicklung stehen, ist die Mechanik weitgehend symbolisiert und von den Objekten unabhängig gemacht. Weniger ist dies bei der Physik der Fall und am wenigsten bei der Chemie, obwohl ich selbst schon vor 20 Jahren versucht habe, eine „Chemie ohne Stoffe“ lehrbuchmäßig darzustellen. Die höheren Wissenschaften: Physiologie, Psychologie und Soziologie, haften noch am einzelnen Objekt. und zwar um so mehr, je höher sie in der Pyramide liegen.

Der zeitliche Aufstieg der Wissenschaften

In der Pyramide der Wissenschaften folgen auf die energetischen Gebiete die biologischen: Physiologie, Psychologie und Soziologie oder Kulturwissenschaft, mit der Spitze Geniologie oder Lehre von den ausgezeichneten Menschen.

Die zeitliche Entwicklung der Wissenschaften folgt in der Hauptsache dem gleichen Aufstieg. Zur Zeit sind die Ordnungswissenschaften (Logik, Mathematik, Geometrie, Phoronomie) in der Hauptsache bewältigt, wenn auch noch hie und da erhebliche Lücken auszufüllen blieben. Die Hauptarbeit unserer Zeit liegt im Gebiet der energetischen Wissenschaften. denn die praktischen Wunder der Gegenwart, wie Rundfunk, Flugwesen, Stickstoffbindung usw. beruhen auf physikalischen und chemischen Gesetzen mit starker Bevorzugung der ersten.

Die Physiologie als unterste Lebenswissenschaft befindet sich zufolge der großen Schwierigkeiten ihrer Probleme noch in den Anfängen. Sie mußte auf die Entwicklung der physikalischen Chemie warten, deren Gesetze eine unentbehrliche Voraussetzung zum Verständnis der Lebenserscheinungen sind. Von den höheren Wissenschaften kann deshalb zur Zeit im Sinne wissenschaftlicher Bewältigung um so weniger erwartet werden, je höher sie in der Pyramide stehen. Das schließt natürlich nicht aus, daß einzelne Gesetzmäßigkeiten auch in diesen Gebieten von Forschern entdeckt worden sind, die ihrer Zeit erheblich voraus waren oder sind.

Dies gilt vor allen Dingen von den soziologischen oder Kulturwissenschaften, unter denen sich die sogenannten Geisteswissenschaften befinden, die sich auf die verschiedenen Bestandteile der Kultur: Sprache, Kunst, Verfassung, Recht, Wirtschaft, Verkehr usw. beziehen. Hier fehlt es überall nicht nur objektiv an allgemeinen Gesetzen, sondern meist auch subjektiv an dem Willen, solche zu entdecken. Vielmehr wird eine nicht geringe Energiemenge darauf verwendet, das Eindringen der „naturwissenschaftlichen Denkweise“, die eben durch das Aufsuchen von Gesetzen gekennzeichnet ist, nach Möglichkeit zu verhindern.

Ein welthistorischer Widerspruch

Die Entstehung dieser eigentümlichen Einstellung ist durch einen unvermeidlichen Konflikt bedingt, der zwischen den unabweislichen Forderungen des Tages und dem Jahrtausende beanspruchenden Entwicklungsgang der Wissenschaft besteht. Ohne Verfassung kann kein Volk leben, Recht muß täglich gesprochen werden, damit die Gesellschaft überhaupt zusammen bleiben kann. Ebenso verhält es sich mit allen anderen unaufschiebbaren praktischen Notwendigkeiten für das persönliche Dasein, wie Gesundheit, Nahrung usw., die sämtlich nicht warten können, bis die zuständige Wissenschaft so weit entwickelt ist, um diese Notwendigkeiten in vollkommenster Form, mit bestem Güteverhältnis zu befriedigen.

Es hat sich deshalb in allen Gebieten eine durch die unmittelbare Notwendigkeit erzwungene unwissenschaftliche Art herausgebildet, solche Dinge einstweilen zu erledigen. Da sie zu den wichtigsten und einflußreichsten für unser persönliches und Gemeinschaftsleben gehören, müssen wir alle schwer unter den Unzulänglichkeiten leiden, die diesen noch nicht durch die Wissenschaft gesicherten vorläufigen Entscheidungen anhaften, deren Quellen meist in sonst überwundenen abergläubischen Vorstellungen weit zurückliegender Zeiten zu suchen sind. An Stelle der wissenschaftlichen Begründung ist das Herkommen und die Gewohnheit maßgebend, und an die Stelle der wissenschaftlichen Erkenntnis tritt die „Überzeugung“, d. h. der Glaube, der jede sachliche Prüfung unter starker Gefühlserregung ablehnt.

Die bisherige Geschichte

Dies sind nun auch die Gebiete, in denen sich die Geschichte, im gebräuchlichen Sinn, angesiedelt hat. Da sie von der vernunftmäßigen Wissenschaft noch nicht erfaßt ist, so muß sich ihre Tätigkeit notwendig auf die Sammlung des Stoffes und die kritische Prüfung seiner Überlieferung beschränken. Und da noch kein Urteil möglich erscheint, was wichtig und was entbehrlich ist, so bleibt nichts übrig, als alles zu sammeln. Dies ist nun wieder eine unmögliche Aufgabe, und der innere Widerspruch kann nicht anders als niederdrückend auf den Betrieb der bisherigen Historik wirken, wenn auch diese Stimmung sich nach außen nicht anders geltend macht, als in steter Kriegsbereitschaft gegen abweichende Meinungen.

Die Technik

Nach diesen ausgedehnten aber zur Zeit noch ganz unentbehrlichen Vorbereitungen sind wir in den Stand gesetzt. die Frage nach der Geschichte der Technik zu untersuchen. Als Grundlage für die Antwort muß zunächst ermittelt werden, an welche Stelle in der Pyramide der Wissenschaft die Technik zu setzen ist.

Es wurde bereits hervorgehoben, daß alle Wissenschaft auf der Technik, d. h. der Bewältigung der Lebensnotwendigkeiten beruht. Hier beginnt das Aufstellen von Regeln und Gesetzen, die den Erfolg der technischen Tätigkeiten voraussehen lassen, und dies führt zum Aufsuchen weiterer Gesetze, auch über die unmittelbare Notwendigkeit hinaus, was für die Wissenschaft kennzeichnend ist. Dieser Vorgang dauert so lange, wie die Menschheit besteht, und erfaßt täglich immer weitere Gebiete. Insofern hat jede Wissenschaft ihren technischen Anteil. Dieser hat gewöhnlich besondere Formen angenommen, da er mit Rücksicht auf die praktischen Zwecke im Sinn einer möglichst schnellen und wirksamen Erledigung der vorliegenden Aufgaben ausgestaltet wird, meist unter Verzicht auf die letzte Genauigkeit, auf die es praktisch nicht ankommt. Daneben pflegt jeder Technik noch ein rein empirischer Teil anzuhaften, der von der Wissenschaft noch nicht erfaßt ist, sei es, daß diese über die erforderlichen Gesetze noch nicht verfügt, oder daß die Angelegenheit überhaupt noch nicht zum Gegenstand einer wissenschaftlichen Untersuchung gemacht worden ist. Dieser Teil wird schnell kleiner, da in unserer Zeit der Wert wissenschaftlicher Forschung von den führenden Technikern voll erkannt und die entsprechende Arbeit weitgehend organisiert ist.

Neben diesen wissenschaftlichen Teilen findet sich aber in aller Technik noch ein gemeinsamer Bestandteil, nämlich der soziale, insbesondere wirtschaftliche Teil. Gemäß dem allgemeinen Gesetz, daß stets alle unteren Wissenschaften den darüberliegenden als Hilfswissenschaften zu dienen haben, nicht aber umgekehrt, werden wir also jene einzelwissenschaftlichen Teile als Hilfswissenschaften zu beurteilen haben und die Wissenschaft von Technik oder die Technologie den sozialen Wissenschaften zuordnen müssen. Sie gelangen hierdurch in die unmittelbare Nachbarschaft der „Geisteswissenschaften", welche vermutlich nicht wenig verwundert darüber sein werden, nachdem sie sich unter dem irreführenden Einfluß *Platons* seit zweieinhalb Jahrtausenden daran gewöhnt hatten, auf alle Technik verächtlich herabzusehen und ihr eigenes Können auf die Rede oder Schrift zu beschränken.

Die Wanderung der Grenzfläche

Da es sich hier um eine kulturgeschichtliche Tatsache von größter Wichtigkeit handelt, wird es erlaubt sein, sie noch weiter an der Abbildung 6 zu veranschaulichen. Stellt diese die Pyramide der Wissenschaften dar mit den Hauptschichten der Wissenschaften von der Ordnung (Logik, Mathematik, Geometrie, Phoronomie), der Energie (Mechanik, Physik, Chemie) und dem Leben (Physiologie, Psychologie, Soziologie), so ist die Grenzfläche, welche die wissenschaftlich erfaßten Gebiete von denen trennt, die sich noch im vorwissenschaftlichen Zustande befinden, langsam von unten nach oben aufgestiegen. Bei den Griechen lag sie zwischen der untersten und der mittleren Schicht: die Ordnungswissenschaften waren einigermaßen erforscht, von den energetischen Wissenschaften war die Mechanik eben in Arbeit genommen. Dort setzte dann nach einer Pause von rund eineinhalb Jahrtausenden die Forschung wieder ein, indem sie zunächst die Mechanik bewältigte und dann durch die Physik zur Chemie aufstieg, die mit dem Beginn des neunzehnten Jahrhunderts in ihre wissenschaftliche Periode eintrat. Den Anfang der Physiologie kann man etwa in die Mitte dieses Jahrhunderts verlegen, die Psychologie an den Anfang des zwanzigsten und die Soziologie liegt zu unsrer Zeit noch in den schwersten wissenschaftlichen Geburtswehen. An dieser Stelle, also ungefähr zwischen Physiologie und Psychologie, liegt gegenwärtig die Trennungsfläche, welche die wissenschaftlichen Gebiete von den vorwissenschaftlichen scheidet. Zu den letzteren gehört mit der Soziologie das ganze Gebiet der Geisteswissenschaften.

Es sei nochmals besonders hervorgehoben, daß diese Grenzfläche niemals scharf war oder ist. Einerseits ist ja niemals die Wissenschaft irgendeines Gebietes vollständig und diese Unvollständigkeit ist unregelmäßig verteilt, als Folge vereinzelter Umstände, welche die Entwicklung einseitig beeinflußt haben. Anderseits sendet d Wissenschaft beständig Ausläufer nach den noch nic besiedelten Gebieten aus, die anfangs unabhängig vonei ander weitabliegende Punkte erreichen und erst viel späte nachdem die Wissenschaft in breiter Front nachgerüc ist, miteinander in Verbindung treten. Aber im groß und ganzen läßt sich der Ort der Grenzfläche wohl b stimmen, und ihr regelmäßiger Aufstieg in der Pyrami ist eine der wenigen Gesetzmäßigkeiten, welche sich der Kulturgeschichte nachweisen lassen.

Unter den Kulturdisziplinen erweist sich die Tec nologie am bereitwilligsten, sich zu einer Wissenscha im eigentlichen Sinne umzugestalten. Dies liegt zunäch daran, daß sie sich im engsten Zusammenhange mit de Naturwissenschaften entwickelt hat (die ja ihrerseits a technischen Bedürfnissen der Menschheit ihren Ausgan genommen haben) und dadurch in ihre exaktwissenschaf liche Richtung gelenkt worden ist. Sodann ist die Tec nologie eine sehr junge Disziplin und daher in hohe Maß umbildungsfähig. Die Forschungen über die Un gestaltung der Pflanzengeschlechter durch Kreuzung un Auslese haben ergeben, daß junge Arten sich verhältni mäßig leicht in einem gewollten Sinn umformen lasse Alte Arten dagegen, die einen seit Jahrtausenden unve änderlich gebliebenen Charakter aufweisen, wahren diese auf das hartnäckigste und wissen sich lange mit Erfol allen Beeinflussungsversuchen einer neuen Umwelt z widersetzen. Eher gehen sie zugrunde. Ganz dasselt beobachten wir bei den Kulturwissenschaften. Die älteste sind die Theologie und die Jurisprudenz. Beide leisten d kräftigsten Widerstände gegen alle Bemühungen, sie z entwickeln, und zwar die Theologie noch stärker als d Jurisprudenz, weil sie von beiden die ältere ist. Die Tech nologie dagegen als die jüngste ist am meisten bereit un fähig, sich im wissenschaftlichen Sinne zu gestalten.

Ein Beispiel

Wir sind nun in der Lage, das Verhältnis der Ge schichte zu den soziologischen Fächern zu übersehen Weil diese sich der Hauptsache nach noch im vorwissen schaftlichen Zustande befinden, muß sich ihre Tätigke fast ausschließlich auf das Sammeln, Prüfen und Ordne des Stoffes beschränken. Tatsächlich ist dies kennzeich nend für alle „Geisteswissenschaften". Ein belehrende Beispiel liegt bei der Sprachkunde vor, wo weitsichtig Köpfe von *Leibniz* bis *Nietzsche* längst die Notwendigke konstruktiver oder schaffender Arbeit um die Herstellun einer von logischen und technischen Fehlern freie künstlichen internationalen Hilfssprache eingesehen un ausgesprochen haben. Inzwischen ist sogar dieser Forde rung durch die Aufstellung solcher Sprachen von rech befriedigender Beschaffenheit Genüge geschehen. Di ganze Angelegenheit hat aber nirgends eifrigere und ent schiedenere Feinde, nicht nur Gegner, gefunden, als be den Fachphilologen, mit ganz wenigen rühmlichen Aus nahmen. So tief hat sich bei ihnen im Unterbewußtsein die Vorstellung verankert, die Philologie müßte sich aus schließlich auf das frühere, höchstens auf das vorhanden Sprachmaterial beschränken und dürfe durchaus nich über die Grenze in die Zukunft hinausgehen, daß ihne ein anderes Verhalten wie eine Versündigung am Geis und Wesen der Philologie erscheint.

Einen Wissensbetrieb nur um des Wissens wille heißt Scholastik. Die wissenschaftliche Unfruchtbarkei des Mittelalters beruhte darauf, daß es Scholastik triel nicht Wissenschaft. Der entscheidende Unterschie zwischen beiden ist die Einstellung auf das Vergangen bei der Scholastik, auf das Kommende bei der Wissenschaf

Die Geschichte bei den Geisteswissenschaften

Die Stellung oberhalb der wissenschaftlichen Grenz fläche bringt es also mit sich, daß im ganzen Bereiche de „Geisteswissenschaften" die Geschichte im Sinne de Sammelns von Stoff aus früherer Zeit eine so vor wiegende Rolle spielt, daß sie zuzeiten die ganze Diszi plin überdeckt. So erklärten in der zweiten Hälfte de neunzehnten Jahrhunderts die Fachphilosophen die Zei für unfähig, neue philosophische Systeme zu schaffer (eine andere Art, diese Wissenschaft zu fördern, wa

hnen nicht bekannt) und sie verlangten, daß in der Philosophie die Gesamtarbeit auf die Erforschung ihrer Geschichte gerichtet werde. Und von den Juristen wurde ebenso der Beruf der Zeit zur Gesetzgebung in Frage und die geschichtliche Forschung als einzig mögliche Aufgabe in den Vordergrund gestellt. Unter Kunstwissenschaft wird noch heute ganz vorwiegend Kunstgeschichte verstanden, die über das Sammeln und Ordnen nur hinausgeht, um sich im Nebel ästhetischen Geredes zu verlieren. Beispielsweise scheint die so einfache und leicht festzustellende Tatsache, daß die ganze ägyptische, griechische und römische Ornamentik nur die zwei- und vierzählige Ordnung ihrer Drehlinge kennt, während die drei-, fünf- und mehrzählige nur im nahen und fernen Osten vorkommen, diesen „Forschern“ bisher entgangen zu sein, obwohl sie auf die psychologischen Gesetze, welche die Entwicklung der Kunst regeln und somit auch in ihre Zukunft Einblicke gestattet, ein sehr aufklärendes Licht wirft.

Ein Ausnahmefall

Wie stellt sich nun die Geschichte der Technik und die von ihr nicht trennbare Geschichte der Wissenschaft zu diesen Verhältnissen ein? Zunächst muß zugegeben werden, daß sie sich bisher zu einem großen Teil im gleichen Zustande der Kindheit befunden hat wie bei den andern sozialen Wissenschaften. Dieser wird durch das Sammeln von Material ohne besondere Kritik seines Wertes gekennzeichnet; dabei werden „Curiosa“ sichtlich bevorzugt. Noch heute kann man diese Einstellung oft an Büchern sowie an Sammlungen erkennen.

Die nächst höhere Stufe ist die entwicklungsgeschichtliche. Hier wird das Zusammengehörige so neben einandergestellt, daß man die zeitliche Folge der entsprechenden Gebilde überschauen kann. Der Gedanke, der die Reihen zusammenfaßt, ist in der technischen Aufgabe enthalten, die mit verschiedenen Mitteln gelöst wird. Der Aufstieg in der Zeit wird durch die beständig wachsende Verbesserung der Lösung gekennzeichnet. Diese aber läßt sich durchgehend energetisch auffassen und definieren: die bessere Lösung, welche die ältere, geringere ersetzt und verdrängt, ermöglicht den gleichen Zweck mit einem geringeren Aufwand von Energie zu erreichen. Der energetische Imperativ: vergeude keine Energie, verwerte und veredle sie! — darf also als allgemeines Leitwort der Technik angesprochen werden, und die Entwicklungsgeschichte der Technik ist die Verwirklichungsgeschichte des energetischen Imperativs.

Die Erfassung der Energiemengen

Neben dieser Entwicklungslinie läßt sich noch eine zweite erkennen, welche mit der ersten insofern verwandt ist, als sie sich gleichfalls als ein Energieproblem darstellt. Und zwar als ein in gewissem Sinne einfacheres, nämlich die Erfassung immer größerer Energiemengen für menschliche Zwecke. Da man aber die ungeheuren Energiemengen, welche die Erde beständig von der Sonne empfängt, und von denen nur der kleinste Teil unter die Herrschaft des Menschen gebracht werden kann, als vergeudet im menschlichen Sinne bezeichnen kann, so liegt auch diese Aufgabe zuletzt im Gebiet des energetischen Imperativs. Die Kulturentwicklung jedes Volkes und gegenwärtig der Menschheit zeigt ihre großen Stufen in dieser zunehmenden Herrschaft über die Energie. Der primitive Mensch verfügt nur über die Energie seiner eigenen Muskeln, und es war schon ein großer Fortschritt, als er lernte, diese Muskelenergie über den Bereich seiner Arme hinaus zu bringen. Zuerst mit Hilfe eines Stabes, oder einer Keule, sodann durch Bewegungsenergie (Wurfspeer, Pfeil) auch in größere Fernen ohne materielle Verbindung. Die erste fremde Energie, über welche er verfügte, war die anderer Menschen, die er beherrschte: Weiber, Kinder, Sklaven, denn andere Energiearten für seine Zwecke zu lenken war ihm noch zu schwierig. Dann lernte er die Muskelenergie größerer Tiere zu verwerten, die er zähmte, d. h. in gewissem Sinne vermenschlichte. Dies war der Kulturzustand, in welchem sich Ägypten, Griechenland und Rom im Altertum befand; er beruhte ganz und gar auf Sklaverei, indem eine große Anzahl Höriger ein halbtierisches Leben führen mußte, damit eine kleine Anzahl Bevorzugter sich geistig entwickeln konnte.

Es ist kennzeichnend für die ungenügende Auffassung der Geschichte, die in erster Linie Kulturgeschichte sein sollte, daß wir über den nun folgenden grundwichtigen Fortschritt, nämlich die erste Zähmung der anorganischen Energien, nur sehr unvollkommene Nachrichten haben. Er geschah im frühen Mittelalter durch die Benutzung der Energie des fließenden Wassers und der bewegten Luft zum Treiben von Mühlen, wodurch die Sklavenarbeit der Mehlherstellung mit der Hand unnötig und die Befreiung der Hälfte aller Menschen von dieser eintönigen Plage möglich wurde. Es kann nicht oft genug gesagt werden, daß wir das Verschwinden der Sklaverei in Europa ausschließlich der Erfindung der Maschinen zu verdanken haben, welche die anorganischen Energien in den Dienst der Menschheit zwangen.

Das Zeitalter des Dampfes

Wind und Wasser liefern unmittelbar Bewegungsenergie, deren Umwandlung in mechanische Arbeit aller Art eine im Wesen längst gelöste Aufgabe war. Der nächste große Schritt zu Beginn des 19. Jahrhunderts war die Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische, die mittels der Dampfmaschine gelang. Der Erfolg war eine Vervielfachung der gezähmten Energie, die von Wind und Wasser nur in begrenztem Betrage hergegeben wurde, und ein entsprechender Kulturanstieg, der sich hauptsächlich in der Überwindung von Raum und Zeit und in der Massenherstellung zahlreicher Lebensbedürfnisse auswirkte.

Das elektrische Zeitalter

Die dritte große Wendung trat ein Jahrhundert später durch die mechanische Herstellung elektrischer Energie mittels der Dynamomaschine ein. Während die Dampfmaschine ihre Energie nur in ihrer nächsten Nähe zu Arbeitszwecken betätigen kann und dadurch ein vielfach ungesundes Zusammendrängen der Arbeiter in den Fabriken bewirkte, läßt sich elektrische Energie auf weite Fernen übertragen und gestattet eine weitgehende Lockerung der Wohnungsdichte. Es ist dies ein Beispiel für ein sehr allgemeines Gesetz über die soziale Wirkung technischer Fortschritte. Diese werden zunächst rein wirtschaftlich, ohne bewußte Rücksicht auf ihre soziale Auswirkung ausgebaut und bewirken deshalb oft starke Benachteiligungen der beanspruchten Menschen. Erst im weiteren Verlauf ihrer Entwicklung wird man sich dessen bewußt, daß auch das Menschenmaterial einen Faktor in der Gesamtrechnung, und zwar einen äußerst wichtigen bedeutet, und erkennt in dessen pfleglicher Verwendung eine Hauptaufgabe der Technik. Wichtig ist ferner die Einsicht, daß Lärm, Schmutz, Rauch usw., die mit einem technischen Vorgang verbunden sind, seine Unvollkommenheit erweisen. Sie bedeuten Energievergeudungen; denn man kann beispielsweise keinen Lärm ohne Energieaufwand, der verloren geht, erzeugen. Man erkennt also, daß schon der energetische Imperativ allein, auch ohne bewußte Rücksicht auf den Menschen, die Beseitigung solcher Schädigungen verlangt und bewirkt. Je vollkommener ein technischer Vorgang eingerichtet ist, um so sauberer, ruhiger, schöner verläuft er. Eine vollkommene Energieumsetzung erweckt schon an sich die Empfindung starker Schönheit; alle unsere Freude an Tanz, Spiel und Sport beruht auf diesem Grunde.

Geschichtliche Gesetze in der Technik.

Versuchen wir, aus der Summe dieser Betrachtungen bestimmte Ergebnisse bezüglich der Geschichte der Technik zu gewinnen, so stellen sich diese günstiger heraus, als auf anderen Kulturgebieten. Zunächst ist für die Entwicklungsgeschichte der Technik im allgemeinen eine ganz bestimmte und eindeutige Richtung angebbar, die durch das Energieproblem und den zweiten Hauptsatz gekennzeichnet ist. Bekanntlich haben sich bisher die Historiker der Allgemeingeschichte nicht darüber einigen können, welches die Richtung und das

Ziel der „Weltgeschichte“ sind, und ob solche überhaupt sich angeben lassen, während in der Geschichte der Technik diese Probleme gelöst sind. Dies hat den praktischen Erfolg, daß diese bestimmte Voraussagungen möglich macht, die Weltgeschichte dagegen nicht.

So läßt sich beispielsweise voraussagen, daß als nächster großer Schritt in der Energiebeschaffung, der zeitlich vielleicht noch ziemlich fern ist, die unmittelbare Umwandlung der strahlenden Energie der Sonne in elektrische Energie, als die umwandlungsfähigste und beförderungswilligste aller Energien bevorsteht. Bisher geht die Verwertung der Sonnenenergie ganz vorwiegend über die Pflanze, die bestenfalls nur das äußerst niedrige Güteverhältnis 1 : 50 erreicht. Soweit menschliche Nahrung und Kleidung in Frage kommt, ist die Pflanze zunächst noch unentbehrlich. Aber für die Bewegungsenergie ist diese Zwischenform ein Umweg. Zur Zeit benutzen wir als wichtigste Rohenergie die fossilen Brennstoffe, die von Pflanzen früherer Zeiten abstammen und der Erschöpfung unterliegen. Unmittelbarer stammt aus der Sonnenstrahlung die Energie bewegter Luft und herabfallenden Wassers, von denen namentlich die zweite zunehmend für die Erzeugung elektrischer Energie benutzt wird. Aber es läßt sich ein noch unmittelbarerer Weg denken, nämlich durch photoelektrische Wirkung. Zur Zeit ist dies Gebiet noch sehr wenig erforscht, und vorhanden ist nicht viel mehr, als etwa im Jahre 1800 die Voltasche Säule aus Zink, Silber und nasser Pappe im Verhältnis zu einem modernen Elektrizitätswerk bedeutete. Aber es läßt sich kein Grund absehen, daß nicht dieser Weg technisch gangbar gemacht werden könnte.

Der menschliche Wert der Energien

Ebenso wie der allgemeine Weg läßt sich für jede einzelne technische Aufgabe die Richtung ihrer Entwicklung angeben. Sie ist eindeutig auf Verbesserung des energetischen Güteverhältnisses eingestellt. Dabei muß freilich erwogen werden, daß vom menschlichen Standpunkt aus weder äquivalente Mengen Energie überhaupt, noch auch äquivalente Mengen freier Energie gleichen Wert besitzen. So kann ein Stück Steinkohle kalorisch äquivalent sein einem Stück Braten, während der menschliche Wert, der sich im Preise ausdrückt, sehr verschieden ist. Daher kann eine neue technische Lösung unter Umständen sogar ein ungünstigeres „rohes“ Güteverhältnis bedingen, falls nur das „menschliche“ Güteverhältnis eine Steigerung erfährt.

Funktionsteilung und Organbildung

Die Steigerung des Güteverhältnisses wird hauptsächlich durch einen Vorgang bewirkt, den wir auch bei den Lebewesen als Kennzeichen und Maßstab des Fortschrittes zu betrachten gelernt haben, nämlich die Austeilung der verschiedenen Funktionen an besonde Organe. Dem Anfänger erscheint leicht als Ziel e Gerät, mit dem man alles machen kann, oder doch weni stens sehr viel Verschiedenes. Der Erfahrene wei daß ein solches umfassendes Gerät den einzelnen Au gaben nur unvollkommen gerecht wird, und beschafft sic lieber ein Dutzend verschiedene Werkzeuge, mit dene er feinere und doch schnellere Arbeit machen kann, i dem er jedesmal das geeignetste wählt. Ebenso war e z. B. bei der Dampfmaschine ein großer Fortschritt, a das gesteuerte Ventil erfunden wurde, durch das de Dampfeinlaß auf das beste Güteverhältnis regulie werden kann. Dieser Vorgang erreicht sein natürliche Ende dort, wo der Aufwand für die Herstellung und A gliederung des neuen Organs größer zu werden begin als die bewirkte Verbesserung des Güteverhältnisse Solche Grenzen treten um so eher ein, je höher die Ma schine oder der Vorgang schon entwickelt worden is je näher also das vorhandene Güteverhältnis bereits de idealen Grenzfall gekommen ist, den der zweite Haupt satz zu berechnen lehrt.

Rudimentäre Organe

Einigermaßen verwandt ist ein anderer technische Entwicklungsvorgang, den man als die Abscheidung de Entbehrlichen kennzeichnen kann. Wenn man zuers eine Maschine für einen neuen Zweck oder Weg her stellt, wird man sie tunlichst aus vorhandenen Bestand teilen zusammenstellen oder nach ähnlichen Modellen bauen, um sobald wie möglich die Hauptfrage zu beant worten, nämlich ob die Sache überhaupt „geht“. Hat sich dies herausgestellt, so tritt eine neue Aufgabe auf. Jene älteren Teile waren ursprünglich für andere Zwecke erbaut oder angeordnet worden; sie enthalten also voraussichtlich zahlreiche Besonderheiten, die für die neue Anwendung nutzlos oder gar nachteilig sind. Jedes Stück muß von Grund aus daraufhin untersucht werden, ob es die angemessene Zweckform für den neuen Gebrauch bereits erreicht hat und insbesondere, ob ihm nicht von seiner früheren Verwendung her allerlei überflüssig und damit schädlich gewordene „Wurmfortsätze“ anhaften, die zur großen Verbesserung des Ganzen abgeschnitten werden können.

Natürlich finden ganz ähnliche Erwägungen auch in den höheren Gebieten der praktischen Betätigung, wie z. B. in der Verwaltung, im Recht, in der Politik statt. Da man dort noch sehr wenig daran gewöhnt ist, vorhandene „ehrwürdige“ Einrichtungen unter dem technischen Gesichtspunkt des energetischen Imperativs kritisch zu betrachten, so kann hier die Philosophie und Geschichte der Technik führend vorangehen und könnte unermeßlichen Segen stiften, wenn man ihre Lehren verstehen wollte.

[B 2288]

Das Kapillarphänomen

Gar mancher wird sich schon gefragt haben: Wie ist es möglich, daß hohe Tannen auf felsigem Boden bei wenig Erdreich ihre Nahrung finden und der Boden im allgemeinen immer wieder die Kraft gewinnt, um auch ohne künstliche Düngung Pflanzen und Bäume zu ernähren? Woher kommen die Erzadern und die Quarzdrüsen im Felsgestein? Wie mag sich der Vorgang bei der Versteinerung von Bäumen, Muscheln u. a. abspielen?

Über die Entstehung der Erzadern hatte ich mir bereits vor längerer Zeit die Anschauung gebildet, daß die Begriffe „Kristalloid“ mit großem Diffusionsvermögen und „Kolloid“ mit sehr kleinem den Schlüssel zur Klärung dieser Frage geben könnten, allerdings ohne diese Vermutung beweisen zu können. Nun hat der rührige Leiter des seit zehn Jahren in Frankfurt a. M. bestehenden Instituts für Kolloidforschung, Prof. Dr. *H. Bechhold*, entdeckt, daß große Massen, die mit Lösungen von Salzen oder sogenannten „Kristalloiden“ (nicht Kolloiden) durchdrängt sind, beim Trocknen die Salze (Kristalloide) restlos an der Oberfläche ausscheiden. Er nennt diese Erscheinung „Kapillarphänomen“ und schreibt in seinem Bericht über die zehnjährige Tätigkeit des Institutes: „Eine Erklärung für diese Erscheinung wurde noch von keiner Seite gegeben, obgleich sich zeigte, daß sie in der Natur eine große Rolle spielt: Bei der Bildung von Erzgängen und Mineraldrüsen sowie insbesondere in der Bodenkunde lassen sich zahlreiche Beispiele anführen, die auf jenes Phänomen zurückzuführen sind. Der Wechsel von Regen und Trockenheit ist für die Mineralstoffversorgung der Pflanzen von kardinaler Bedeutung, da sich die Mineralsalze infolge des Kapillarphänomens an der Bodenoberfläche stets von neuem anreichern und so, trotz geringer Mengen, in der Bodenfeuchtigkeit den Pflanzen als Nahrung zugänglich werden, statt mit dem nächsten Regen auf Nimmerwiedersehen in die Tiefe gewaschen zu werden. Die Salzauswitterungen in verschiedenen außereuropäischen Gebieten, die Lateritbildung u. a. mehr dürften auf das Kapillarphänomen zurückzuführen sein.“ — Damit scheint eine sehr wichtige Naturerscheinung geklärt zu sein.

Das Frankfurter Institut für Kolloidforschung ist auf Anregung des Arztes *Paul Ehrlich* aus Mitteln der Stiftung des Arztes *Theodor Neuburger* errichtet worden und hat daher hauptsächlich Arbeiten aus dem Gebiet der Arzneimittelkunde und Biologie ausgeführt. Daneben sind auch technische Fragen, die in das Gebiet der Kolloidforschung fallen (Zerreißfestigkeit von Leim, Verleimung von Holz, Elektroosmose, Elektro-Ultrafiltration, Imprägnieren von Holz), bearbeitet worden. Außerdem sind im Institut die Hilfsmittel und Verfahren der Kolloidforschung verfeinert worden.

[N 2170]

Berlin

Dr. *W. Schmidt*

Die Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz

London 22. September bis 6. Oktober 1928

Berichterstatter P. ROSIN, Dresden

Der vorliegende Bericht ist lediglich dazu bestimmt, einen kurzen Überblick über die zahlreichen Fragen zu liefern, die bei dieser Teilkonferenz der Weltkraftkonferenz in 148 Aufsätzen aus 19 verschiedenen Ländern behandelt wurden. Er gliedert den fast unübersehbaren Stoff nach den Hauptgebieten der heutigen Brennstoffverwertung: feste Brennstoffe, flüssige Brennstoffe, Kokerei und Gasindustrie, Einzelgebiete der Brennstoffverwendung, Wärmewirtschaft; diesen Gebieten sollen später auf Grund der Verhandlungen noch besondere Aufsätze gewidmet werden.

Die Londoner Tagung war im großen Rahmen der Weltkraftkonferenzen eine Teilkonferenz, die den Brennstoffen gewidmet war. 48 Völker nahmen daran teil, 148 Arbeiten wurden insgesamt von ihnen vorgelegt. Sie verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Länder:

	Land	Zahl der Beiträge		Land	Zahl der Beiträge
1	England	37	11	Holl. Indien . . .	5
2	Deutschland . . .	17	12	Kanada	4
3	Österreich . . .	14	13	Belgien	3
4	V. S. v. Amerika .	12	14	Holland	2
5	Japan	12	15	Schweiz	1
6	Rußland	10	16	Dänemark	1
7	Schweden	8	17	Australien . . .	1
8	Tschechoslowakei	7	18	Lettland	1
9	Polen	7	19	Goldküste	1
10	Frankreich . . .	5			

29 der teilnehmenden Länder waren also nicht mit eigenen Beiträgen vertreten.

Man sollte erwarten, daß die der Weltkraftkonferenz vorgelegten Arbeiten in ihrer Gesamtheit jeweils einen Querschnitt des gegenwärtigen Standes von Technik und Forschung in der ganzen Welt auf diesem Gebiet gäben. Dieses Ideal wurde leider in London aus zwei Gründen nicht erreicht. Wie die Übersicht zeigt, ist die Beteiligung mit Beiträgen sehr ungleichmäßig; England lieferte weitaus die größte Zahl, während z. B. die südeuropäischen und Balkanstaaten sowie ganz Südamerika völlig fehlten. Aber auch die vorgelegten Berichte sind in ihrer Gesamtheit mehr einer Festschrift vergleichbar, zu der jeder Beteiligte willkürlich gewählte Beiträge beisteuerte, als einer nach einheitlichen Grundsätzen geordneten Übersicht. Man hatte mehr den Eindruck eines Riesenstraußes mannigfacher und zum Teil sehr schöner Blumen als den wohlangelegter und gepflegter Beete, bei denen Übersicht und Ernte leicht ist.

Die Arbeiten und die mündlichen Verhandlungen waren in Gruppen (Sektionen) eingeteilt. Die Einreihung der einzelnen Vorträge in diese Gruppen war vielfach etwas willkürlich — oft ließen sich auch, da der einheitliche Rahmen fehlte, Überdeckungen der Gruppen nicht vermeiden, und die richtige Einordnung mancher Vorträge war schwierig. Bei Beginn der Tagung lagen alle eingereichten Arbeiten gedruckt vor und wurden als bekannt vorausgesetzt. Für jede Gruppe war ein Generalbericht von der Konferenzleitung angefertigt worden, der die Hauptpunkte der betreffenden Vorträge vereinigte, vom Berichterstatter bei Beginn jeder Gruppensitzung verlesen wurde und als Grundlage für die Diskussion dienen sollte.

Die Verteilung der Arbeiten auf die Gruppen war sehr ungleichmäßig und schwankte in der einzelnen Gruppe zwischen 18 und 1. Da aber die Generalberichte nur einen Umfang von wenigen Seiten haben konnten, wurden sie oft den stark besetzten Gruppen nicht voll gerecht, während sie für die schwach besetzten zu ausführlich wurden. Dasselbe gilt für die Aussprache, die von der Konferenzleitung nicht vorbereitet war.

Die Gruppensitzungen dauerten immer 2½ Stunden, und die Beteiligung an der Aussprache war in den starken Gruppen so lebhaft, daß die Sprechzeit oft auf 5 min beschränkt werden mußte, was Vor- und Nachteile hatte. Die Aussprache wurde im übrigen zum allergrößten Teil von England bestritten.

Im vorliegenden Bericht wollte ich den heutigen Stand von Brennstoffwirtschaft und -technik und die großen Ziele der Entwicklung schildern, soweit die Arbeiten der Londoner Tagung Einsicht gewähren und Eindruck vermitteln konnten. Aus den angeführten Gründen mußte ich aber hierzu die weitgehende Gruppeneinteilung verlassen und habe den ganzen Stoff in folgende Abschnitte gegliedert:

1. Feste Brennstoffe,
2. Flüssige Brennstoffe,
3. Kokerei und Gasindustrie,
4. Einzelgebiete der Brennstoffverwendung,
5. Wärmewirtschaft.

Ich habe versucht, die wesentlichen Ergebnisse aller Aufsätze in diese Einteilung hineinzuarbeiten und konnte daher meistens die Einzelberichte nicht gesondert erwähnen. Aus diesem Grund habe ich auf die Nennung der Verfasser völlig verzichtet. Aufschluß hierüber gibt das von der Weltkraftkonferenz herausgegebene Verzeichnis.

Feste Brennstoffe

Das Bedürfnis nach international einheitlicher Einteilung und Benennung der Kohlen kam sehr stark zum Ausdruck, und eine Reihe von Vorschlägen wurde eingereicht. Schon die Aussprache zeigte aber, daß diese Aufgabe besonders schwer für Länder mit verschiedenartigen Kohlenvorkommen sein wird, zumal im internationalen Sprachgebrauch noch völlige Unklarheit über die Bedeutung der Bezeichnungen Lignit und Braunkohle herrscht. Sicher würde schon die Einheitlichkeit in der Benennung der kohlenbildenden Stoffe einen Anfang auf diesem Weg bedeuten.

Am weitesten sind diese Arbeiten in den Vereinigten Staaten gediehen, wo das American Engineering Standards Committee zusammen mit der American Society for Testing Materials drei technische Ausschüsse eingesetzt hat. Der erste behandelt die wissenschaftliche Einteilung der Brennstoffe auf Grund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften und mit Rücksicht auf Entstehung und Zusammensetzung. Der zweite Ausschuß arbeitet an einer auf dem praktischen Gebrauch begründeten Einteilung, während der dritte die Handels- und Verkaufsunterlagen sammelt. Besonders den zweiten Ausschuß hat man weitgehend gegliedert, um die Belange aller Verbraucherkreise aus Industrie und Haushalt zu erfassen. Bemerkenswert ist, daß diese Ausschüsse mit tätiger Unterstützung der Kohlenerzeuger arbeiten, die von einer sachgemäß durchgeführten Einteilung und einheitlichen Benennung eine viel bessere Verständigung zwischen Verkäufern und Käufern erwarten.

Noch stärker kam die Notwendigkeit internationaler Vereinbarungen zum Ausdruck auf dem Gebiete der Probenahme und Untersuchung der Kohlen, aber gleichzeitig wurden auch die Schwierigkeiten betont, die, durch die große Verschiedenheit der Kohlenarten bedingt, immer einzelne Methoden innerhalb der Vorkommen nötigmachen werden. Mit Recht wurde darauf hingewiesen, daß heute noch die Untersuchungsergebnisse infolge der verschiedenen Verfahren oft nicht vergleichbar sind.

Was jedoch nicht zum Ausdruck kam, aber die Grundlage jeder Verständigungsarbeit sein muß, ist die inter-

nationale Vereinheitlichung der Maßbezeichnungen. Solange noch nicht einmal Heizwert, Gewicht, Temperatur, Volumen, Heizflächen usw. nach gleichem Maßstab gemessen werden, dürften auch die anderen Arbeiten kaum fortschreiten. Man konnte bei den Verhandlungen oft bemerken, daß die Beachtung der Arbeiten anderer Länder und in der Aussprache schwand, sobald ein fremdes Maßsystem verwendet wurde; mit Recht, denn man verlor sofort den Faden des Verständnisses. Vielleicht wäre es hier eine Hilfe gewesen, wenn die Konferenzleitung eine Umrechnungstafel aller Maßsysteme herausgegeben hätte.

Zur Frage des Heizwertes brachte Deutschland den Antrag ein, der Internationale Hauptausschuß der Weltkraftkonferenz möge einen geeigneten Ausschuß mit der Aufgabe betrauen, Einheitlichkeit in der praktischen Anwendung des oberen und unteren Heizwertes herbeizuführen und der in Berlin 1930 stattfindenden nächsten Weltkraftkonferenz darüber zu berichten. Der Erfolg dieser Bestrebungen erscheint zweifelhaft; denn schon in der Aussprache kam von englischer Seite die völlige Ablehnung des unteren Heizwertes zum Ausdruck, während die Länder mit minderwertigen Brennstoffen auf ihn nicht verzichten zu können glauben; übrigens ist der untere Heizwert auch die einzige Grundlage für thermodynamische Verbrennungsrechnungen, bei denen die fühlbare Wärme maßgebend ist. Die Berichte dieser Gruppen gaben aber wertvolle Aufschlüsse über die in den verschiedenen Ländern und Industrien geübten Methoden der Probenahme und Untersuchung der Kohle.

Die Gruppe Aufbereitung behandelte vor allem die Kohlenreinigungsverfahren, die wohl in keinem Land ein solches Interesse finden wie in England. Besondere Teilnahme wecken die trocken-pneumatischen Verfahren, obwohl ihr Wirkungsgrad grundsätzlich geringer als der nasser Prozesse ist. Hier ist ein neuer statischer Trockenwäscher zu erwähnen, bei dem die Luft nicht in einem Strom durch die Kohle geleitet, sondern das ganze Bett unklassierter Kohle gleich einem Kolben von der Luft gehoben wird, und in diesem Emulsionszustand die spezifisch schwerere Asche sich in den unteren Lagen anreichert. Der bei jeder pneumatischen Reinigung anfallende Kohlenstaub wird am besten unter den Kesseln der Zeche verbrannt.

Als wichtigste Punkte für die Wahl eines Reinigungsverfahrens wurden genannt: Augenblickliche Marktlage, Anteil der Reinigungskosten an den Gesamtgestehungskosten der Verkaufskohle und die Bedingungen, unter denen die Reinigung zu arbeiten hat. Für die Entwässerung gewaschener Kohle wurden als vorteilhaft angegeben: Über 15 mm Korngröße natürliche Entwässerung (Drainagesieb), zwischen 3 und 15 mm Ausschleudern, unter 3 mm Filterpressen bis auf 15 vH Wassergehalt und dann Trocknung durch Wärme.

Ein deutscher Bericht über Trocknung und Brikettierung von Braunkohlen fehlte, was mit Rücksicht auf die deutlich erkennbaren Bestrebungen andrer Länder, ihre Braunkohlenvorkommen auszubeuten, bedauerlich war. Vor allem sind Kanada, Australien und Rußland zu nennen, aber auch in den Vereinigten Staaten sind 68 vH der geschätzten Gesamtkohlenvorräte jüngeren geologischen Alters, obwohl sie heute erst 5 vH zur Förderung beisteuern.

Die Schätzung geht dahin, daß nahezu 2.5 Bill. t Kohlen in Nordamerika westlich des 100. Längengrades vorhanden sind; davon sind etwa 40 vH Lignite (Braunkohlen), 42 vH halbbituminöse und der Rest Kokskohle. Die australischen Braunkohlen bei Melbourne, die teilweise über 60 vH Wasser enthalten, zeichnen sich durch große Mächtigkeit aus. Bei Morwell wurde ein Bohrloch nach 70 m Abraum durch ein Flöz 240 m tief getrieben, ohne es ganz zu durchstoßen. Der Staat Viktoria hat mit einer großen Brikettfabrik und einem Braunkohlenkraftwerk nach deutschem Muster die Verwertung begonnen[1]).

[1]) Vergl. *F. W. Foos:* Die Brikettfabrik bei Yellourn, Viktoria Australien, Z. Bd. 71 (1922) S. 223.

In Australien und Kanada, aber auch in Korea wird die Bedeutung der Braunkohlen in den kommenden Jahren steigen, und die deutschen Erfahrungen können hierbei wertvoll werden. In den Vereinigten Staaten wird diese Entwicklung noch auf sich warten lassen, da noch Überfluß guter Steinkohle nahe den Industriegebieten herrscht, während die Braunkohlenfelder weit ab von den heutigen Industrieorten liegen.

Über die wirtschaftliche Ausnutzung des minderwertigsten Brennstoffes, Torf, und über die Fortschritte auf diesem Gebiet geben die eingereichten Arbeiten ein recht gutes Bild. Insbesondre scheint die Elektrizitätserzeugung in Verbindung mit der Torftrocknung als gangbarer Weg. Hier sind die 18jährigen Versuche der englischen Peco-Gesellschaft zu nennen. Nach ihrem Verfahren erzeugt man aus hochgespanntem Dampf Elektrizität in Gegendruckmaschinen und trocknet mit sehr niedrigem Gegendruck oder gar nur mit Heißwasser unter Anwendung von Mehrfachverdampfern. Zum Trocknen selbst dienen stehende Rohrschlangen, durch die der zerkleinerte Torf geblasen wird. Die Brüdenwärme wird immer wieder in der nächsten Stufe nutzbar gemacht, und es gelingt so, mit einer Vierstufenanordnung und 40 at Maschinendruck den Torf mit 20 bis 25 vH seines Heizwertes zu gewinnen und zu trocknen.

In Rußland hat sich die Elektrizitätserzeugung aus Torf bereits in größerem Maßstab bewährt. Werke mit mehr als 100 000 kW sind bis jetzt für die Verfeuerung von Trockentorf eingerichtet. Neben der Trocknung gibt vor allem der Vorgang bei der Gewinnung den Ausschlag für die Wirtschaftlichkeit, und hier stehen sich zur Zeit die maschinelle Torfgewinnung, bei der der Torf in mehr oder weniger dicken Schichten abgehoben und dann zum Trocknen ausgebreitet wird, und das Hydrotorfverfahren, bei dem er durch starke Wasserstrahlen abgespült und in Leitungen auf die Trockenfelder geführt wird, gegenüber.

Über Lagerung und Behandlung der Kohlen beim Verbraucher enthielten die Arbeiten nur Sonderbeispiele mit Ausnahme des englischen Beitrages. Aber man erkennt doch aus ihnen die zunehmende Wichtigkeit der Entladung der auf dem Wasserweg herankommenden Kohle, da die Kraftwerke mit zunehmender Größe immer mehr an die Flußläufe und Küsten gedrängt werden, wo ihnen die nötigen Kühlwassermengen sicher sind. Neuerdings werden sehr schnellaufende Greiferkrane von hoher Fassung bevorzugt, deren Motoren teilweise beim Heruntergehen des Greifers als Stromerzeuger laufen.

Ausgezeichnet waren die Beiträge der Gruppe Kohlenstaub. Der deutsche Bericht über die Forschungsarbeiten des Kohlenstaubausschusses des Reichskohlenrates fand große Aufmerksamkeit, und auf deutsche Anregung hin wurde von amerikanischer Seite beantragt, die Probenahme von Kohlenstaub, die Normung der Siebgewebe, die Ausführung der Siebanalysen und die Richtlinien zur Untersuchung von Kohlenmühlen zum Gegenstand internationaler Vereinbarungen zu machen, einen internationalen Ausschuß mit dieser Aufgabe zu betrauen und hierüber der Weltkraftkonferenz in Berlin 1930 zu berichten, was einstimmig angenommen wurde.

Im Gesamtbild ist festzustellen, daß Ausbreitung und Entwicklung der Staubfeuerung stetig weiterschreiten und daß ihr für große Kraftwerke immer noch, trotz der Fortschritte im Stoker- und Rostbau, eine leichte Überlegenheit zuzubilligen ist. Der Grund hierfür sind einmal die Brennstoffersparnisse, die besonders bei hochwertiger, frachtlich teurer Kohle ins Gewicht fallen, zum andern die Möglichkeit größter Kesselabmessungen, bei denen Roste nicht mehr unterzubringen sind. In Amerika ist man hierin soweit gegangen, für eine 50 000 kW-Turbine nur noch einen einzigen Kessel aufzustellen. Weiterhin mißt man der Unabhängigkeit von der Kohlensorte große Bedeutung zu. Für viele war die aus den Anlagekosten von 11 Stoker-, 6 Staubkraftwerken und einem Ölkraftwerk gewonnene Feststellung überraschend, daß Staubkraftwerke nicht mehr kosten als Stokerwerke, und daß der Dampf in Staubkraftwerken billiger erzeugt werden kann.

Lebhafte Meinungsverschiedenheit entfesselte die Frage, ob Zentral-Mahlanlagen mit Staubbunkern oder unmittelbar mit dem Kessel verbundene Einzelmühlen vorzuziehen seien. Aus den Äußerungen der Großkraftwerkbauer schien immer noch eine Neigung zur Zentral-Mahlanlage hervorzugehen; unverkennbar aber ist, daß in Amerika die Einzelmühle stark an Boden gewinnt. Darüber, daß die Mahltrocknung notwendig ist, damit man die teuren Sondertrockner vermeiden kann, war man sich allgemein einig. Ebenso war die Sorge um eine billige und wenig Raum beanspruchende Einrichtung zum Zurückhalten der feinen Asche allen Kohlenstaubbetrieben gemeinsam.

Besonderes Interesse fand der amerikanische Bericht über die Kohlenstaubfeuerung auf Schiffen, und es war nur zu bedauern, daß die Zeit fehlte, um den amerikanischen Kohlenstaubdampfer „Mercer" zu besichtigen, der auf seinen regelmäßigen Fahrten gerade in Rotterdam angekommen war. Von amerikanischer Seite wurde darauf hingewiesen, daß die Mehrzahl der heute gebauten Schiffe Öl verfeuern, daß aber die Ölvorräte der Vereinigten Staaten wahrscheinlich in 15 bis 20 Jahren erschöpft sein dürften, die Kohlenvorräte dagegen nahezu unbegrenzt seien, woraus sich die Rückkehr der Schiffahrt zur Kohle, allerdings in einer technisch verbesserten Form, ergebe. Das amerikanische Shipping Board hat daher Vorschriften für den Umbau von sechs weiteren Überseeschiffen auf Feuerung mit Kohlenstaub herausgegeben.

Man hätte gewünscht, daß über die Verfeuerung von Kohlen auf Rosten ebenso umfassend berichtet worden wäre wie über Staubfeuerungen. Aber hier fehlte nahezu alles — kein Überblick über die wichtige bauliche Entwicklung fester, selbsttätiger Roste und Stoker, über Erfahrungen mit vorgewärmter Luft, gekühlten Feuerraumwänden, Saugzug, Entaschung u. a. Eine empfindliche Lücke war es auch, daß zusammenfassende Arbeiten über die technische und wirtschaftliche Seite der Befeuerung großer Elektrizitätswerke in den einzelnen Ländern fehlten.

Flüssige Brennstoffe

Das beherrschende Problem der Ölindustrie ist seit dem Kriege die Aufgabe, den stetig steigenden Benzinbedarf der Kraftwagen zu decken, der sich z. B. in Amerika für den eigenen und den Ausfuhrverbrauch von 1913 bis 1927 etwa verneunfacht hat. Dieser Steigerung konnte die Industrie zum Teil durch vermehrte Erdölgewinnung genügen, zum andern Teil durch eine erhöhte Ausbeute an Benzinen aus dem Rohöl, von dem heute etwa 27 vH in Automobiltreibstoff umgewandelt werden. Daher kommt allen Krack- und Hydrierverfahren, die diese Benzinausbeute zu erhöhen vermögen, dauernd steigende Bedeutung zu. Dasselbe wird in kurzer Zeit auch für Deutschlands Braunkohlenteer-Erzeugung eintreten. Wenn nämlich erst der Inlandbedarf an Paraffin gedeckt ist, was bald der Fall sein dürfte, wird die Wirtschaftlichkeit der Braunkohlenschwelerei davon abhängen, ob in billiger Weise ein hoher Anteil des Rohteers in Benzin verwandelt werden kann.

Daher betreffen die größten Fortschritte der Erdölindustrie in den letzten Jahren die Entwicklung des Krackprozesses. Sie sind gekennzeichnet durch den Übergang der Krackung von der gasförmigen auf die flüssige Phase. Durch das letztere Verfahren werden heute ungeheure Mengen Krackbenzine hergestellt; die anfänglichen Schwierigkeiten in der Entwicklung großer Krackanlagen gelten heute als überwunden, und besonders die Wärmewirtschaft ist durch Verbesserung der Ofenbauart, Umlauf der Verbrennungsgase, Verwendung vorgewärmter Luft und die Einführung der Heißölpumpen erhöht worden.

Auch die chemische und physikalische Seite der Krackverfahren ist in den letzten Jahren besser durchforscht worden. Die Aufgabe des Krackens ist nicht mit der Herstellung von Autotreibstoffen erschöpft, sondern durch geeignete Verfahren kann jeder Kohlenwasserstoff erzeugt werden, von Alkoholen über Schmieröle bis zum Asphalt; ferner kann man den Arbeitsgang so regeln, daß man eine möglichst große Ausbeute einer bestimmten Reihe oder gar eines einzelnen Stoffes dieser Reihe erhält. Das bedeutet den Eintritt in das bisher nur wenig erschlossene Gebiet chemischer Nebenproduktgewinnung aus Erdöl.

Für Länder, in denen Öl billiger als Kohle ist, ist auch die Gewinnung von Gas durch Ölkrackung wichtig, und nach den neuesten Verfahren kann man 95 vH des Ölheizwertes in heißem Gas, 80 vH in kaltem Gas erhalten.

In der Raffination besonders der leichter siedenden Anteile, die als Kraftwagentreibstoff Verwendung finden, bricht sich die Erkenntnis Bahn, daß die Reinigung zur Zeit weiter getrieben wird, als es notwendig ist, und man erkennt deutlich die Neigung, die geltenden Bestimmungen daraufhin zu überprüfen und die Raffination auf das notwendigste Mindestmaß zu beschränken. Das ist besonders vom Standpunkt der deutschen Benzinerzeugung aus Schwelteer zu begrüßen, da die unnötig weit getriebene Schwefelreinigung große Kosten verursacht.

Das Schwefelproblem nimmt überhaupt, auch in der amerikanischen Leichtölraffination, den ersten Platz ein; eine große Anzahl von Verfahren, teils rein chemischer, teils adsorptiver Natur hat man hierfür entwickelt. Glücklicher ist man bei den russischen Erdölen daran, von denen die Quellen bei Baku und Grozny etwa 95 vH liefern. Sie haben nur niedrigen Schwefelgehalt, und die Destillate erfordern wenig Raffination.

Ebenso wie der zulässige Schwefelgehalt der Treibstoffe einer Überprüfung und neuen Vereinbarung bedarf, müssen auch die anderen Eigenschaften auf Grund der heutigen Erfahrungen geprüft und festgelegt werden. Daher hat die deutsche Delegation beantragt, international zu vereinbaren:

1. Methoden zur Feststellung und zum Vergleich von Siedelinien,
2. Maßeinheiten und Bezugspunkte für die Klopfneigung,
3. eine möglichst geringe Anzahl von Treibölarten mit genormten Eigenschaften,
4. ein bei der sogenannten mittelbaren Beurteilung der Kompressionsfestigkeit von Treibölen durch Versuchsmotoren zu verwendendes Bezugs-Treibölmittel mit stets gleichbleibenden Eigenschaften.

Bei den Treibstoffen für Flugzeug- und Automobilmotoren beanspruchen die Klopfneigung und die Mittel zu ihrer Verringerung besondre Aufmerksamkeit, da hierdurch das Verdichtungsverhältnis bedingt wird. Da in Deutschland verhältnismäßig die größten Benzolmengen zur Verfügung stehen, ist hier das Verdichtungsverhältnis höher als in jedem andern Land. Für Flugzeuge allerdings ist einer zu weitgehenden Beimischung von Benzol durch die Gefahr des Einfrierens eine Grenze gezogen.

Auch am Ersatz von Benzin durch andre Kohlenwasserstoffe wird eifrig gearbeitet; hier sind vor allem die schwedischen Versuche beachtlich, in Verbindung mit der ausgedehnten Sulfitzellulose-Industrie große Mengen an Alkohol zu gewinnen und als Äthylalkohol für Kraftwagen zu benutzen. Daneben ist aber auch allgemein das Bestreben erkennbar, die eigentlichen Schweröle mehr und mehr als Motorentreibstoffe heranzuziehen, da sie auf lange Zeit hinaus in größerer Menge und zu billigerem Preis zur Verfügung stehen werden als die eigentlichen Benzine. Besonders die schnellaufenden Schwerölmaschinen würden dazu beitragen, einen Ausgleich zwischen den verfügbaren Treibstoffvorräten herbeizuführen, und hier verdienen die deutschen Fortschritte im Bau kleiner, leichter, schnelllaufender Dieselmaschinen Erwähnung.

Auf dem Gebiete der Dieselmaschinen erschien sonst wenig Neues mit Ausnahme eines ausführlichen russischen Berichtes über die Erfahrungen mit Diesellokomotiven, aus dem hervorgeht, daß auf Grund einer gesamten Fahrtlänge von 85 000 km die Betriebskosten der Diesellokomotive nur 76 vH von denen einer Dampflokomotive betrugen.

Kokerei- und Gasindustrie

Es ist ein eigentümliches Zeichen der Zeit, daß es in allen Industrieländern mit eigenen Steinkohlenvorkommen, selbst in den sonst so glücklichen Vereinigten Staaten von Amerika, ein ausgesprochenes Kohlenproblem gibt, das sich in schlechtem Absatz einzelner Sorten, unbefriedigenden Preisen, Arbeitslosigkeit und allgemeinem Niedergang kundtut. Die Ferngaspläne der deutschen Ruhrindustrie als Lösung der Sortenfrage haben deshalb naturgemäß in England den stärksten Widerhall gefunden, und die bisher

in Deutschland gemachten Erfahrungen werden vielfach als Grundlage für ähnliche Pläne herangezogen.

Die englische Regierung hat auf der Konferenz ihre Absicht bekanntgegeben, mittels einer Umfrage die wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten von Koksofen-Ferngasversorgung zu prüfen. Es darf aber nicht übersehen werden, daß die englischen Verhältnisse doch ganz anders geartet sind als die deutschen. Einmal ist die Gasindustrie umfangreicher, während die Kokserzeugung in Eisenwerken geringer ist. Vor allem aber haben die deutschen Ferngaspläne das Ziel, die Einfuhr ausländischer Kohlen für die Gaswerke einzuschränken, während es einen solchen Beweggrund in England natürlich nicht gibt. Nach den englischen Feststellungen würde im Gegensatz zu Deutschland selbst bei ausschließlicher Verwendung von Verbundöfen bei weitem nicht genügend Überschußgas aus den Kokereien für den Bedarf der Städte verfügbar sein.

Schließlich aber stehen der Gasfernversorgung in England so ernste gesetzliche Hindernisse in Gestalt von Privilegien und Monopolen entgegen, daß ohne eine vollständige Neuordnung an eine Gasfernversorgung überhaupt nicht zu denken ist. In Amerika dagegen gewinnt das Überschußgas der Kokereien steigende Bedeutung für die Gasversorgung der Städte; 1926 wurden bereits 2,5 Milliarden m^3 Überschußkoksgas an die Städte geliefert.

Ebenso wie bei festen und flüssigen Brennstoffen kam auch bei den Gasen das Bedürfnis nach international vereinbarten Benennungen und Untersuchungsverfahren zum Ausdruck, und die deutschen und österreichischen Vorarbeiten könnten hier als gute Grundlage dienen. Ein weiterer und sehr wichtiger Schritt auf dem Wege, das Verständnis wissenschaftlicher und technischer Arbeiten zu erleichtern, wäre dann die einheitliche Begriffsbestimmung der wichtigsten Verbrennungseigenschaften.

In der eigentlichen Verkokungstechnik scheint dem Mischen verschiedener Kohlenarten, z. T. unter weitgehender Feinmahlung, steigende Wichtigkeit zugemessen zu werden, weil man dadurch die Kokseigenschaften nach Gefallen beeinflussen kann. Hier verdienen auch die japanischen Erfolge Erwähnung, aus einer verhältnismäßig minderwertigen Kohle durch sorgfältige Aufbereitung, Mischung und geeignete Temperaturführung einen brauchbaren Hochofenkoks herzustellen.

Über technische Einzelheiten des Koksofenbetriebes wurde mit Ausnahme des deutschen Berichtes über den Wärmedurchgang durch Koksofenwände wenig Neues gebracht. Allgemein neigt man dazu, durch große Kammern bis zu 24 t Beschickung hohe Temperaturen und kurze Durchsatzzeiten den Kapitaldienst zu verringern und gleichzeitig die Güte des Kokses zu verbessern. In der Kokskühlung nimmt die von Amerika kommende Fernlöschung mit Wasser steigenden Umfang an. Bei allen Naßlöschverfahren wird vom Verbraucher weniger Wert auf die Höhe als auf die Gleichförmigkeit des Wassergehaltes gelegt. Die Trockenkühlung verdient weiter Beachtung, ist aber wegen ihrer hohen Anlagekosten auf hinreichenden Erlös aus dem Abhitzedampf und höheres Ausbringen an verkaufsfähigem Stückkoks angewiesen.

Überall wird die Erfahrung bestätigt, daß für gesiebten und klassierten Koks bessere Preise zu erreichen sind; denn die Bemühungen, Koks als rauchlosen Brennstoff für Hausbrandzwecke einzuführen, haben in den meisten Ländern, selbst im Wettbewerb mit Anthrazit, guten Erfolg. Alles in allem gewann man den Eindruck, daß die Entwicklung der Gasindustrie und der Gasabsatz in allen Ländern lebhaft steigen, daß aber überall, wo es eine Eisenindustrie mit eigenen Kokereien gibt, die Auseinandersetzung oder Zusammenarbeit zwischen Gas- und Kokswerken unvermeidlich ist.

Die restlose Kohlenvergasung in Generatoren, sei es zu Luft-, Wasser- oder zu Mischgas, fehlte mit Ausnahme eines französischen Berichtes über Abstichgeneratoren merkwürdigerweise völlig. Dagegen lagen zwei wertvolle Arbeiten über Holzvergasung für metallurgische Zwecke in den Kolonien vor. Sauggasmotoren als Ersatz für Benzinmotoren in Kraftfahrzeugen sind nach einem französischen Bericht technisch sehr vereinfacht worden, aber infolge des höheren Gewichtes der gesamten Kraftanlage ist die Tragfähigkeit solcher Wagen geringer. Der Brennstoffpreis darf nicht mehr als 40 vH des Benzinpreises betragen, wenn das Sauggas hier wirtschaftlich wettbewerbfähig sein soll.

Besonders groß ist in England das Interesse für die Schwelung, die dort von vielen Seiten als Lösung der Kohlenfrage angesehen wird. Es war bezeichnend, daß Sir *Robert Horne* in seiner Rede zur Eröffnung der Konferenz diesen Standpunkt teilte und die Kupplung zwischen Schwelung und Elektrizitätserzeugung als das erstrebenswerte Ziel der Kohlenverwertung hinstellte; er nahm hierbei Bezug auf den deutschen Bericht, der die Wege der deutschen Braunkohlenindustrie und die bereits in den Schwelkraftwerken verkörperten Gedanken dieser Entwicklung schilderte.

Die Fachgruppe Schwelung hatte infolgedessen auch die große Zahl englischer Schwelofenkonstrukteure auf den Plan gerufen, und die Redezeit mußte schließlich auf 5 min verkürzt werden. Nach der augenblicklichen Lage ist für Braunkohlen mit hinreichendem Teergehalt, etwa 7 vH der Rohkohle und mit 50 vH Wasser die Wirtschaftlichkeit der Schwelung unbestritten, nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen Ländern, wie erfolgreiche Versuche in Kanada, Rumänien usw. zeigen.

In der Steinkohlenschwelung dagegen bricht sich immer mehr die Erkenntnis Bahn, daß nicht der Teer die Hauptsache ist, daß vielmehr — von der Verarbeitung kannelartiger Kohlen abgesehen — eine Wirtschaftlichkeit nur da erreicht werden kann, wo ein stückiger Halbkoks erzeugt wird, der als rauchloser Hausbrandbrennstoff höhere Preise als die Ausgangskohle erzielt. Diese Aussichten sind am günstigsten, wo der Halbkoks als Anthrazitersatz in Frage kommt. In England ist für diesen Zweck eine ganze Anzahl von Schwelanlagen im Betrieb und neue werden gebaut; der englische Bericht aber enthält sich eines abschließenden Urteils über die Wirtschaftlichkeit der Steinkohlenschwelung, weil erst in einigen Jahren die regelmäßigen Erhaltungskosten der Öfen feststellbar sein werden. Guten wirtschaftlichen Erfolg hat ein französisches Verfahren, das vollständig auf den Anthrazitersatz eingestellt ist, und bei dem die Kohle, mit Pech brikettiert, verschwelt wird.

Über die Weiterverarbeitung der Schwelteere und über die Verflüssigung der Kohle lagen keine Berichte vor.

Einzelgebiete der Brennstoffverwendung

Leider war keine Fachgruppe vorhanden, in der theoretische und wissenschaftliche Arbeiten über die Verbrennung und die Wärmeübertragung abgehandelt werden sollten. Drei sehr schöne Arbeiten über den Verbrennungsvorgang, über Flammenstrahlung und über die Gasströmung in Öfen wurden in andere Fachgruppen eingereiht, mit denen sie innerlich nichts zu tun hatten, und gingen so völlig verloren.

Mehr beachtet wurde der tschechoslowakische Bericht über Eigenschaften von Hochdruckdampf. Denn die dauernde Druckerhöhung der Kraftwerke macht die Erweiterung der Dampftafeln nötig, und nach Abschluß der Arbeiten in den einzelnen Ländern ist ein Vergleich der Methoden und Ergebnisse mit dem Ziel international anerkannter Dampftafeln anzustreben[2]). In den Vereinigten Staaten wurden in den letzten acht Jahren 100 000 $ für Forschungen an hochgespanntem Dampf ausgegeben.

Auf dem Gebiet industrieller Öfen scheint es vor allem nötig, eine richtige und allgemein anerkannte Begriffsbestimmung für den Ofenwirkungsgrad zu schaffen, wie es schon lange mit dem thermischen Wirkungsgrad der Kraftmaschinen geschehen ist. Ohne diese Grundlage ist ein Vergleich der internationalen Arbeiten nicht möglich, da, wie die Berichte zeigen, fast jeder Verfasser seine eigene Definition benutzt.

Bei Verwendung fester Brennstoffe haben sich selbsttätige Roste für unterbrochen arbeitende Öfen als zu teuer erwiesen. Gute Erfolge wurden in England mit Luftvorwärmung erzielt, und besonders zu erwähnen ist, daß die hierzu dienenden Stahlrohr-Rekuperatoren als Ersatz für gemauerte sich bis zu Eintrittstemperaturen der Abgase von 1100° bewährt haben sollen. Bei Luftvorwärmung

[2]) Vergl. *Knoblauch:* Die spezifische Wärme des überhitzten Wasserdampfes, Z. Bd. 72 (1928) S. 1733.

über 300 ° werden allerdings die Schlackenschwierigkeiten auf dem Rost zu groß. Die Verwendung von Kohlenstaub für die Öfen der Eisen- und Kupferindustrie nimmt in Amerika weiter zu; Berichte aus andern Ländern hierüber fehlen. Flüssige Brennstoffe bleiben wegen ihres hohen Preises trotz ihrer unbestrittenen Vorteile auf die Ursprungsgegenden und besondre Verfahren beschränkt.

Das weitaus wichtigste Gebiet industrieller Gasverwendung ist das Eisenhüttenwesen, und hier ist der deutsche Bericht grundlegend. Danach wird in Deutschland nunmehr der Turbine, die den Dampf aus Kesseln mit Gichtgasfeuerung erhält, der Vorzug vor der Gasmaschine gegeben, während große amerikanische Werke noch in der Verbindung beider Arten von Kraftmaschinen die beste Lösung sehen. Die Koksöfen werden mit gereinigtem Gichtgas von gleichbleibendem Druck beheizt, wodurch das Koksgas für die Stahlwerköfen frei wird. Siemens-Martin-Öfen können dann mit einem vorgewärmten Gemisch von Koks- und Gichtgas befeuert werden.

Die wichtigste Vorbedingung einer solchen Kupplung ist allerdings der Ausgleich von Gasanfall und Gasverbrauch. Ein französischer Bericht, der die gleichen Wege weist, berechnet, daß bei einer derartigen Kupplung von Hochöfen, Koksöfen und Martinöfen 1,75 t Steinkohle mit 26 vH flüchtigen Bestandteilen für die Erzeugung von 1 t Fertiggut nicht nur ausreichen, sondern noch 257 kWh Überschußenergie neben 25 kg Ammoniumsulfat, 10 kg Benzol, 50 kg Teer und 120 kg Feinkoks liefern, nachdem der ganze Kraft- und Wärmebedarf des gemischten Werkes gedeckt ist.

Von allgemeinen Angaben über die Gasverwendung industrieller Werke sei nur noch erwähnt, daß nach dem Bericht der amerikanischen Gas-Association in den Vereinigten Staaten der Verbrauch an Industriegas in den letzten acht Jahren um 93 vH gestiegen ist. Im übrigen beschränkten sich die Berichte auf herausgegriffene Gebiete, aus denen allgemeine Schlüsse auf bestimmte Entwicklungslinien nicht gezogen werden können.

Nur aus den Berichten über Zementherstellung geht hervor, daß der Welt-Zementverbrauch etwa 59 Mill. t jährlich beträgt, wofür 24 Mill. t Brennstoff verfeuert werden; davon könnten allerdings noch etwa 20 vH gespart werden. Das wirksamste Mittel hierfür ist, Abhitzekessel an die Drehöfen anzuschließen. So sind z. B. in Japan bei 18 von 30 Zementwerken im ganzen Maschinen von 54 000 kW für Betrieb mit Abhitzedampf vorhanden, womit jährlich 500 000 t Kohlen erspart wurden.

Die elektrische Beheizung industrieller Öfen macht ständige Fortschritte. Vor allem sind es die Nieder- und Mitteltemperaturprozesse bis zu etwa 600 °, bei denen die Vorteile der Regelbarkeit, Sauberkeit und des besseren Wärmehaushalts die Nachteile der höheren Wärmekosten überwiegen. Auch bedeutet die Abgabe großer Nachtstrommengen eine wesentliche Hilfe für schwachbelastete Kraftwerke und ermöglicht ihnen eine billige Preisstellung. In den Vereinigten Staaten versorgen Maschinen von rd. 2 Mill. kW, entsprechend 10 vH der Gesamtzahl, industrielle Heizungen, und die großen Elektrizitätsgesellschaften setzen alles daran, diese Abgabe zum Nutzen ihrer Belastungslinien zu erhöhen, besonders, da eine 1926 aufgestellte Statistik die Möglichkeit gezeigt hat, 47 Mill. kW für Heizungszwecke abzugeben.

Eine der Gruppen, die am besten mit Berichten beschickt wurde, war die der Haushaltheizung; die Schlußfolgerungen des Konferenzberichtes seien nachstehend mitgeteilt:

„Die Zentralheizung nimmt immer mehr zu. Am meisten werden hierbei feste Brennstoffe verfeuert, aber auch Öl, Gas und selbst Elektrizität finden steigende Verwendung. Gas- und in zweiter Linie elektrische Öfen ersetzen die offenen Kaminfeuer und die nur zeitweise geheizten Öfen und werden in ausgedehntem Maß in Verbindung mit Zentralheizung benutzt. Die Öfen für feste Brennstoffe sind sehr verbessert worden, und Kohle wird durch Koks ersetzt. In der Küche nimmt der Gasverbrauch sehr stark zu, weniger der Stromverbrauch. Das ist besonders in Städten der Fall, wo in absehbarer Zeit kein fester Brennstoff mehr zu Kochzwecken verwendet werden wird. Ebenso nimmt die Gasverwendung für die Warmwasserheizung zu, besonders da, wo unterbrochener Bedarf vorliegt oder Selbstregelung von Wichtigkeit ist. Sehr oft werden auch selbständige, mit Koks geheizte Warmwasserkessel neben Kochgas benutzt. Elektrische Warmwasserbereitung wird meistens da empfohlen, wo Strom zu herabgesetztem Tarif aus Schwachlasten der Kraftwerke beziehbar ist.“

Die Schlüsse dürften für Deutschland höchstens in den ausgesprochenen Steinkohlenbezirken zutreffen; dagegen beweist die ständige Zunahme der Braunkohlenbriketts als Haushaltkohle, daß von einem Rückgang fester Brennstoffe in ihrem Wirkungsbereich keine Rede ist.

Wärmewirtschaft

Obwohl der größte Teil der Berichte neben der technischen auch die wirtschaftliche Seite stark hervorhebt, behandeln doch einige die vorwiegend organisatorischen Maßnahmen und allgemeinen Richtlinien zur Hebung der Brennstoffwirtschaft. In der Verwertung von Abhitze, für die die Bezeichnung Überschußwärme empfohlen wird, nimmt die Dampferzeugung in allen Fällen, wo Dampfbedarf vorliegt, ständig zu, wobei für niedrige Gastemperaturen der Rauchrohrkessel das Feld beherrscht. Die Vorwärmung der Verbrennungsluft in Rekuperatoren scheint vielfach zugunsten der Dampferzeugung verlassen zu werden. Es sind riesige Energiemengen, die heute durch Abhitzedampf erzeugt werden, und besonders die Eisenindustrie ist hierbei führend gewesen.

Wohl in allen Industrieländern haben sich Organisationen zur Überwachung und Verbesserung der Brennstoffwirtschaft gebildet. Teils sind sie Einrichtungen einzelner Industrie- oder Betriebzweige, wie z. B. der deutsche Bericht über die Brennstoffwirtschaft der Reichsbahn zeigt, teils sind sie auch allgemeiner Art, und ihr Aufgabenkreis umfaßt mehr grundsätzliche Brennstofffragen.

In der Entwicklung sind daher zu unterscheiden Organisationen zur Betriebsüberwachung (z. B. Dampfkessel-Überwachungsvereine oder Wärmewirtschaftsstellen der einzelnen Industrien), Forschung, Ausbildung und schließlich Aufklärung der Verbraucher. Sehr oft ist auch die Bearbeitung aller dieser Aufgaben in einer einzigen Stelle zusammengefaßt. Ausführliche Berichte darüber liegen nur von Deutschland und England vor, und sie zeigen, daß diese Entwicklung in Deutschland ohne jede geldliche Staatshilfe, in England dagegen unter starker Inanspruchnahme staatlicher Mittel vor sich gegangen ist.

Trotz der niedrigeren Kohlenpreise werden die wärmewirtschaftlichen Bestrebungen fortgesetzt, da man erkannt hat, daß eine sorgfältige Brennstoffwirtschaft, selbst in Fällen, wo der Anteil der Kohlenkosten gering ist, gewöhnlich auch mit einer Verbesserung der anderen Arbeitsverrichtungen verbunden ist. Einmal — einerlei auf welchem Gebiet — gewecktes wirtschaftliches Empfinden greift eben auf die ganze Erzeugung über. Über die zweckmäßigste Ausbildung der Wärmeingenieure gingen die Ansichten allerdings stark auseinander.

Zusammenfassung

Blickt man auf die Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz zurück, so ist wohl der stärkste Eindruck der des Weltkohlenproblems. Auf der Erzeugerseite überreichliche, zum Teil noch aus dem Krieg herrührende Erzeugungsmittel, auf der Verbraucherseite das Bestreben, den Brennstoffverbrauch mit allen Mitteln, oft sogar mit unwirtschaftlich hohen Kapitalkosten, einzuschränken. Einen Ausgleich dieser Gegensätze durch die persönliche Fühlungnahme der Fachleute aller Völker anzubahnen, dürfte neben der technischen Ausbeute der wichtigste Erfolg der Konferenz gewesen sein, und diese Fühlungnahme wurde begünstigt durch die nicht zu überbietende Gastlichkeit der englischen Regierung und der englischen Veranstalter. Blickt man vorwärts, so erkennt man die Notwendigkeit, für die 1930 in Berlin stattfindende Weltkraftkonferenz möglichst bald ein Rahmenwerk zu schaffen, in dem die Berichte und Aussprachen aller Völker ein umfassendes und übersichtliches Bild ergeben. [B 2290]

Die Stahlbauweise im Maschinenbau

Von Dr.-Ing. CARL KRUG, Frankfurt a. M.

Infolge der Entwicklung der neueren Schweißtechnik ist ein Wechsel der Baustoffe im Maschinenbau und insonderheit im Werkzeugmaschinenbau möglich geworden: Beziehung zwischen Werkstoffeigenschaften — Größe der zu erwartenden Ersparnisse beim Übergang zur Stahlbauweise — Neue Aufgaben hinsichtlich äußerer Gestaltung und inneren Aufbaues — Vorteile der neuen Bauweise.

Die Fortschritte der neueren Schweißtechnik ermöglichen es, von dem bisher fast allgemein für die Maschinenkörper verwendeten Gußeisen abzugehen und die Maschinen aus Stahl in der Form von gewalzten oder gezogenen Blechen, Trägern, Stäben und Rohren zusammenzubauen. Das bedeutet eine Entwicklung im Werkzeugmaschinenbau und in großen Zweigen des allgemeinen Maschinenbaues, die vielfach eine Umwälzung bedeuten wird[1]). Deshalb sollen nachstehende Ausführungen auf die Grundzüge und die zu erwartenden Ergebnisse dieser Entwicklung aufmerksam machen.

Einflüsse der Werkstoffeigenschaften

Wir betrachten einen beliebigen Bauteil, ein beliebiges Bauglied einer Werkzeugmaschine.

Es sei:

- P die vom Werkzeug ausgeübte Kraft in kg,
- f die Federung des Maschinengliedes in Richtung von P in cm,
- l die freie Länge des Maschinengliedes in cm,
- q seine Querschnittfläche in cm²,
- V der Werkstoffaufwand für das Maschinenglied in cm³,
- α die Dehnungszahl des Werkstoffes in cm²/kg.
- E das Elastizitätsmaß (der Elastizitätsmodul) des Werkstoffes in kg/cm²,
- λ die Dehnung unter der Wirkung von P in cm,
- σ die Zugspannung in kg/cm².

Es ist $P = q\,\sigma$;

durch beiderseitige Erweiterung mit $\frac{l}{\lambda}$ und Einsetzen von $q\,l = V$ und $\frac{\lambda}{l} = \alpha\,\sigma$ ergibt sich

$$V = l^2\,\alpha\,\frac{P}{\lambda}.$$

Ersetzen wir im elastischen Gebiete die Dehnung λ durch die Federung f, so wird

$$V = l^2\,\alpha\,\frac{P}{f} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1);$$

hieraus ergibt sich

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{E_2}{E_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2),$$

wenn die Freilänge l und die Starrheit $\frac{P}{f}$ gleich bleiben sollen[2]).

Wir erhalten somit die wichtige Lehre, daß **bei gleichem Starrheitsgrad die Werkstoffaufwände sich verhalten wie die Dehnungszahlen oder umgekehrt wie das Elastizitätsmaß (Elastizitätsmodul) des Werkstoffes.** Im Schrifttum finden sich hierüber z. T. irrige Angaben.

Die obigen Betrachtungen gelten für reinen Zug und sinngemäß auch für Druck. Im Maschinenbau kommt diese Beanspruchungsart jedoch selten rein vor. Zur Erweiterung auf den Fall der Biegung beziehen wir uns auf die in meinem Aufsatz „Zum Begriff „Starrheit" bei Werkzeugmaschinen"[2]) enthaltenen Ergebnisse.

Es bezeichne weiterhin:

- J_b das Trägheitsmoment in cm⁴,
- b die Querschnittbreite oder Wanddicke in cm,
- n den Gedrungenheitsgrad des betrachteten Ma[-]schinengliedes, d. h. das Verhältnis von Que[r]schnitthöhe zu Freilänge,
- $\varkappa$, C und $C' = \frac{1}{C}$ Beiwerte.

Aus Gl. (14) des genannten Aufsatzes,

$$\frac{P}{f} = \varkappa\,\frac{n^2}{l^2}\,V$$

folgt, wenn aus der zugehörigen Gl. (10)

$$f = \frac{C'\,\alpha\,V\,\sigma^2}{P}$$

eingesetzt wird,

$$V^2 = \frac{P^2\,l^2}{C'\,\varkappa\,\alpha\,n^2\,\sigma^2}.$$

Für den Übergang vom Werkstoff mit der Dehnungs[-]zahl α_1 (Elastizitätsmaß E_1) zum Werkstoff mit der Deh[-]nungszahl α_2 (Elastizitätsmaß E_2) ergibt sich dann

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{\alpha_2}{\alpha_1}} = \sqrt{\frac{E_1}{E_2}} \quad \ldots\ldots\ldots (3$$

wenn P, l, n, C', $\varkappa$ und σ gleich bleiben, d. h. wenn Be[-]lastung, Freilänge, Gedrungenheitsgrad, Einspannbedin[-]gungen, Verteilung der Spannungen über den Querschnit[t], die Querschnittform und die **Stoffanstrengun[g]** gleich bleiben sollen. In diesem Falle verhalten sich als[o] **die Werkstoffaufwendungen umgekehr[t] verhältnisgleich den Quadratwurzel[n] aus den Dehnungswurzeln oder verhält[-]nisgleich den Quadratwurzeln aus de[n] Elastizitätsmaßen (Elastizitätsmoduln) des Werkstoffes.** Daraus folgt, daß man den klein[-]sten Werkstoffaufwand mit dem Werkstoff der größte[n] Dehnungszahl, also dem nachgiebigsten Werkstoff erzielt. Der Anschauung widerspricht dies. Man schreibt den steifsten Werkstoff den kleinsten Aufwand zu. In der Ta[t] wird aber das obige Ergebnis durch die Forderung ver[-]ursacht, daß beide Male die **Werkstoffanstren[-]gung** dieselbe sein soll. Es ist aber gerade das Wese[n] des festeren Stoffes, daß man ihm eine höhere Beanspru[-]chung zumuten kann. Wir lassen also die Forderung gleicher Stoffanstrengung fallen und stellen die Forde[-]rung auf, daß die **Dehnung der äußersten Fase[r]** gleich bleiben soll.

Setzen wir $\alpha\,\sigma^2 = \frac{\alpha^2\,\sigma^2}{\alpha}$ und führen die Dehnung de[r] Längeneinheit $\varepsilon = \frac{\lambda}{l} = \alpha\,\sigma$ ein, so erhalten wir

$$V = \frac{C\,\alpha\,P\,f}{\varepsilon^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

Es sollen nun Belastung, Durchbiegung, Einspannung, Spannungsverteilung, Querschnittform und Dehnung der **äußersten Faser** gleich bleiben. Damit erhalten wi[r] für verschiedene Werkstoffe

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{E_2}{E_1},$$

da im Zähler und Nenner die gleichbleibenden Größen C, P, f, ε einander aufheben; d. h. **die Werkstoffaufwendungen verhalten sich jetzt wie die Dehnungszahlen oder umgekehrt wie die Elastizitätsmasse (Elastizitätsmoduln) der Werkstoffe,** dasselbe Ergebnis wie Gl. (2) bei reinem Zug.

Es ist bekanntlich

$$\nu^2 \approx \frac{1}{f},$$

wenn ν die Eigenschwingungszahl des Maschinengliedes ist. Dann wird unter den gleichen Voraussetzungen wie bei Gl. (4)

$$V_1 = \frac{\alpha_1}{\nu_1^2} \text{ und } V_2 = \frac{\alpha_2}{\nu_2^2},$$

also

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\alpha_1\,\nu_2^2}{\alpha_2\,\nu_1^2}.$$

[1]) Vergl. *Hilpert*, Einfluß des Schweißens auf die Gestaltung, Z. Bd. 71 (1927) S. 1449, und *Lewinnek*, Elektrische Maschinen aus geschweißtem Walzeisen, Z. Bd. 71 (1927) S. 1760.

[2]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 160.

Da aber für gleiche Freilänge und Starrheit nach Gl. (2) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{a_1}{a_2}$ sein soll, so muß $\nu_1 = \nu_2$ sein. Sind also die Abmessungen so gewählt, daß Gl. (2) erfüllt ist, so haben die Bauteile auch gleiche Eigenschwingungszahlen und gleiche Schwingungsfestigkeit.

Verringert man beim Bau der Maschinen aus Stahl die Wanddicke noch mehr, so muß nach der Gleichung

$$f = \frac{\varkappa'' P}{b\, n^3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5),$$

wenn die Starrheit $\frac{P}{f}$ beibehalten wird, also

$$b\, n^3 = k = \varkappa'' \frac{P}{f} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

sein soll, mit abnehmender Querschnittbreite b der Gedrungenheitsgrad n erhöht werden. Aus Gl. (6) erhalten wir

$$n = k^{1/3}\, b^{-1/3}$$

und durch Ableitung von n nach b

$$\frac{d\, n}{d\, b} = \frac{d\,(k^{1/3}\, b^{-1/3})}{d\, b} = -\frac{k^{1/3}}{3} \cdot b^{-4/3}.$$

Rechts des Kurvenpunktes b, Abb. 1, dadurch ausgezeichnet, daß $\frac{d\, n}{d\, b} = 1$ ist, wachsen die Abszissen rascher als die zugehörigen Ordinaten abnehmen; seine Koordinaten sind

$$b = \mp \sqrt[4]{\frac{k}{27}} \quad \text{und} \quad n = \mp \sqrt[4]{3\,k}.$$

Bei der Auswertung verschwinden die negativen Werte, wenn man die negativen Wurzelwerte wählt.

Von dem Punkte

$$b = \sqrt[4]{\frac{k}{27}}, \quad n = \sqrt[4]{3\,k}$$

ab nach rechts sind somit schon kleine Änderungen des Gedrungenheitsgrades n imstande, größere Änderungen der Querschnittbreite oder Wanddicke b auszugleichen.

Abb. 1 zeigt den Verlauf der Kurve $b\, n^3 = k$ mit dem Scheitelpunkt, für den $d\, n = d\, b$ ist.

Werkstoffersparnis

Bezeichnen wir die Kosten für die aufgewendete Werkstoffmenge V_1 mit a_1 und die für die Werkstoffmenge V_2 mit a_2, so beträgt die Werkstoffersparnis:

$$\mathfrak{E} = \frac{V_1\, a_1 - V_2\, a_2}{V_1\, a_1} \cdot 100 \text{ vH}.$$

Nach Gl. (2) ist $V_2 = V_1 \frac{a_2}{a_1}$. Wenn wir $a_1 = m\, a_2$ einführen, worin m das Verhältnis des Gußeisenpreises zum Walzstahlpreis bezeichnet, so wird

$$\mathfrak{E} = \left(1 - \frac{a_2}{a_1} \frac{1}{m}\right) \cdot 100 \text{ vH} \quad \ldots\ldots\ldots (7).$$

Wir erhalten beispielsweise für

$$a_1 = \frac{1}{800\,000} \quad \text{und} \quad a_2 = \frac{1}{2\,000\,000},$$

also

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{2{,}5}$$

die in Abb. 2 dargestellten Ersparnisse.

Die Werkstoffersparnisse sind also recht erheblich, sind aber damit keineswegs erschöpft. Voraussetzung der obigen Beziehungen ist die Bedingung gleicher Starrheit. Nun ist in Wirklichkeit von vornherein der Werkstoffaufwand beim Gußeisen für einen bestimmten Starrheitsgrad in der Regel viel höher, als er an sich zu sein braucht. Lediglich die Rücksicht auf form- und gießtechnische Gründe hat bei der Bemessung der einzelnen Bauglieder zu unnötig großen Stoffanhäufungen, insbesondere an den Übergangstellen geführt, ganz abgesehen davon, daß schon die Wandstärken beim Gußeisen aus den sattsam bekannten Gründen leider wesentlich höher sind, als den Starrheitsbedingungen entsprechen würde. Beim Übergang zum Walzstahl fallen alle diese Übelstände weg, so daß man nun in der Tat den Werkstoff dort anhäufen kann, wo er am besten ausgenutzt wird. Damit ergeben sich noch weitere erhebliche Ersparnisse.

Aber auch hiermit ist die Kette der Werkstoffersparnisse noch nicht zu Ende. Aus Bearbeitungsrücksichten muß das Gußeisen-Werkstück mit Übermaß angeliefert werden, das durch Zerspanung wieder abzunehmen ist. Auch dieser Mehraufwand fällt zum größten Teil beim Stahl weg.

Einfluß des Werkstoffes auf die Form

Die Abkehr von einem Werkstoff, der seine Formgebung durch ein Gießverfahren erhalten hat, bedeutet natürlich auch eine Abkehr von den diesem Verfahren eigenen Formen. Äußerlich werden die geschwungenen Übergänge, Wulste und Rundungen, die durch die Rücksicht auf das Ausheben des Modells bedingte Schräge der Wände, sowie die stark ab- und ausgerundeten Ecken und Winkel verschwinden und geradlinigen, rechteckigen, kantigen und scharfwinkligen Formen Platz machen. Von der konstruktiven Seite aus wird man eine Fülle neuer Bearbeitungs- und Gestaltungsaufgaben lösen müssen, insbesondre hinsichtlich der günstigsten Werkstoffanordnung und der Aufgabe, die bewegten Maschinenteile mit

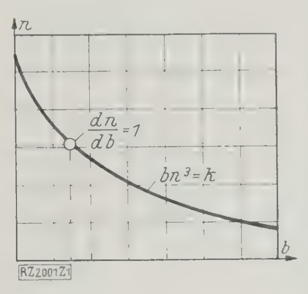


Abb. 1
Beziehungen zwischen Querschnittbreite b und Gedrungenheitsgrad n.

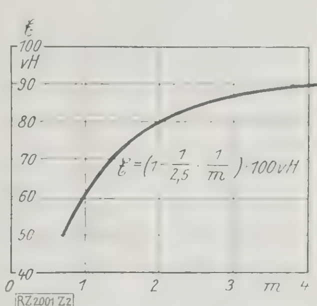


Abb. 2
Werkstoffersparnisse 𝔈, abhängig von dem Verhältnis m des Gußeisenpreises zum Walzstahlpreis.

ihren Führungs- und Lagerflächen an und in dem Maschinenkörper unterzubringen, sowie hinsichtlich des planmäßigen Aufbaues größerer Maschinenkörper möglichst aus Normteilen, ihres Zusammenbaues und ihrer Zerlegung. Das gleiche wird man von dem Fertigungsmann für den Aufbau der Maschine und insbesondre für die Entwicklung der Schweißtechnik für dieses Sondergebiet verlangen müssen.

Vorteile der Stahlbauweise

Unter der Voraussetzung, daß diese Aufgaben gelöst sind, ergibt die Einführung der Stahlbauweise in den Werkzeugmaschinenbau und auch in weite Gebiete des Maschinenbaues die Aussicht auf eine Reihe von Vorteilen, die nachstehend kurz aufgeführt werden mögen:

I. In der Fertigung:

a) unmittelbare Ersparnis an Kosten für
   1. Werkstoff,
   2. Bearbeitung auf Werkzeugmaschinen,
   3. Beförderung,
   4. Spachteln und Streichen;
b) mittelbare Ersparnisse durch Wegfall
   5. von Modellen, der Instandhaltung von Modellen und der hohen Feuerversicherungskosten dafür,
   6. von Ausschuß- und Bruchschäden und der Versicherungskosten hierfür,
   7. von Gußlagern, insbesondre bei Gußstücken von Genauigkeitsmaschinen, die altern sollen,

8. von Stockungen in der Fertigung infolge Ausschußwerdens, Streiks bei den Gießereien und sonstiger Lieferverzögerungen, wogegen der handelsübliche Walzstahl meist unmittelbar vom Lager genommen werden kann,
9. von schweren, sperrigen, häufig schlecht ausgenutzten Werkzeugmaschinen, infolgedessen niedrigere Platz- und Instandhaltungskosten und bessere Ausnutzung der Fertigungsräume,
10. von schweren Hebezeugen und Fördergeräten,
11. von auswärtigen Arbeiten, wodurch ein größerer Teil der Umsatzsumme in eigene Rechnung kommt und der Unkostenzuschlag durch Erhöhung der Summe von produktiven Löhnen sinkt.

II. Im Verkauf:

1. erhöhte Bruchsicherheit,
2. leichte, billige Maschinen,
3. rasche Fertigstellung besondrer und neuer Bauarten,
4. kein Zuschlag für anteilige Modellkosten,
5. geringe Bruchgefahr bei der Verfrachtung,
6. Frachtvorteile, besonders für die Ausfuhr.

Besondere Kosten der Walzstahl-Bauweise

Dem stehen gegenüber die besondern Kosten für den Bau aus Walzstahl:

1. für das Schneiden, Zusammenpassen und Schweißen,
2. für die neuen Einrichtungen dafür,
3. für die Versuche und das Versuchsfeld, also das Lehrgeld für eine neue Technik,
4. für die Ein- und Umschulung von Meistern, Vorarbeitern und Arbeitern.

Der geistige Aufwand für die Schaffung neuer Bauformen und Bauteile und für die Lösung der neuen Fertigungsaufgaben, um die Stahlbauweise im Werkzeugmaschinenbau und in den geeigneten Gebieten des Maschinenbaues anzuwenden, wird somit einen erheblichen technischen Fortschritt und eine überaus wichtige, wirtschaftliche Auswirkung erzielen. [B 2001]

Verpackungsfragen

Etwa 200 Teilnehmer aus allen Wirtschaftskreisen waren der Einladung des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung nach Bremen gefolgt. In der am 27. und 28. Sept. 1928 abgehaltenen Tagung des Ausschusses „Verpackungswesen“[1]) des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung fand zunächst eine Vorführung von neuen Verschlüssen und Sicherungen für Verpackungszwecke durch die Herstellerfirmen statt. Es wurden einzelne Verschlüsse für Kartonverpackungen, Klebstreifenverschlüsse, ferner Plomben aller Art, Umschnürungen mit Bindfaden, Draht und Stahlband gezeigt, weiterhin Kistenklammern, Kistensiegel, Verschlußvorrichtungen behandelt und praktisch vorgeführt.

Der Rundgang durch die Lagerschuppen zeigte, daß sich gegenüber den Vorjahren schon manches auf dem Gebiete des Verpackungswesens gebessert hat, daß anderseits aber auch noch manche Ersparnisse möglich sind. Man sah Kisten, bei denen noch zu dickes und zu frisches Holz verwendet war. Auch die Vernagelung der Kisten und Verschläge läßt noch viel zu wünschen übrig. Die Nägel sitzen zum Teil zu eng, so daß die Spaltungen im Holz von einem Nagel bis zum andern reichen, zum Teil werden auch zu viel und zu große Nägel eingeschlagen.

Hinsichtlich der Umschnürungen wurde festgestellt, daß noch an vielen Kisten Bandeisen um die Kanten genagelt war und dieses, durch Stechkarren und das Schleifen der Kiste über den Erdboden gelockert, zum Teil gerissen war. Zum Teil beobachtet man bei ganz großen Kisten mit schwerem Inhalt noch Drahtumschnürungen, die über diese große Fläche gespannt, für das schwere Gewicht keine wirkungsvolle Festigung bedeuten können. Es ist vielfach noch nicht bekannt, daß Metallband, richtig und zweckmäßig angebracht, außer Ersparnissen verschiedener Art auch die Außenleisten ersetzt, die im Überseeverkehr bei der Frachtbemessung nach dem eingenommenen Raum eine bedeutende Mehrfracht bewirken. Man sah Verschläge falscher Konstruktion mit falscher Ausnutzung des Raumes. Besonders interessant war für die Teilnehmer eine Zusammenstellung aller im Hafenumschlag verwendeten Hilfsmittel zur leichteren Bewegung der verschiedenartigen Stückgüter, z. B. Ketten, kleine Karren, Schlingen, Elektrokarren u. dergl.

Bei dieser Besichtigung hatten die Teilnehmer die Freude, Zeuge der Umladung des Junkers-Flugzeuges „Bremen“ zu sein, das gerade auf dem Lloyddampfer „Krefeld“ angekommen war.

Der zweite Tag diente den sachlichen Beratungen. Dipl.-Ing. *Setzermann* berichtete zunächst über

Aufgaben und Ziele auf dem Gebiete der Verpackung.

Als Aufgaben, die einer besonderen Bearbeitung unterzogen werden sollen, wurde die Aufstellung von internationalen Merkzeichen für Verpackungsgüter und die Bearbeitung von Berichten über Schäden an Überseegütern genannt. Die Schäden der Versandgüter in Übersee sind zum größten Teil darauf zurückzuführen, daß die Hafen- und Transportarbeiter die Markierungen in den verschiedenen Sprachen nicht lesen können. Hier sollen Symbole verwandt werden, die sinnfällig einfach und klar auch Analphabeten die entsprechende Behandlung des Gutes kenntlich machen. Symbole z. B. für „zerbrechlich“, „nicht kanten“, „Gift“, „vorsichtig öffnen“, für die Schwerpunktbezeichnung usw. wirken auffälliger als alle Aufschriften.

Auch die Bearbeitung einzelner Verpackungsstoffe hinsichtlich ihrer Verwendung für Verpackungszwecke, z. B. von Papier und Pappe, Blech usw., wurde als neue Aufgabe benannt. In Zusammenarbeit mit der Reichsbahn und den Wirtschaftsverbänden sollen die Verhandlungen über mangelhafte Verpackung in die Wege geleitet werden.

Dipl.-Ing. *Fischer*, Berlin, erläuterte in seinem Vortrag

Erfahrungen mit neuen Verpackungsmethoden

die Möglichkeiten von Ersparnissen durch wohlüberlegte Ausnutzung der zweckmäßigsten zur Verfügung stehenden Packmittel. An der Hand zahlreicher Abbildungen wurde beschrieben, wie Holzkisten durch Pappbehälter ersetzt und hierdurch beträchtliche Ersparnisse an Gewicht und Fracht erzielt worden sind. Für zerbrechliche Gegenstände hat sich ein neues Packmittel, der Pappenguß, ein bedeutendes Anwendungsfeld dadurch gesichert, daß die äußere Formgebung sich ganz dem Inhalt anpassen läßt und durch geeignete federnde Rippen und Versteifungen den Gegenständen ein fester und zugleich elastischer Halt gegeben werden kann. Bei vielen Gegenständen sind Holzkisten durch Verschläge ersetzt worden. Einige Fälle wurden erwähnt, bei denen Verbesserungen an der Verpackung vorgenommen wurden, die zwar eine Verteuerung bringen, letzten Endes aber eine erhöhte Sicherheit und Beseitigung der Bruchgefahr bedeuten. So ist z. B. die neue Verpackung für den Projektor einer Kinomaschine um 6,5 vH schwerer und 35 vH teurer, durch den Fortfall von Beschädigungen aber wirtschaftlicher. Ganz besonders empfindliche Teile, wie z. B. Quecksilber-Dampfgleichrichter, werden in federnden Drahtgurten gelagert. Besonders große und schwere Verpackungen werden immer mehr zu ausgesprochenen Konstruktionen.

Der Vortrag von Dir. *Kettler* war dem

Einfluß der Tropen auf die seemäßige Verpackung

gewidmet. Da die Waren in tropischen Ländern zum Teil noch auf offener Reede abgenommen werden müssen, ist es wichtig, die Verpackungen diesen Umständen anzupassen. Die Art des Schutzes gegen den Einfluß der Tropen richtet sich natürlich auch nach der Art des verpackten Gutes. Auch ist zu berücksichtigen, daß nicht nur das Umladen selbst, sondern auch eine Weiterbeförderung auf Flüssen, Seen und mit Lasttieren in Übersee notwendig ist. Gegen Feuchtigkeit sollten besonders empfindliche Gegenstände, z. B. Zigarren, für die Tropen stets in Zink eingelötet und dann in Kisten verpackt werden. Bei andern Waren, z. B. Maschinen, hat sich das Ausschlagen der Kiste mit Ölpapier und das Einfetten der blanken Teile als ebensoguter Schutz wie die teuren Zinkkisten erwiesen.

Die weiteren Beratungen des Ausschusses Verpackungswesen galten dem organisatorischen Aufbau des Ausschusses.

Berlin [N 2107] Dr.-Ing. *Weicken*

[1]) Die Vorträge und ein eingehender Bericht über sämtliche Vorführungen sind als Sonderheft der Zeitschrift „Die Verpackung“ erschienen.

Elektrizitätszähler und Tarif-Meßeinrichtungen

Von Dipl.-Ing. F. FERRARI, Berlin

Der grundsätzliche Aufbau und die Wirkungsweise der normalen Zähler sind unverändert beibehalten worden. Der Fortschritt der letzten Jahre liegt in der baulichen und meßtechnischen Vervollkommnung. Sehr umfangreich ist die Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet der Tarifapparate. In Anlehnung an die gebräuchlichen Tarifarten werden die von der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft, Berlin, hergestellten hauptsächlichen Formen der Meßeinrichtungen behandelt.

Die Entwicklung der Elektrizitätszähler in den letzten Jahren[1]) ist dadurch gekennzeichnet, daß die seit vielen Jahren schon eingebürgerten Bauarten konstruktiv vervollkommnet worden sind. Infolge der Fortschritte in der Fertigungstechnik und mit Hilfe der Forschungen konnte man die Abmessungen verkleinern, die Werkstoffe höher ausnutzen und die Meßgenauigkeit weiter verbessern.

Als Gleichstromzähler haben sich die Magnetmotorzähler erhalten, bei denen die stromdurchflossene, im Nebenschluß geschaltete Wicklung auf einer Aluminiumtrommel oder in einer Aluminiumscheibe untergebracht ist. Auch die dynamometrischen Zähler mit umlaufenden Ankern sind in den letzten Jahren nicht wesentlich geändert worden, ebenso wenig wie die dynamometrischen Gleichstromzähler mit schwingenden Ankern.

Hochstromzähler für Gleichstrom

Einen beachtenswerten Fortschritt auf dem Gebiete der Hochstromzähler für Gleichstrom stellt der stromspulenlose Zähler mit schwingendem Anker dar, Abb. 1. Mit Rücksicht darauf, daß die Stromspulen der Gleichstromzähler für mehr als 200 A ungünstig groß wurden, schloß man meist Zähler für etwa 30 bis 50 A an Nebenwiderstände, die in die Hauptleitungen eingeschaltet wurden, an. Diese Nebenwiderstände brauchten bei Stromstärken von einigen tausend Ampere, die in chemischen und Bahnbetrieben nicht selten sind, nicht nur viel Werkstoff und Platz, sie waren auch verlustbringende Stromverbraucher. Die magnetischen Felder der hohen Gleichströme beeinflußten die Meßgenauigkeit ungünstig, wenn die Zähler nicht angemessen weit entfernt von den Hauptstromleitungen hingen. Bei langen Leitungen hinwieder machte sich u. U. auch der Einfluß des Temperaturbeiwertes geltend; Verbindungsleitungen mit kleinem Temperaturbeiwert hätten hohen Spannungsabfall in den Nebenwiderständen und höhere Meßverluste zur Folge gehabt. Der neue Hochstromzähler für Gleichstrom braucht weder Nebenwiderstände oder Leitungen, noch große eigene Stromspulen. Er besteht lediglich aus einer

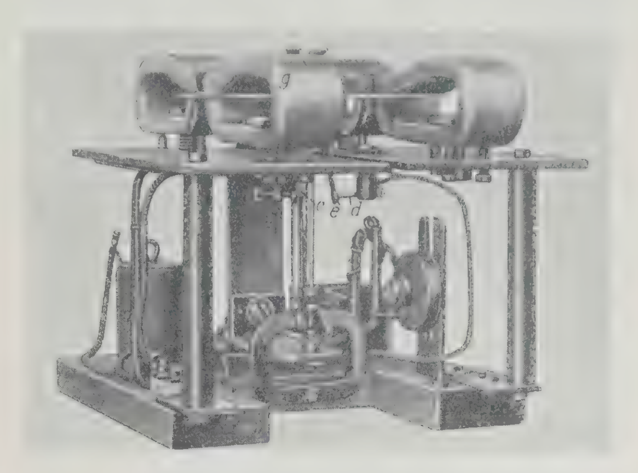


Abb. 1. Stromspulenloser AEG-Hochstromzähler mit schwingendem Anker für Gleichstrom.

a schwingende Spule
b unteres Lager
c, d nachstellbare Anschlagkontaktstifte
e Kontaktfahne an der Achse der schwingenden Spule
f Bremsschieber
g Bremsmagnete

an die Spannung gelegten Spule, die, durch ein Umschaltrelais gesteuert, unter dem Einfluß des Feldes des Sammelschienenstromes hin und her schwingt. Die Schwingungszahl ist dem Sammelschienenstrom verhältnisgleich, so daß der Verbrauch des Stromkreises durch die Anzahl der Schwingungen bestimmt wird. Von dem Zähler auf der Sammelschiene führt eine vieradrige Kontaktleitung geringen Querschnitts zu einem Fernzählwerk auf einer Schalttafel oder in einem Bureauraum, das die bei jedem Richtungswechsel des Ankers gegebenen Stromstöße aufzeichnet. Bei entsprechender Übersetzung kann man unmittelbar die Kilowattstunden ablesen.

Induktionszähler

Bei den Induktionszählern wird das dynamometrische Ferrarisprinzip: in Einphasenstromzählern mit einem Meßwerk, in Drehstrom-Dreileiterzählern mit zwei und in

[1]) Vergl. *Schmiedel,* Die Entwicklung der Elektrizitätszähler nach dem Kriege, Z. Bd. 66 (1922) S. 300.

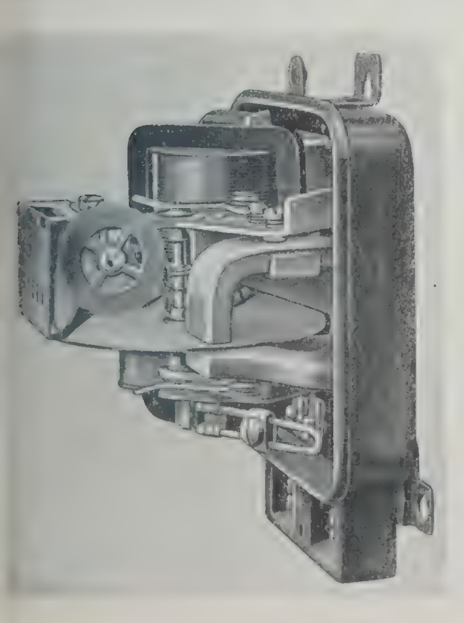


Abb. 2 (links) Einheits-Wechselstromzähler der AEG für Kleinabnehmer.

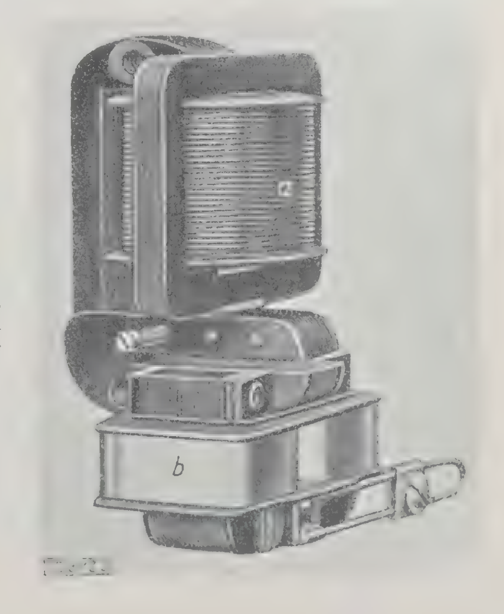


Abb. 3 Magnetsystem des Zählers Abb. 2. Die Stromspulen haben hoch überlastbare Bandwicklung.

a Spannungsspule
b Stromspulen

Drehstrom-Vierleiterzählern mit drei Meßwerken überall angewendet. Der Aufbau aller dieser Zähler wurde nur unwesentlich geändert, in erster Linie strebte man, die Meßgenauigkeit zu erhöhen.

Die meisten elektrischen Anlagen werden heute mit einphasig eingeführtem Drehstrom versorgt. Der Anschlußwert dieser Anlagen nimmt stärker zu. Dies zwang dazu, ganz besonders bei den Einphasen-Wechselstromzählern hohe Meßgenauigkeit über einen sehr großen Bereich zu erstreben; denn in diesen Anlagen muß auch der Verbrauch bei niedriger Belastung genau gezählt werden. Kennzeichen der neuen Einphasen-Wechselstromzähler ist daher eine gegen früher viel flachere Fehlerkurve; Unterschiede sind nur in ihrer Bezeichnung festzustellen. Teils werden die neueren Zähler für 5 A mit verbesserter Fehlerkurve bei Überlastung als Kleinabnehmer-Zähler einheitlich ausgeführt, teils werden Zähler für 10 A Nennstrom bei hochempfindlichem Anlauf als Einheitszähler bezeichnet. Die verlangte Sicherheit gegen ungewöhnliche Überlastungen bedingte Erhöhung der Wärmefestigkeit der Stromspulen, die z. B. als Bandwicklungen Dauerbelastungen von 20 A vertragen, Abb. 2 und 3.

Einfluß der Tarife

Einen sehr großen Einfluß auf die Entwicklung der Zähler üben die zahlreichen verschiedenen Tarife aus, deren Bedeutung immer mehr zugenommen hat. Zu ihrem Verständnis seien die grundlegenden Bedingungen der Tarifbildung kurz gestreift.

Grundlagen der Preisbildung

Die Elektrizität ist nicht ohne größeren Aufwand speicherungsfähig; infolgedessen muß die Leistung der Anlagen für Elektrizitätserzeugung und -verteilung so bemessen werden, daß sie den höchsten überhaupt auftretenden Bedarf decken kann. Ein Blick auf das aus den 365 Tagesbelastungskurven eines Jahres zusammengesetzte Belastungsgebirge eines Elektrizitätswerkes zeigt, daß nur eine ziemlich kleine Leistung dauernd ausgenutzt wird, daß dagegen Belastungsspitzen auftreten, die nur wenige Stunden dauern[1b]). In den meisten deutschen Elektrizitätswerken beträgt die Benutzungsdauer der Höchstleistung nur 2000 bis 3000 h im Jahr.

Die Benutzungsdauer des Kraftwerkes kann man durch verschiedene technische Maßnahmen verbessern. Da die höchsten Spitzen verschiedener Kraftwerke sich vielfach zeitlich nicht decken, kann die Kupplung mehrerer Werke bereits zur besseren Ausnutzung der einzelnen Werke führen. Neue Wege sind in den letzten Jahren beschritten worden; sie gehen darauf hinaus, Grundlast und Spitzenlast in der Erzeugung zu trennen. Die Grundlast liefern — im Bau — teuere, aber billig arbeitende Werke, für die Spitzenlast werden billigere Einrichtungen vorgesehen, an deren Wirkungsgrad man keine hohen Anforderungen stellt. Der Spitzenstrom ist daher auch noch teuer, zumal die festen Kosten, bezogen auf die erzeugte elektrische Arbeit (kWh), bei der kurzen Benutzungsdauer hoch sind, obwohl die auf die eingebaute Leistung (kW) bezogenen festen Kosten niedrig sind.

Die Verlängerung der Benutzungsdauer bleibt daher auch trotz der technischen Fortschritte auf dem Gebiet der Spitzendeckung die Grundaufgabe der Elektrizitätswirtschaft, und es ist verständlich, daß der wirtschaftliche Stromabsatz immer mehr Beachtung gewinnt. Durch geeignete Strompreise kann man das Verhältnis zwischen Nachfrage und Angebot so gestalten, daß die zur Verfügung stehende Leistung möglichst gleichmäßig in Anspruch genommen wird.

Die Bestrebungen, die Wirtschaftlichkeit durch Regelung des Stromabsatzes zu heben, haben dazu geführt, daß der Einfachtarif immer mehr verschwindet. Da die Erzeugungskosten und die Verteilkosten, die festen Kosten und die beweglichen Kosten, bei den einzelnen Unternehmungen sehr verschieden sind, sowohl in ihrer Höhe als auch in ihrer Zusammensetzung, kann weder die Preislage gleich sein, noch können die Tarife selbst

[1b]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 528.



Abb. 4
Tragbarer Vergütungszähler.

einheitlich aufgebaut sein. Die Folge davon ist ein scheinbar unentwirrbare Vielgestaltigkeit der Tarif

Im Zusammenhang damit steht die Vielgestaltigke der Zähler für die verschiedenen Tarife; auch sie lasse sich, ebenso wie die Stromtarife, auf wenige Grundbedir gungen zurückführen.

Es ist zunächst zu unterscheiden zwischen dem Au bau der Tarife und ihrer Preislage.

Wertschätzungstarife

Die Preislage ist vielfach durch den Konkurrenzprei anderer Energieformen bestimmt, bei Großabnehmer auch durch die Selbstkosten bei eigener Erzeugung un allgemein durch den Grad der Wertschätzung des elek trischen Stromes. Die höchste Wertschätzung genießt da elektrische Licht; Kraftstrom dagegen tritt mit Gas- un Ölmaschinen in Wettbewerb. Elektrische Wärme ist nu bei besonders niedrigen Preisen wettbewerbfähig. Dies Unterschiede der Wertigkeit der Elektrizität werden be der Strompreisbildung berücksichtigt; damit die Elektri zität recht viel angewendet wird — zur Erhöhung de Werkbenutzungsdauer —, stellt man verschiedene Strom preise für verschiedene Verbrauchzwecke auf.

Vergütungszähler

Bei derartigen Tarifen ergibt sich die Notwendig keit, zwei oder drei Zähler und getrennte Stromkreis vorzusehen. Naturgemäß sucht man in kleinen Anlage getrennte Leitungen für Licht und Kraft zu sparen. Dies ist möglich bei der Verwendung sogenannter „Ver gütungszähler", Abb. 4. Diese werden als Zwischen zähler zwischen die Lichtsteckdose und das Verbrauchs gerät, z. B. ein Bügeleisen, geschaltet, das mit billigerem Strom betrieben werden soll. Von dem Rechnungsbetrag nach der Angabe des Hauptzählers wird dann ein Betrag vergütet, der nach den Angaben des Vergütungszählers berechnet wird. Der Vergütungszähler kann bei besonderer Ausbildung der Steckvorrichtung nur für solche Geräte benutzt werden, die passende anomale Stecker haben. Der tragbare Zähler kann an alle Steckdosen angeschlossen werden.

Selbstkostentarife

Von größerem Einfluß auf die Zählerbauarten sind die Tarife, deren Aufbau der Zusammensetzung der Selbstkosten entspricht. Auch bei diesen Tarifen kann die Preislage den Verwendungszwecken angepaßt sein; sie unterscheiden sich von den „Wertschätzungstarifen" dadurch, daß die Strompreise von der Benutzungsdauer abhängig sind.

Der Aufbau der Tarife ist durch zwei Richtungen gekennzeichnet: die eine Richtung geht darauf hinaus, dem Abnehmer unmittelbar entsprechend der Benutzungsdauer

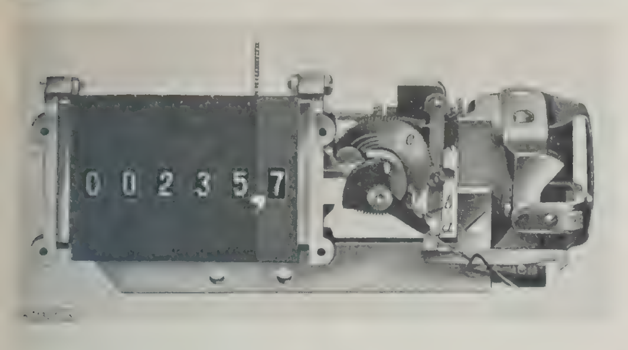


Abb. 5
Meßwerk für Höchstlastanzeiger.

a Zeiger (die Skala dahinter ist entfernt, damit das Triebwerk sichtbar wird) *b* Mitnehmer gekuppelt *c* Rückdrehfeder

seiner Verbrauchsanlage den Strompreis zu ermäßigen, während die zweite Richtung die Strompreise nach dem im Werk festgestellten Verhältnis von Nachfrage und Angebot in den verschiedenen Jahres- und Tageszeiten regelt.

Zur ersten Richtung gehören:
der Tarif mit Benutzungsrabatt,
der Höchstlasttarif,
der Grundgebührentarif,
der Pauschtarif,
der Überverbrauchtarif.

Zur zweiten Richtung gehören:
die Jahreszeittarife,
der Doppeltarif,
der Drei- und Mehrfachtarif,
der Zeitsondertarif, z. B. Nachtstromtarif.

Tarif mit Benutzungsrabatt

Der Tarif mit Benutzungsrabatt gewährt auf die Stromrechnung einen Nachlaß, dessen Höhe von dem bei dem Abnehmer vorliegenden Verhältnis

$$\frac{\text{verbrauchte Arbeit (kWh)}}{\text{eingebaute Leistung (kW)}}$$

abhängt. Für diesen Tarif genügt ein einfacher Zähler.

Höchstlasttarif

Bei dem Höchstlasttarif (Maximaltarif) richtet sich der Nachlaß auf die Stromrechnung nach dem Verhältnis

$$\frac{\text{verbrauchte Arbeit (kWh)}}{\text{größte beanspruchte Leistung (kW)}}$$

Höchstlastanzeiger

Der Wert der beanspruchten Höchstleistung wird durch besondere mit dem kWh-Zähler vereinigte Höchstlastanzeiger ermittelt. Man könnte die Höchstbelastung durch ein Höchstlast-Wattmeter feststellen, jedoch würde eine solche Messung selbst bei größter Trägheit des Gerätes keine brauchbaren Unterlagen geben.

Beim Einschalten von Motoren und Lampengruppen treten so kurze Stromspitzen auf, daß ihre Höhe nicht als beanspruchte Leistung im Sinne des Tarifes gelten kann. Es genügt, den Wert der mittleren Belastung während eines bestimmten Zeitraumes, z. B. 15, 30 oder 60 min, regelmäßig wiederkehrend festzustellen. Der Höchstwert der fortlaufend gemessenen mittleren Belastungen in der Abrechnungszeit, z. B. in einem Monat, wird dann der Bemessung des Nachlasses zugrunde gelegt. Das Meßwerk des Höchstlastanzeigers zeigt Abb. 5[2]). Das Rollenzählwerk links zeigt den gesamten Verbrauch in kWh wie ein einfacher Zähler. Unter dem Zeiger rechts befindet sich eine Skala, die hier abgenommen ist, damit das Triebwerk sichtbar wird. Ein Mitnehmer dreht den Höchstlastzeiger im Uhrzeigersinn. Am Ende der Meßzeit, also nach 15, 30 oder 60 min, wird der Mitnehmer entkuppelt und geht durch Federkraft entgegen dem Uhrzeiger in die Nullstellung. Der Höchstlastzeiger bleibt in der Stellung, in die er gedreht wurde. Das Spiel wiederholt sich, der Mitnehmer wird durch ein Uhrwerk wieder gekuppelt. Ist der Verbrauch in der zweiten Meßzeit kleiner, so erreicht er den Höchstlastzeiger nicht, ist der Verbrauch größer, so dreht er ihn entsprechend weiter. Nach Ablauf der im Tarif vereinbarten Zeit, z. B. nach einem Monat oder Jahr, wird der Höchstwert abgelesen; der Höchstlastzeiger wird vom Ableser auf null zurückgedreht, und die Messung für den neuen Ablesezeitraum kann wieder beginnen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Zeitdauer von 15 und 30 min den Ansprüchen des Werkes und den Verhältnissen des Abnehmers genügend gerecht wird. Je kürzer die Meßdauer ist, um so mehr machen sich kurzzeitige Überlastungen im Mittelwert bemerkbar. In Abb. 6 bis 8 ist dies klar zu erkennen; in den drei Fällen ist der Verbrauch gleich. Bei der viertelstündigen Meßzeit ergibt sich ein Höchstwert von 610 W, bei der halbstündigen 395 W, bei der einstündigen 375 W. Man erkennt, daß eine Meßzeit von 10 min, die technisch ohne weiteres möglich ist, tariflich eine Härte bedeuten würde und anderseits die einstündige gegenüber der halbstündigen kaum noch Unterschiede bringt.

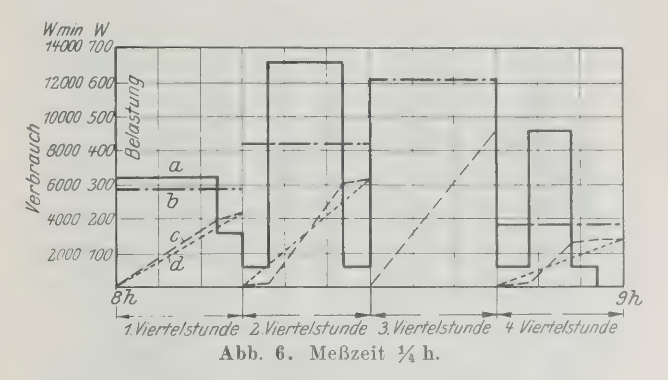


Abb. 6. Meßzeit ¼ h.

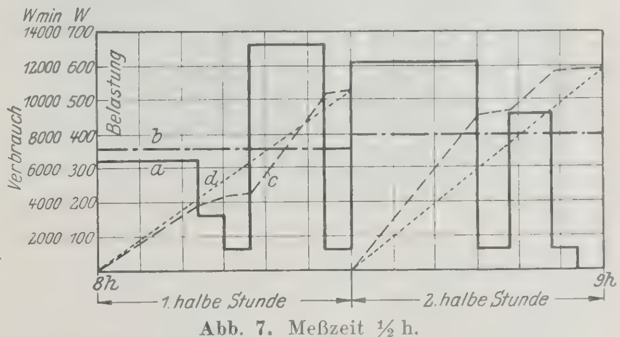


Abb. 7. Meßzeit ½ h.

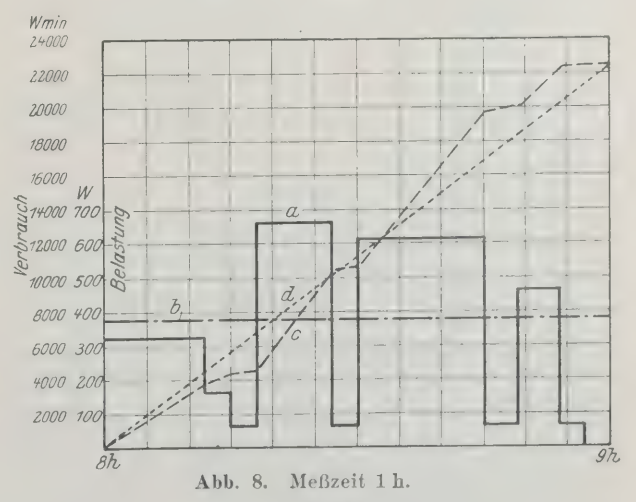


Abb. 8. Meßzeit 1 h.

Abb. 6 bis 8
Ergebnisse der Höchstlastmessung bei verschiedenen Meßzeiten.

a ———— Belastung in *W*
b —·—·— mittlere Belastung in *W*
c — — — Verbrauch in *W* min bei Belastung *a*
d ······ Verbrauch in *W* min bei Belastung *b*

[2]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1544.

Der Höchstlastanzeiger gibt den Höchstwert der während der Meßzeit überhaupt auftretenden mittleren Belastung an. Über die Höhe der vielen andern mittleren Belastungen gibt er keinen Aufschluß. Es kann vorkommen, daß durch irgendwelche Umstände plötzliche, unverschuldet große Belastung eintritt. Der Höchstlastanzeiger zeigt diese einmalige Spitze an ohne Rücksicht darauf, daß alle andern Höchstwerte vielleicht nur die Hälfte oder ein Drittel seiner Angabe betrugen. Das Werk verläßt sich nur auf die Angabe des Zählers. Der beschriebene Fall bedeutet zweifellos eine Härte für den Abnehmer; viele Verträge sind daher so gefaßt, daß eine nachweisbar unverschuldete Spitze oder die Spitze, die in einer Zeit niedriger Werkbelastung aufgetreten ist, für die Auswertung nicht herangezogen wird. Um diesen Nachweis zu erbringen, sind lochende oder schreibende Höchstlastzähler erforderlich, die nicht nur die Höhe jeder einzelnen, in einer bestimmten Meßzeit auftretenden mittleren Belastung verzeichnen, sondern auch über den genauen Zeitpunkt des Auftretens Aufschluß geben.

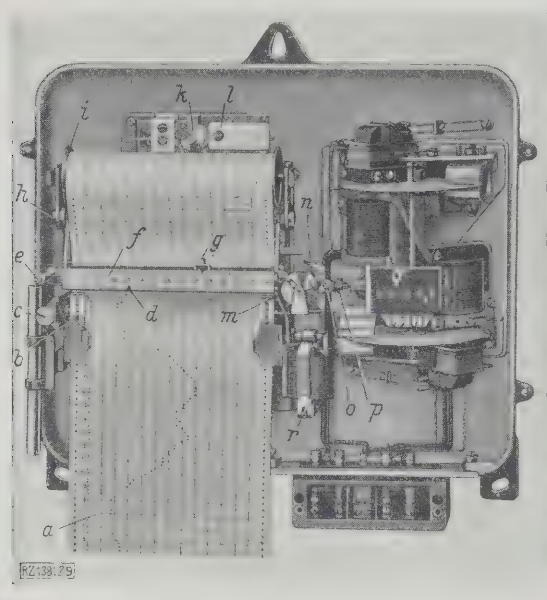


Abb. 9
Drehstromzähler mit schreibender (lochender) Aufzeichnung der mittleren Höchstlasten.

a Papier
b Papiervorschubrolle
c Führungsrohr des Fadengewichts
d Lochstift
e Fadenführungsrolle
f Höchstlastteilung
g Höchstlastzeiger (Schleppzeiger)
h Lagerzapfen
i Papiervorratrolle
k Uhrwerk
l Kontaktvorrichtung
m Zahnrad und Seilrolle
n Entkuppelhebel
o Kuppeltrieb
p Kupplung für Zählwerk und Aufschreibeinrichtung
q Zählwerk
r Auslösmagnet

Hierzu verwendet man

schreibende Höchstlastzähler,

Abb. 9. Der Zeiger gleitet auf einer Schiene; sei Stellung wird jeweils nach Ablauf der einzeln Meßzeiten auf dem nach Tagen und Stunden eingeteilt Papierstreifen gekennzeichnet, indem ein Stift alle 30 oder 60 min — je nach der im Tarif festgesetzten Me zeit — in das Papier gedrückt wird; dann schnellt d Zeiger zurück auf null und nimmt von neuem den Mitt wert der folgenden Meßzeit auf. Aus dem Papierstreif sind dann die sämtlichen mittleren Belastungen je 15, oder 60 min während eines ganzen Monats ersichtlic Eine eingebaute Uhr steuert die elektromagnetische Au lösung und Einschaltung der Aufzeichnung in den vo gesehenen Zeitabständen und schiebt das Papier u 10 mm/h vor.

Grundgebührentarif

Der Grundgebührentarif lehnt sich noch enger an d Zusammensetzung der Selbstkosten an als der Höchs lasttarif. Bei der Stromerzeugung sind feste Beträge f allgemeine Unkosten, Abschreibung und Verzinsung d Anlage aufzubringen und bewegliche Kosten für Bren stoffverbrauch, Fortleitungsverluste und andre mit der E zeugungsmenge wachsende Kosten. Die festen Koste sind abhängig von der Werkgröße, also ungefähr d eingebauten Leistung verhältnisgleich. Dementsprecher hat der Abnehmer eine feste „Grundgebühr" zu en richten für jedes kW, das das Elektrizitätswerk für seine Bedarf bereithalten muß. Der Preis für die einzeln kWh, die sogenannte Arbeitsgebühr, kann dann niedri bemessen werden.

Der mittlere Strompreis sinkt daher mit zunehmende Benutzungsdauer beträchtlich. Der Grundgebührentar entspricht in größter Annäherung den Selbstkosten-Ve hältnissen der Eigenerzeugung bei Großabnehmern, we halb er bei diesen schon seit vielen Jahren gebräuchlic ist. Die Grundgebühr wird dabei durchweg nach de Angaben von Höchstlastanzeigern berechnet

In den letzten vier Jahren ist der Grundgebühren tarif in sehr großem Umfang auch bei Kleinabnehmer eingeführt worden. Die große Aufnahmefähigkeit de Masse von Kleinanschlüssen und insbesondere die Elektr fizierung des Haushaltes ist zum Gegenstand größte Aufmerksamkeit zwecks Steigerung der Wirtschaftlicl keit der Elektrizitätswerke geworden. Millionen vo elektrischen Geräten mit hohem, zeitlich gut verteilte Verbrauch können die Benutzungsdauer der Elektrizitäts werke ganz beträchtlich vergrößern. Der Betrieb solche Geräte ist jedoch nur wirtschaftlich, wenn dafür entspre chende Strompreise eingeräumt werden. Mit dem früher üb lichen Preis von 40 bis 55 ₰/kWh würde allenfalls de Staubsauger für 150 W noch benutzt werden, die wichtigere Geräte für je rd. 500 W, die auch für den wirtschaftlic schwachen Abnehmer erschwinglich sind, wie Bügeleise Kochtopf, Kochplatte, Strahlofen und dergl., fände weniger Verbreitung. Im Grundgebührentarif kann de

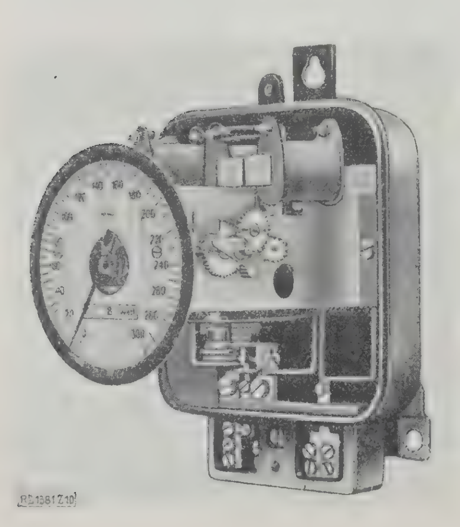
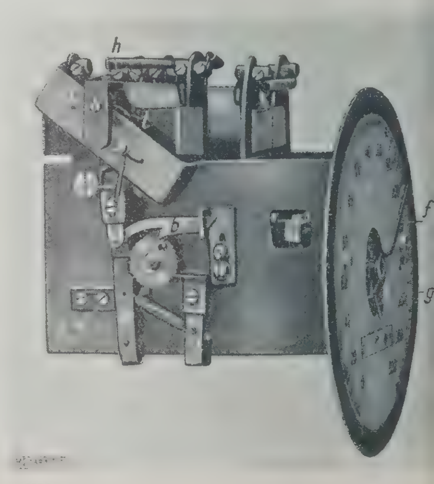


Abb. 10
Höchstlastanzeiger, geöffnet.

Abb. 11
Schaltrelais des Höchstlastanzeigers nach Abb. 10.

a Anker
b Sperrklinke
c Sperrad
d Anschlag
e Sperrhebel
f Höchstlastzeiger
g Skala
h Spannvorrichtung für die Spiralfeder
i Spiralfeder



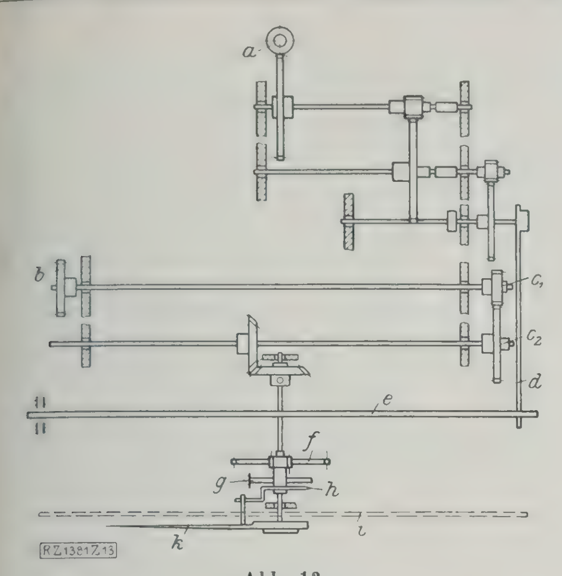


Abb. 13
Getriebeschema des Höchstlastanzeigers, Abb. 10.

a Schnecke auf der Ankerachse des Auslös-(Ferraris-)Motors
b Antrieb vom Schaltrelais
c_1, c_2 auswechselbare Übersetzung
d Auslöshebel
e Entkupplungshebel
f Kuppeltrieb (Auslöstrieb)
g Spiralfeder
h Mitnehmer
i Höchstlastskala
k Höchstlastzeiger

Abnehmer billigen Strom für die Geräte beziehen, ohne daß ein besonderer Zähler vorgesehen wird. Die Grundgebühr wird in den meisten heute üblichen Tarifen nur für die Leistung der angeschlossenen Lampen berechnet, so daß für den durch die Geräte hervorgerufenen Verbrauch nur die Arbeitsgebühr, die bei deutschen Werken zwischen 7 und 25 ₰ liegt, zu bezahlen ist. Im allgemeinen hält man sich bei Haushaltanschlüssen in der Bemessung der Gebühr an vergleichbare Werte, wie Zählermeßbereich, Anzahl der Lichtanschluß-Stellen, Wohnungsgröße, in England z. B. auch an die Wohnungsmiete. Kraftanschlüsse werden nach der eingebauten Leistung oder nach den Angaben des Höchstlastanzeigers berechnet. Man geht jedoch auch schon dazu über, die Haushaltinstallationen mit Höchstlastanzeigern zu versehen, nachdem neuerdings billige, vom Zähler getrennte Geräte dieser Art auf den Markt gekommen sind, die den vorhandenen Zähler weiter zu benutzen gestatten, Abb. 10 bis 13.

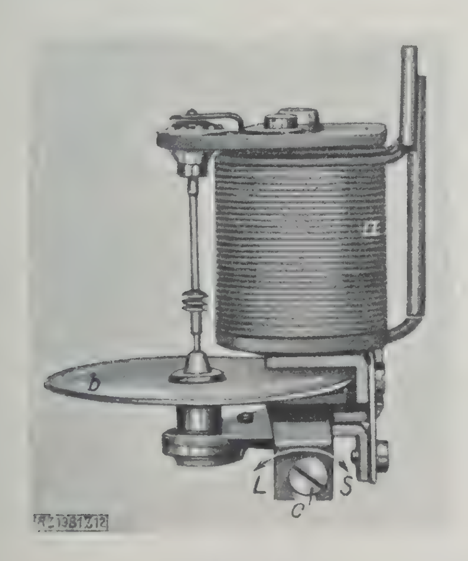


Abb. 12
Ferrarismotor aus dem Höchstlastanzeiger, Abb. 10.

a Spannungspule
b Triebscheibe
c Regulierschraube (L = langsam, S = schnell)

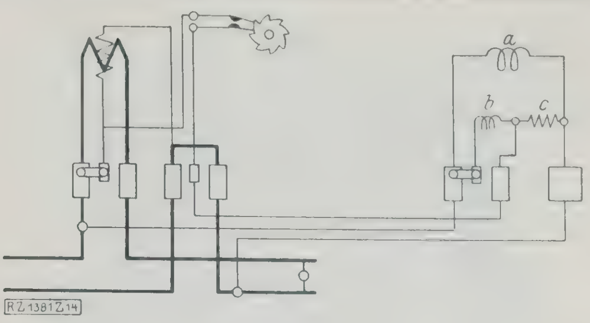


Abb. 14
Schaltung des Höchstlastanzeigers, Abb. 10.

a Ferrarismotor *b* Relais *c* Vorwiderstand

Diese Höchstlastmesser arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie die in den Zähler eingebaute Anzeigevorrichtung, Abb. 5. In einem Gehäuse von der Größe eines Wechselstromzählers befindet sich ein elektromagnetisches Schaltrelais, ein Höchstlastzeiger mit Rückführung und Skalenblech und ein kleiner Ferrarismotor; die Schaltung zeigt Abb. 14. Das Schaltrelais spricht an, wenn ein von außen eingeführter Stromkreis geöffnet wird. Der Anker des Schaltrelais ist mit einer Klinke verbunden, die ein Zahnrad antreibt und über eine Kupplung den Höchstlastzeiger auf einer Kreisskala dreht. Die Häufigkeit des Stromkreisöffnens und -schließens ist abhängig von der Umdrehungszahl eines Kontaktgebers, Abb. 15, der am Zählwerk des zu dem Höchstlastzeiger gehörenden Zählers angebaut ist und sich entsprechend der Umdrehungszahl des Zählerankers dreht. Nach einer einstellbaren Zeit, z. B. 15 min, schwenkt der Ferrarismotor mittels eines Nockens die Antriebwelle, die mit dem Mitnehmer in Eingriff steht, und der Mitnehmer schnellt durch die Kraft der Rückführfeder in die Nullage, während der Höchstlastzeiger in der höchsten, in der Ablesezeit erreichten Stellung stehen bleibt. Da der Kontaktgeber in vorhandene Zähler eingebaut werden kann, ist hiermit ein einheitlich für alle Wechsel- und Drehstromanschlüsse verwendbares Gerät geschaffen.

Pauschtarif

Beim Pauschtarif entrichtet der Abnehmer einen festen Betrag für die Leistung, die er braucht. In diesem Betrag sind die beweglichen Kosten für die schätzungsweise verbrauchte Arbeit mit enthalten. Der Schaden, der durch übermäßige Überschreitung der geschätzten Strommengen entstehen könnte, ist bei Wasserkraftwerken nicht sehr groß; deshalb ist der Pauschtarif vorwiegend auf Kleinabnehmer solcher Werke beschränkt.

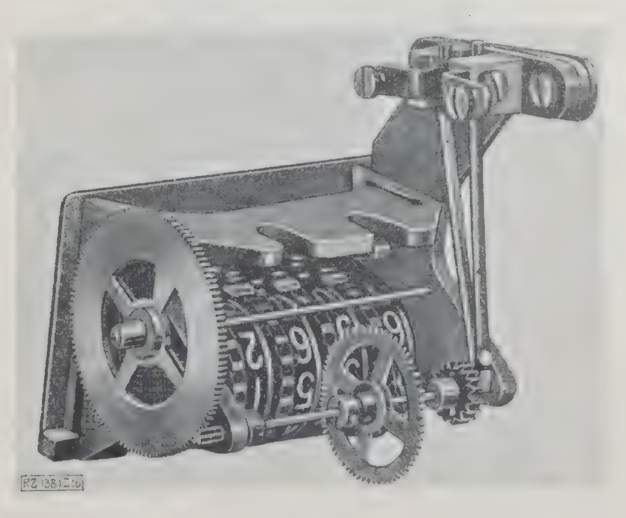


Abb. 15
Kontaktgeber im Zählwerk des zum Höchstlastanzeiger gehörenden Zählers.

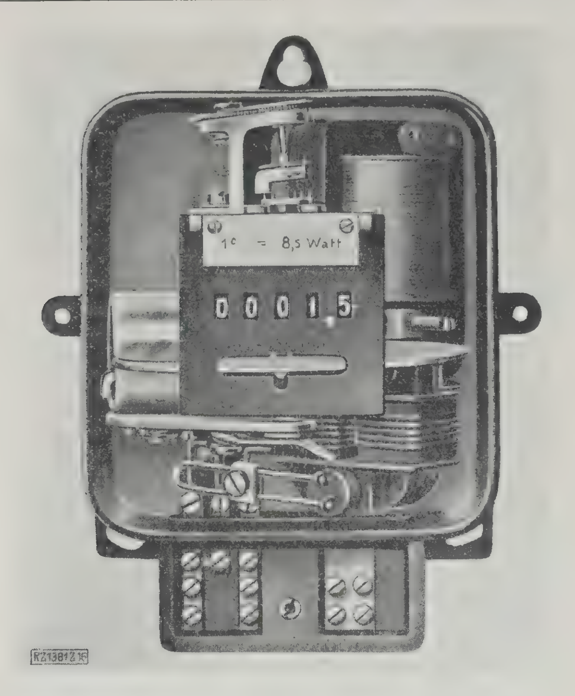


Abb. 16
Überverbrauchzähler mit mechanischem Gegendrehmoment.

S t r o m b e g r e n z e r, d. h. elektromagnetisch oder elektrothermisch betätigte Ausschalter, die auf den Wert der vereinbarten Pauschleistung eingestellt sind,

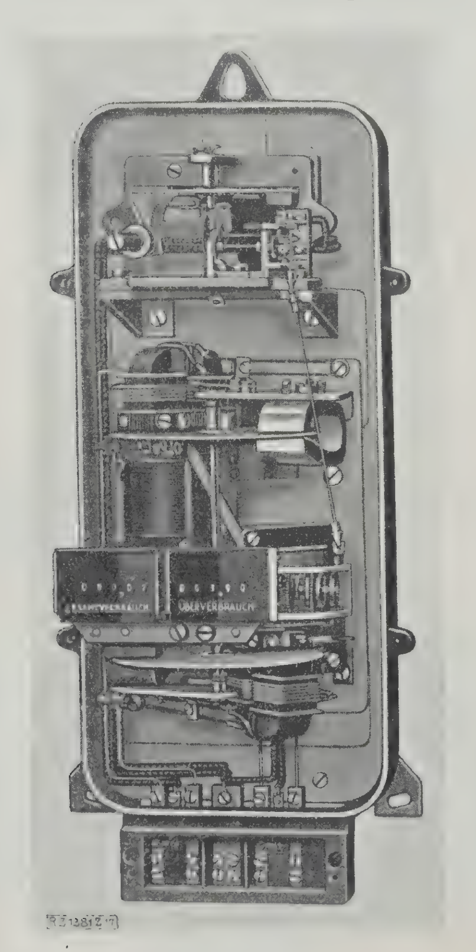


Abb. 17
Überverbrauchzähler mit eingebautem Ferrarismotor und Gesamtverbrauch-Zählwerk.

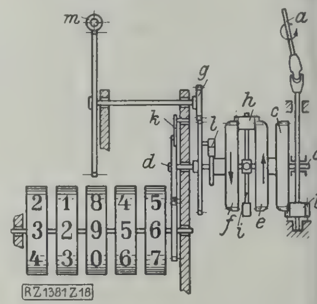
schützen das Elektrizitätswerk vor Überlastungen u Mißbrauch des Pauschtarifes. Der Zählertarif ve drängt neuerdings auch in den wasserkraftreichen Lä dern mehr und mehr den Pauschtarif. Der Grund i darin zu suchen, daß durch den Pauschtarif der Weite entwicklung der Elektrizitätswirtschaft zu enge Fesse angelegt werden. Es ist dem Verbraucher nach Pausc satz, der z. B. ein Abkommen für 200 W Lichtleistung h und dessen Strombegrenzer auf diesen Wert eingestellt is nicht möglich, Haushaltgeräte zu benutzen. Die E höhung der Pauschleistung auf 500 W würde gro Schwierigkeiten bei der Bemessung des Geldbetrages e geben, da die Ausnutzung bei den einzelnen Abnehme sehr verschieden ist.

Überverbrauchtarif

Der Überverbrauchtarif befreit den Pauschtarif v den angeführten Hemmnissen. Ein Ü b e r v e r b r a u c z ä h l e r, Abb. 16, tritt an die Stelle des Strombegrenzer Er unterscheidet sich von dem normalen Zähler dur eine Zusatzeinrichtung, die dem Zählerdrehmoment en gegenwirkt. Eine Stiftscheibe mit sechs Stiften ist mit d durch das Oberlager hindurchragenden Achse des Zähle ankers fest verbunden. In einem spitzen Winkel z Wagerechten wirkt eine Spiralfeder, deren eines En an einer oben am Bock drehbar gelagerten Achse b festigt ist. Das andre Ende der Feder trägt einen A schlag, an den ein Stift der Stiftscheibe anschlägt, soba Strom durch den Zähler geht. Dann wird, solange d Drehmoment des Zählers das Gegendrehmoment d Feder nicht überwindet, die Feder gespannt und d

Abb. 18
Überverbrauchgetriebe im Überverbrauchzähler, Abb. 17.

a Antriebachse des Pauschalmotors
b Zahnrad für *c*
c Kronenrad
d Achse des Planetengetriebes
e, *f* Sonnenräder, lose auf *d*
g Vorgelege
h Planetenrad
i Achse des Planetenrades
k, *l* Sperrklinke
m Schnecke der Zählertriebachse



Weiterdrehung des Ankers verhindert. Überwiegt je doch das Drehmoment des Zählers, so fällt bei 1/6 Um drehung der Ankerachse infolge der schrägen Stellun der Feder der Anschlag vom Stift ab und wird von de nächsten um 60° auf der Stiftscheibe versetzten Stif aufgenommen. Hier wiederholt sich der Vorgang; jedes mal muß erst das Federgegenmoment überwunde werden. Infolgedessen ist der Zähler um ein bestimmte Maß abgebremst. Die Größe des Gegendrehmomentes de Feder ist durch die im Tarif vereinbarte Leistung be stimmt. Es ist dementsprechend in bestimmten Grenze einstellbar durch Verdrehung einer mit Skala versehene Einstellschraube.

Durch den Überverbrauchzähler wird nur der übe der Pauschalleistung entnommene Verbrauch gezähl d. h. bei einstündiger Entnahme von 500 W werden z. B bei 200 W Pauschaleinstellung nur 300 Wh gezählt Dieser Überverbrauch wird neben der Pauschsumme be sonders berechnet.

Ein andrer Ü b e r v e r b r a u c h z ä h l e r, Abb. 17, de g l e i c h z e i t i g den G e s a m t v e r b r a u c h zähl enthält als Gegenwirkung einen kleinen Ferrarismoto der mit einer nach der Pauschalleistung einstellbare gleichbleibenden Drehzahl umläuft. Die von diesem an getriebene Achse *a*, Abb. 18, überträgt ihre Drehun mittels des Zahnrades *b* auf das Kronenrad *c*, das mit de Sonnenrad *e* eines Planetengetriebes starr verbunden, los auf einer gemeinsamen Achse *d* sitzt. Das zweite Sonnen rad *f*, das ebenfalls lose auf der Achse *d* sitzt, wird vo der Zählerachse *m* mittels einer Schnecke über das Vor gelege *g* und die Sperrklinke *k* angetrieben. Zwische den beiden Sonnenrädern befindet sich das Planetenrad *h* dessen Achse *i* auf *d* befestigt ist.

Solange die Pauschgrenze noch nicht erreicht ist, drehen sich die beiden Sonnenräder mit gleicher Geschwindigkeit wirkungslos auf der Achse d; das Planetenrad h dreht sich gleichfalls wirkungslos auf der Achse i.

Wird die Pauschgrenze überschritten, dann ist die Geschwindigkeit des von der Zählerachse über das Vorgelege g und die Sperrklinke l angetriebenen Sonnenrades f größer als die des Sonnenrades e. Infolgedessen läuft jetzt das Planetenrad h um die Achse d und der Überverbrauch wird gezählt.

Die Motordrehzahl entsprechend der Pauschalleistung wird von außen mittels einer Stellschraube eingestellt. Unabhängig vom Überverbrauch-Zählwerk kann ein Gesamtverbrauch-Zählwerk angebaut werden, mit dessen Angaben sich dann auch der innerhalb der Pauschalleistung bezogene Strom berechnen läßt.

Der Überverbrauchtarif kommt neuerdings auch als eine besondre Form des Grundgebührentarifes zur Anwendung. Der niedrige Strompreis im Grundgebühren-

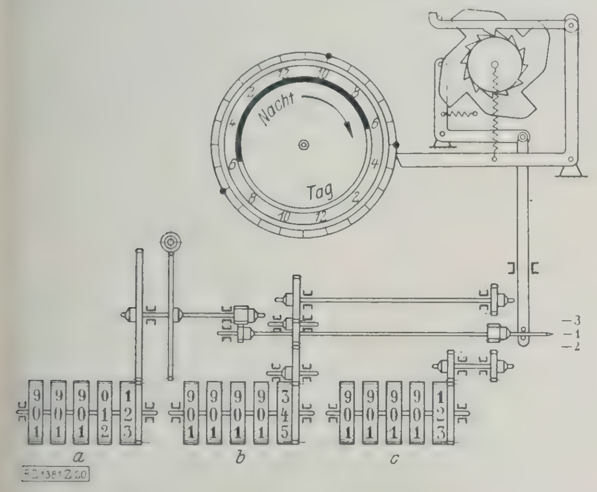


Abb. 20
Dreifachtarif-Zählwerk.

a Gesamtzählwerk *b*, *c* Zuschaltzählwerke für Tarif II und III
Der Verbrauch zu Tarif I ergibt sich als Unterschied zwischen der Angabe des Gesamtzählwerkes und dem Verbrauch zu Tarif II und III.

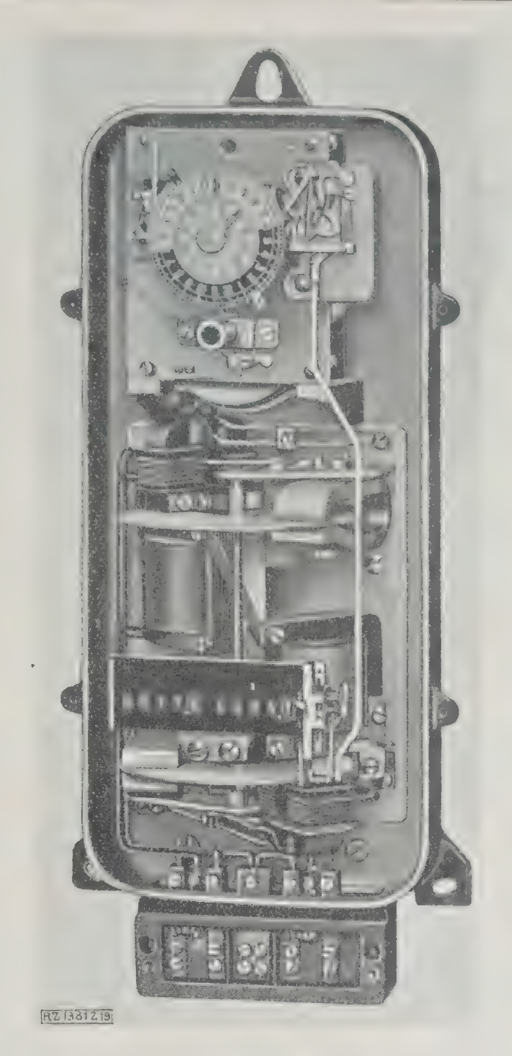


Abb. 19
Doppeltarifzähler mit eingebauter Uhr.

tarif hat vielfach nicht nur zur Erhöhung des Stromverbrauches, sondern auch zur Steigerung der Belastungsspitze geführt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei den Kleinabnehmern zahlreiche Geräte in der Spitzenzeit (Lichtzeit) benutzt werden, wenn die Höchstbelastung nicht gemessen wird. Da die Leistung der Geräte meist nicht in der Grundgebühr berechnet wird, sind Überlastungen durch die Geräte während der Spitzenzeit sehr nachteilig. Diese Folge des Grundgebührentarifes wird erfolgreich verhütet, wenn die niedrige Arbeitsgebühr nur innerhalb der Leistung zugestanden wird, für die die Grundgebühr entrichtet ist. Sobald die Grenzleistung überschritten wird, wird durch den mit dem vorhandenen Gesamtverbrauchzähler in Reihe geschalteten Überverbrauchzähler der Überverbrauch, für den ein Zuschlagpreis zu entrichten ist, gezählt. Ein Grundgebührentarif mit Einschränkung der Überlast läßt daher billigen Betrieb von Geräten nur außerhalb der Lichtzeit zu, der Betrieb in der Lichtzeit ist teuer, was mit Rücksicht auf die höheren Selbstkosten des Werkes für diesen Strom auch berechtigt ist. Außerdem verschwinden bei seiner Anwendung die Schwierigkeiten, die bei der geschätzten Gebührenberechnung auftraten, der Abnehmer kann sich seine Grundgebühr selbst wählen.

Jahreszeittarif

In der zweiten Richtung der Stromtarifsysteme wird die Erhöhung der Benutzungsdauer des Werkes dadurch erstrebt, daß der Strom zur Zeit geringer Nachfrage billiger verkauft wird. Zunächst sind in dieser Art zu nennen: die Jahreszeittarife, bei denen der Sommerstrom billiger ist als der Winterstrom. Diese Maßnahme ist in Deutschland nur ganz vereinzelt anzutreffen, in der Schweiz jedoch häufiger, wo sie im Wasserreichtum des Sommers begründet und für die Abnehmer der Fremdenindustrie von Wert ist. Die unterschiedlichen Preise berechnet man nach den Angaben einfacher Zähler, da der Tarifwechsel auf einen entsprechenden Ablesetag vereinbart wird.

Einer viel größeren Verbreitung erfreuen sich die Tarife, die sich an das durch die Tagesbelastungskurve gekennzeichnete Verhältnis der wechselnden Nachfrage anlehnen.

Doppeltarif

Der Doppeltarif wird in Deutschland schon seit vielen Jahren in großem Umfang angewandt. Für die zwei verschiedenen Preisstufen ist der Zähler mit einem Doppelzählwerk versehen.

Ständig zu bestimmten Tageszeiten wird der Zählwerkantrieb auf das Zählwerk für den entsprechenden Tarif durch ein Uhrwerk mit mehrwöchiger Gangdauer umgeschaltet; bei den Doppeltarifzählern mit eingebauten Uhren, Abb. 19, kuppelt und entkuppelt es mechanisch mittels einer Stange, während diese Arbeit bei getrennt angeordneter Uhr ein Elektromagnet elektrisch leistet.

Man kann zwei Arten von Doppeltarifen unterscheiden: Doppeltarife, in denen der höhere Preis während des ganzen Arbeitstages, einschließlich der Lichtbenutzungszeit, gilt, und Doppeltarife, in denen der höhere Preis nur während der Lichtbenutzungszeit Geltung hat. Bei den letzteren ist der „Sperrzeitpreis" besonders hoch, sie sind vorwiegend bei kleinen Kraftanschlüssen in Anwendung, bei denen die Einschaltung während der Sperrzeit leicht zu vermeiden ist. Eine andre Art des Doppeltarifes

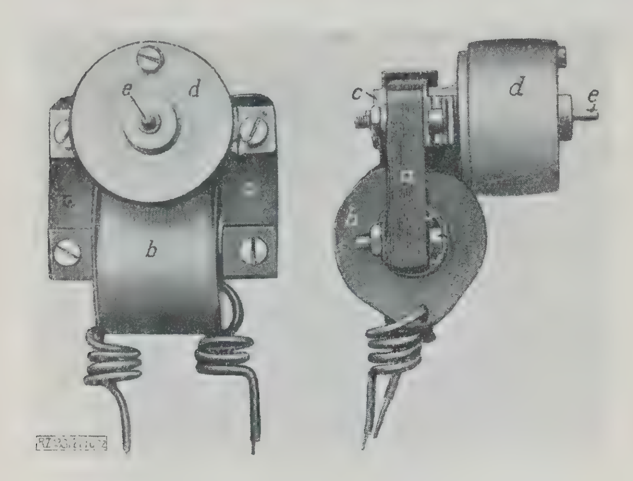


Abb. 21 und 22
Synchronmotor, der asynchron von selbst anläuft, als Zeitschalter. Im Werk wird die Netzfrequenz mittels einer Vergleichs-Pendeluhr genau gleich gehalten; infolgedessen kann man den Synchronmotor als genaue Uhr verwenden. Er zeichnet sich aus durch gleichmäßig gute Durchzugkraft.

a Eisenkern *b* Spule *c* Läuferkapsel *d* Getriebe *e* Stundenachse (Achse des Minutenzeigers)

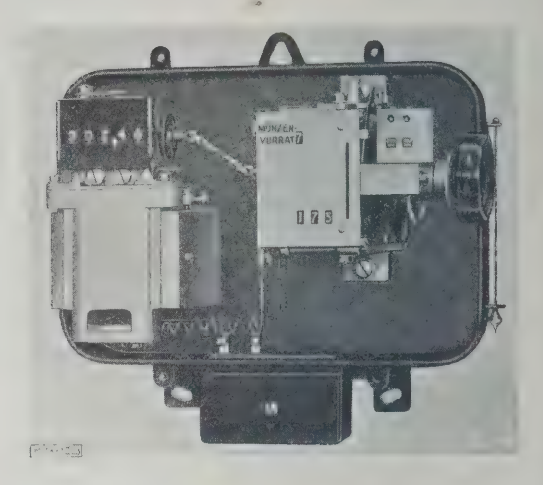


Abb. 23
Münzzähler für Einphasen-Wechselstrom.

ist dadurch gekennzeichnet, daß der Tagstrompreis normal, der Nachtstrompreis zum Zwecke der Ausfüllung der „Belastungstäler" sehr niedrig ist.

Drei- und Mehrfachtarif

Der Dreifachtarif und die Mehrfachtarife gestatten noch eine weitergehende Anlehnung der Strompreise an den Verlauf der Tagesbelastung.

Im Dreifachtarif wird ein hoher Preis während der Spitzenzeit, ein mittlerer Preis für die Zeit normaler Belastung und ein niedriger Preis für die Zeit schwächster Belastung erhoben.

Den Zählwerkaufbau eines Dreifachtarif-Zählers zeigt Abb. 20. Ein Zählwerk *a* steht mit der Zählerschnecke dauernd im Eingriff, es zählt den Gesamtverbrauch. Für die Zeit des Tarifes II wird das Zählwerk *b* hinzugeschaltet, in der Zeit des Tarifes III das Zählwerk *c*. Diese beiden Zählwerke geben daher den Verbrauch der entsprechenden Tarifzeiten an, während der Verbrauch der Tarifzeit I sich als Unterschied zwischen Gesamtverbrauch und Verbrauch II und III ergibt. Dreifachtarif ist in Deutschland nur in einigen Elektrizitätswerken, sehr häufig dagegen in der Schweiz in Anwendung. In der Schweiz wird die Preisunterteilung bei einigen Werken noch weiter durchgeführt und nach dem Vierfach- und Fünffachtarif gerechnet. Die Zähler für solche Tarife sind jedoch verwickelt und teuer, wenn für jeden Tarif der Stromverbrauch angezeigt werden soll, was in Deutschland und andern Ländern vorgeschrieben ist. In der Schweiz sind zum Teil sogenannte Preiszähler im Gebrauch, die die Gesamtsumme der in den einzelnen Tarifzeiten verschieden bemessenen Stromkosten anzeigen.

Bei diesen Zählern schaltet eine Uhr die Spannungsspule von Zeit zu Zeit ein und aus. Die Dauer der Ausschaltungen wechselt mit den gültigen Tarifzeiten. Z. B. ist während des höchsten Tarifes I die Spannungsspule während 1 min volle 60 s eingeschaltet, für Tarif II wird sie in jeder Minute 30 s lang, für Tarif III in jeder Minute 45 s lang und schließlich für den niedrigsten Tarif IV in jeder Minute 57 s lang unterbrochen. Auf diese Weise kann man viele Tarifstufen in einem einfachen Zähler mit nur einem Zählwerk zählen.

Mehrfachtarife dürften sich jedoch nur selten lohnen, da die Preisunterschiede zwischen den einzelnen Stufen nicht so groß sein können, daß eine merkliche werbende oder vom Verbrauch zurückhaltende Wirkung erzielt wird.

Zeit-Sondertarife

Die Zeit-Sondertarife sind in den letzten Jahren in sehr großem Umfang zur Einführung gekommen. Durch sie werden zu besonderen Zwecken Vorzugspreise für Nachtstrom und zum Teil auch für den während der industriellen Mittagspause entnommenen Strom gewährt. Die Verbrauchgeräte werden so geschaltet, daß sie nur in den vereinbarten Zeiten in Betrieb genommen werden können; Schaltuhren sperren die Stromkreise während der andern Zeit. Die Zeit-Sondertarife haben den Zweck, die Täler der Belastungskurve auszufüllen, und werden auch bei Kleinabnehmern eingeführt. Mit Rücksicht auf die niedrigen Strompreise müssen die Einrichtungs- und Meßkosten bei den Kleinabnehmern möglichst beschränkt werden. Insbesondre die Sperrschaltuhr, die eine sehr gute Ganggenauigkeit bei einer Gangdauer von mindestens fünf Wochen oder selbsttätigen Aufzug haben muß, verursacht Kosten für Anschaffung und Unterhaltung. Bemerkenswert ist ein neuer Sperrzeitschalter, in dem ein kleiner, asynchron selbstanlaufender Synchronmotor als Antrieb wirkt, Abb. 21 und 22. Diese Zeitschalter sind in der Anschaffung billiger als Uhren und brauchen keine Wartung. Der Motor läuft mit der Netzfrequenz, die im Werk mittels einer genauen Vergleichspendeluhr geregelt werden kann, synchron; er zeichnet sich durch seine gleichmäßige Durchzugkraft aus.

Für die Verwendung billigen Nachtstromes kommen in erster Linie die Speichereinrichtungen in Betracht; Stromsammler werden nachts geladen für den Betrieb von Elektrokarren, Elektrokraftwagen, Bahntriebwagen usw.; in besondern Fällen speichern auch Abnehmer mit sehr starkem Lichtbedarf, z. B. Warenhäuser, Lichtstrom für den nächsten Abend. Die Speicherung elektrischer Wärme in Heißwasserspeichern, Raumheizungsöfen und Backöfen macht zusehends Fortschritte. Langsam kochende elek-

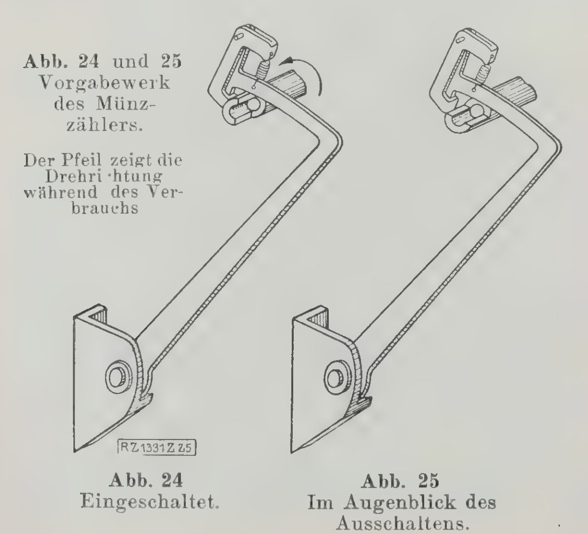


Abb. 24 und 25
Vorgabewerk des Münzzählers.
Der Pfeil zeigt die Drehrichtung während des Verbrauchs

Abb. 24
Eingeschaltet.

Abb. 25
Im Augenblick des Ausschaltens.

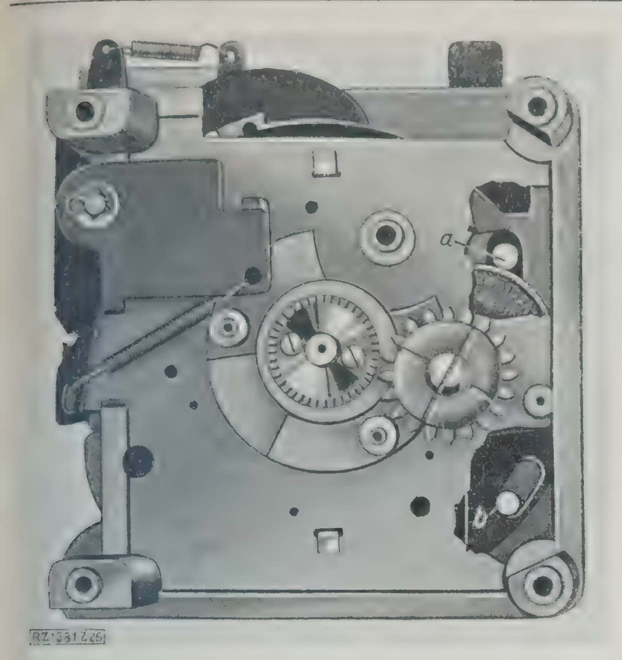


Abb. 26
Prüfung der Münze auf die richtige Dicke.
Stift *a* hält dünne Münzen an,
Stift *b* verhindert dann Weiterdrehung der Münzscheibe.

trische Futterdämpfer und Waschkessel können mit Nachtstrom wirtschaftlich betrieben werden. Auch die Reklamebeleuchtung wird vielfach für die Nacht oder die Abendstunden über Sperruhren zu Vorzugstarifen angeschlossen.

Die Buntscheckigkeit der heute bestehenden Tarife kommt u. a. dadurch zustande, daß häufig die beiden Grundrichtungen, Benutzungsdauer und Benutzungszeitpunkt, ineinander verwoben sind. Ein häufig angewandter Tarif dieser Art ist z. B. der Grundgebührentarif, bei dem der Strom nach dem Doppeltarif berechnet wird. In Großabnehmertarifen wird von manchen Werken die nachts beanspruchte Leistung, die die Tagesleistung überschreitet, beim Ansatz der Grundgebühr nicht herangezogen oder überhaupt nicht gezählt. In solchen Anlagen wird vielfach auch Blindverbrauch oder Scheinverbrauch berücksichtigt. Die dafür gebräuchlichen Zähler unterscheiden sich, soweit sie praktisch Eingang gefunden haben, nur unwesentlich von den entsprechenden Wirkverbrauchzählern. Die Meßsätze für solche Tarife können aus den Grundformen der Zähler für verschiedene Tarife zusammengestellt werden.

Münzzähler

Der Münzzähler ist ein zwar nicht direkt durch besondre Tarife bedingter, aber durch elektrowirtschaftliche Zusammenhänge besonders in der letzten Zeit an Bedeutung gewinnender Zähler. Während früher Münzzähler vorwiegend zur Sicherstellung der Bezahlung dienten, werden sie heute besonders deshalb bevorzugt, weil sie zur Hebung des Massenverbrauchs beitragen. Die Stromrechnung, ein großes Hemmnis für die Stromwerbung, wird in kleine, kaum fühlbare Einzelbeträge aufgelöst, so daß man den Strom sorgloser verbraucht.

In den Münzzählern, Abb. 23, ist mit dem kWh-Zähler über eine Kardankupplung ein Getriebe verbunden, das die Münzen aufnimmt. Bei dem Einwurf der Münze spannt der Abnehmer zugleich eine Speicherfeder; außerdem wird dabei das sogenannte Vorgabewerk, Abb. 24, vorgedreht. Während des Verbrauches wird diese Vordrehung je nach dessen Stärke mehr oder weniger rasch vom Zähler her aufgehoben. Ist das Guthaben aufgebraucht, so wird die Speicherfeder ausgelöst, Abb. 25, und durch sie der Verbrauchstromkreis ausgeschaltet. Die Zählerkraft wird daher nur für die Rückdrehung des Auslösegliedes beansprucht. Die Münzen gehen auf dem Wege vom Einwurf bis zur Erteilung der Vordrehung durch mehrere Prüfstellen, Abb. 26, die unvorschriftsmäßigen Münzen den Weg sperren. Man kann mehrere Münzen auf Vorrat einwerfen; ein Zählwerk zeigt jederzeit das noch vorhandene Guthaben an, ein zweites Zählwerk die Gesamtzahl der überhaupt eingeworfenen Münzen.

Für den Grundgebührentarif erhalten die Münzzähler eine Sperrvorrichtung, die so eingestellt wird, daß zunächst die der Grundgebühr entsprechende Anzahl Münzen eingeworfen werden muß; erst die nächstfolgende Münze gibt beim Einwurf die Vordrehung des Vorgabewerkes frei. Diese Münzzähler kann man auch für die Einziehung fester Abzahlungsbeträge benutzen; sie haben daher auch eine gewisse Bedeutung für die neuerdings eingeführte Bezahlung von elektrischen Geräten in Raten.

Ein neuer Gebührenmünzzähler ist in der jüngsten Zeit zur Ausführung gekommen, Abb. 27. Hierbei wird auch die feste Gebühr in kleine Einzelbeträge aufgeteilt, bereits nach Einwurf der ersten Münze kann Strom verbraucht werden. Ein Zeitzähler, d. h. ein kleiner Ferrarismotor, Abb. 12, mit gleichbleibender Drehzahl, arbeitet über ein Differentialgetriebe ebenfalls auf das Münztriebwerk und dreht es dauernd im Sinne der Rückdrehung für Stromverbrauch. Die Ablaufgeschwindigkeit wird entsprechend der Grundgebühr eingestellt. Auch wenn kein Strom verbraucht wird, zieht der Ferrarismotor die Gebührenbeträge vom Guthaben ab. Wenn das Guthaben null erreicht hat, wird durch den Ferrarismotor Gebührenschuld gezählt und das Einschaltgetriebe gesperrt, so daß man erst wieder Strom entnehmen kann, wenn die als Schuld aufgelaufene Münzenzahl eingeworfen ist.

Aufgaben

Die Vielseitigkeit der Zähler und Tarifapparate, von denen nur die wichtigsten behandelt wurden, zeigt, daß, solange eine Einheitlichkeit der Tarife nicht hergestellt ist, die Sonderkonstruktionen weiterhin eine umfangreiche Kleinarbeit auf diesem Gebiet nötig machen. Aufgabe der Zählertechnik ist es, im eigenen und in der Wirtschaft Interesse die Vielseitigkeit weniger, wirtschaftlich bewährter, Grundformen weiter zu fördern, damit alle Tarifaufgaben durch Zusammenstellungen dieser Apparate gelöst werden können. [B 1381]

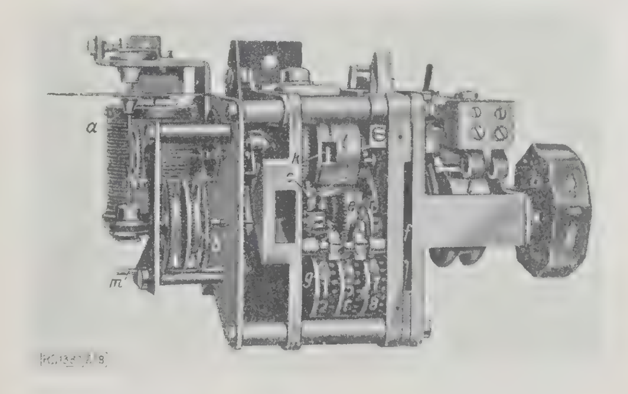


Abb. 27
Münzzähler mit Ferrarismotor, der fortwährend feste Gebühren (Grundgebühr usw.) neben der Stromverrechnung einzieht.

a Ferrarismotor
b Differentialgetriebe
c Rückdrehendes Sonnenrad
d Planetenrad
e beim Münzeinwurf vorgedrehtes Sonnenrad
Münzeinwurf
g Gesamtzählwerk
h Einschaltknopf
i Walzenschalter
k Guthaben-Zählwerk
l Schuld-Zählwerk
m Antrieb vom Kilowattstunden-Zähler

Die Schwimmaufbereitung der Moctezuma Copper Co., Nacozari, Staat Sonora, Mexiko

Von C. BRUCHHOLD, Bergingenieur, Mexiko

Umbau der vorhandenen Herdaufbereitung in eine Schwimmaufbereitung gibt 26 vH Cu-Konzentrate und vermindert die Frachtkosten um 0,5 $/t. Dies wird durch strenge Einhaltung des Alkaligehaltes der Trübe erreicht, sowie durch Benutzung von Xanthat als Reagens und Trennung der Konzentrate der Schwimmaufbereitung auf einem Herd in Schlämme und Sande, wovon letztere bis auf 7 vH Feuchtigkeit entwässert werden. — Bemerkenswert ist die Benutzung von Würfeln statt Kugeln in den Feinmühlen und die Einführung der Mc Intosh-Zelle mit umlaufendem Boden, um die Verstopfung des Kanevas zu beseitigen, weniger Raum zu beanspruchen und an Kraft zu sparen.

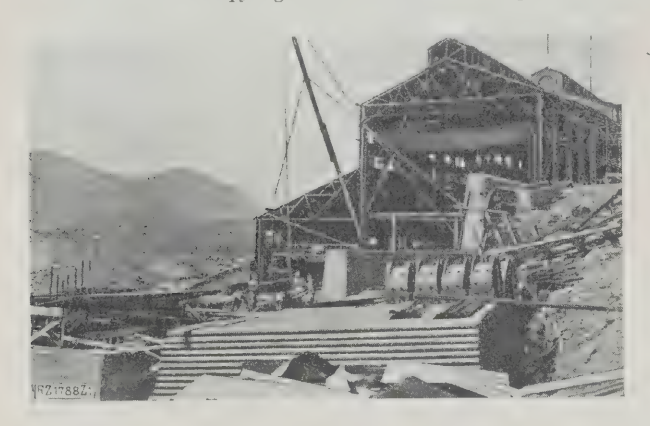


Abb. 1
Schwimmaufbereitanlage im Bau.

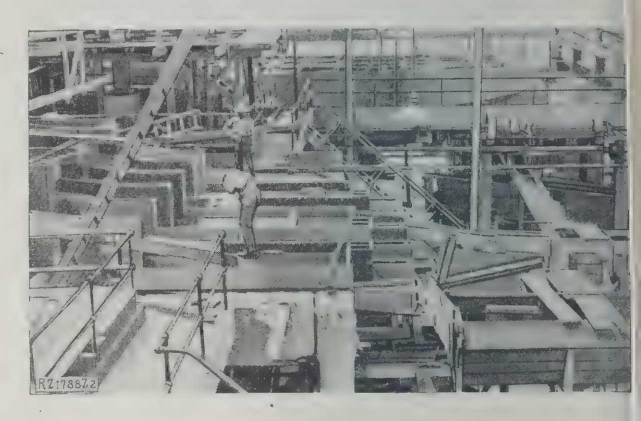


Abb. 2
Schwimmaufbereitgeräte, Bauart Mc Intosh.

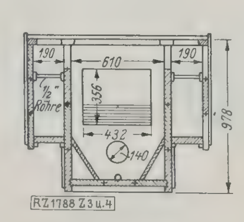
Die Schwimmaufbereitanlage der Moctezuma Copper Co., Nacozari, Staat Sonora, Mexiko, ist ein klassisches Beispiel dafür, was man durch die Errichtung einer mit auswählender Schwimmaufbereitung arbeitenden Anlage im Vergleich zur alten Aufbereitung durch Schwerkraft ersparen kann. Das Gewicht der Konzentrate wurde von 175 auf 90 t in je 1000 t Roherz herabgesetzt und dadurch ein jährlicher Gewinn von 360 000 $[1]) erzielt, der nahezu 0,50 $/t des der Aufbereitung übergebenen Erzes ausmacht.

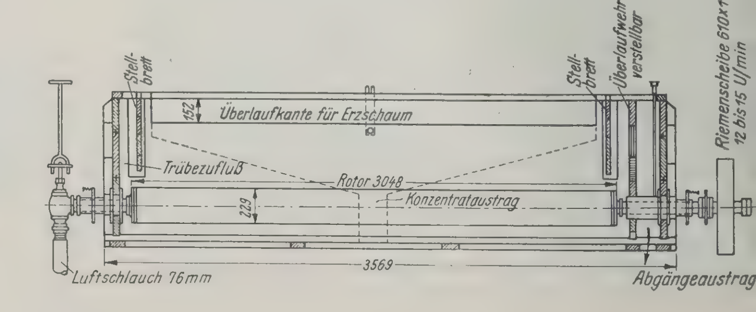
Die Gruben wurden im Jahre 1895 von der Phelps Dodge Corp. erworben, und nachdem umfangreiche Aufschlußarbeiten genügende Mengen anstehenden Erzes ergeben hatten, lag die Aufgabe vor, entweder die vorhandene kleine Schmelzhütte von 250 t täglichem Fassungsvermögen auszubauen oder das Erz durch Aufbereitung soweit anzureichern, daß sich seine Verfrachtung zu der in Douglas, Arizona, gelegenen Großschmelzhütte der Gesellschaft lohnte. Man entschloß sich zu letztem, baute eine regelspurige Eisenbahn von 121 km Länge, um die Hütte mit der Grube zu verbinden und errichtete eine Aufbereitungsanlage mit einer Leistung von 2000 t täglich, die, für Setz- und Herdarbeit ausgerüstet, für damalige Ansichten als Musteranstalt auf dem amerikanischen Festland galt. Obwohl man wegen der äußerst feinen Verwachsung des Erzes die Setzmaschinen bald darauf aufgeben mußte und das Erz nur noch auf Herden anreicherte, gelang es nicht, die Anreicherung der 2,95 vH Cu enthaltenden Aufgabe über 11,2 vH Cu in den Konzentraten zu bringen, so daß diese nicht weniger als 175 t auf 1000 t Roher[z] betrugen, während die Abgänge immer noch 1,3 vH Cu ent[-] hielten, im großen ganzen ein wenig befriedigendes Er[-] gebnis. Die ausgezeichneten Ergebnisse der im Jahre 191[-] begonnenen Versuche mit Schwimmaufbereitung veranlaß[-] ten die Gesellschaft, an Stelle der Herde eine Schwimm[-] aufbereitung zu setzen, Abb. 1, die im Dezember 1922 de[m] Betriebe übergeben werden konnte. Sie war für drei Einheite[n] von je 1000 t geplant; der Umbau kostete fast 1,8 Mill. $[,] d. h. rd. 600 $ für 1 t Fassungsvermögen. Die erste Aus[-] führung bestand noch in einer Verbindung von Schwimm[-] geräten mit Herden, die man vor und hinter den Schwimm[-] geräten aufstellte. Aber schon während des Betriebsjahre[s] 1923 ging man dazu über, ausgesprochen alkalische Trüb[e] einzuführen, die Herdarbeit ganz auszuschalten und aus[-] schließlich zur Schwimmaufbereitung überzugehen, mi[t] dem Erfolge, daß der Gehalt der Konzentrate auf 25 bi[s] 26 vH Cu stieg und die Abgänge mit 0,20 vH Cu zu den Ab[-] setzteichen geleitet wurden. Die Ausbeute betrug somi[t] 93 vH und das Anreicherungsverhältnis 10,3 : 1. Fas[t] jedes Jahr wurden Verbesserungen eingeführt, deren wich[-] tigste der Ersatz der Callow-Zellen durch Mc Intosh[-] Schwimmgeräte, Abb. 2 bis 4, im Jahre 1926 war. Die An[-] lage in ihrer jetzigen Gestalt soll im folgenden beschriebe[n] werden, Abb. 5 und 6.

Die Aufbereitung ist durch eine 8,5 km lange Schmal[-] spurbahn mit der Grube Pilares verbunden; die angeliefer[-] ten Erze bestehen durchschnittlich aus 9 vH Kupferkie[s] und 14 vH Eisenkies in quarziger Grundmasse (70 vH)[,] womit geringe Mengen von Zinkblende, Hämatit und Ma[-] gnetit brechen. Der Metallgehalt beträgt 2,5 bis 3 vH Cu, 30 [...]

[1]) 1 $ = 4,20 RM.

Abb. 3 und 4
Druckluftgerät für Schwimmaufbereitung, Bauart Mc Intosh.





Ag und 0,075 g Au in 1 t Erz. Das Grobbrechen ist allen drei Einheiten gemeinschaftlich. Eine McCully-Kegelmühle bricht auf 67 bis 89 mm, eine zweite Kegelmühle, Bauart Tellsmith, auf 19 mm und eine senkrecht stehende Tellermühle, Bauart Symons, auf 35 vH Rückstand auf dem 12,5 mm-Sieb.

Die Erze werden zunächst für jede Einheit getrennt durch je zwei Marcy-Stabmühlen auf 2 mm und anschließend auf zwei gleichen Stabmühlen in geschlossenem Kreislauf mit Dorr-Klassierern auf 0,3 mm feingemahlen (12 vH des Gutes mehr als 0,3 mm, 52 vH weniger als 0,074 mm. Vor dem Eintritt in die Mühlen werden 2,25 bis 2,75 kg Ätzkalk, bezogen auf 1 t Erz, aufgegeben, wodurch sich der Alkaligehalt der Trübe auf 70 bis 150 g freies CaO, bezogen auf 1 t Lösung, einstellt. Sinkt der Alkaligehalt unter diese Grenzwerte, so enthalten die Berge hohen Kupfergehalt; übersteigt er ihn, so vermindert sich die Schaumbildung und gleichzeitig erhöht sich der notwendige Zusatz an Reagenzien. Die genaue Innehaltung des angegebenen freien CaO-Gehaltes bezweckt hauptsächlich, die Unterdrückung des Schwefelkieses während des Ausschwimmens des Kupferkieses so vollständig wie möglich zu regeln, so daß nahezu 90 vH davon in die Abgänge übergeführt werden. Der Alkaligehalt der Trübe wurde im Anfang durch ½stündiges Titrieren ermittelt und später mittels selbstschreibender elektrischer Indikatoren überwacht. Im Jahre 1928 setzte man aber an deren Stelle die Bestimmung der H-Ionen-Konzentration und hält die Sörensensche *pH*-Zahl[2]) auf 8,5.

Bemerkenswert ist, daß man in einem Teil der Mühlen für die Zerkleinerung von 2 mm auf 0,3 mm statt der Stäbe gußeiserne Würfel von 75 mm Seitenlänge mit abgerundeten Kanten benutzt, die in den Werkstätten selbst gegossen werden. Bekanntlich geben die Würfel statt der einzigen Punktberührung der Kugeln noch Linien- und Flächenberührungen, die häufiger sein müssen, da sich die Würfel durch den Gebrauch nicht abrunden, sondern ihre ursprüngliche Form beibehalten[3]). Theoretisch müßten sie daher wie der Reibeblock auf der Reibeplatte arbeiten und die Schlämmeerzeugung begünstigen, während praktisch das Gegenteil eintritt, wohl weil bei der Flächenberührung der Schlag zuerst die gröberen Erzteilchen zertrümmern muß, bevor er nunmehr abgeschwächt die feineren trifft, die zwischen den gröberen eingelagert sind und dadurch vor einem übermäßigen Feinmahlen geschützt bleiben. Man rühmt den Würfeln nach, daß sie weniger Kraft beanspruchen und weniger Schlämme erzeugen; bis jetzt ist aber das Beispiel auf keinen weiteren Aufbereitungen von Bedeutung nachgeahmt worden.

[2]) *Müller:* Entwicklung und Bedeutung des *pH*-Begriffes, Z. f. angew. Chemie Bd. 2 (1928) S. 1368.

[3]) *E. H. Rose,* Engineering and Mining Journal Bd. 122 (1926) S. 95; vergl. a. „Metall und Erz" Bd. 24 (1927) S. 192.

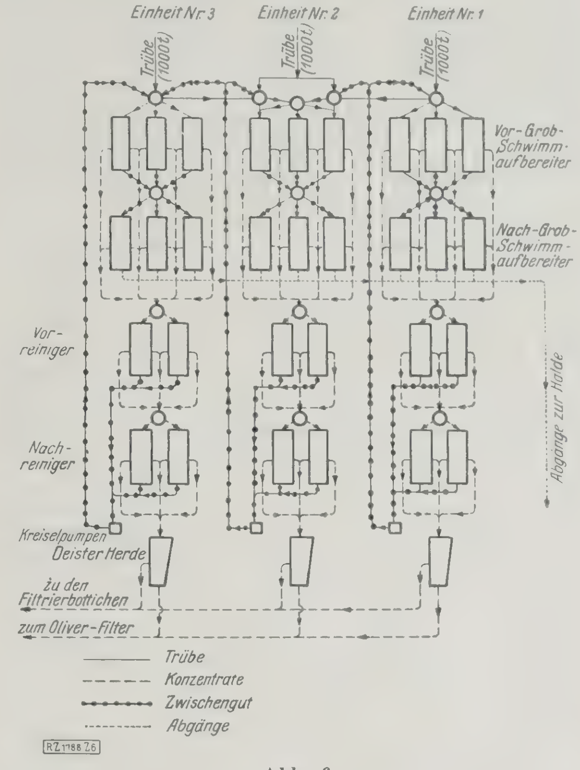


Abb. 6
Grundrißschema der Mc Intosh-Schwimmaufbereitung.

Abb. 5
Stammbaum für eine Einheit der 3000 t-Kupferkies-Schwimmaufbereitanlage der Moctezuma Copper Co. zu Nacozari, Sonora, Mexiko. Die Vorzerkleinerung einschließlich der Tellermühle ist allen drei Einheiten gemeinschaftlich.

Bevor die Trübe in die Schwimmgeräte eintritt, werden ihr 14 g Xanthogenat des Kalium- oder Natriumsalzes und 45 bis 68 g Kiefernöl auf 1 t Roherz zugeführt. Ursprünglich hatte man Steinkohlenteer und Kiefernöl im Gewicht von 160 g für 1 t benutzt, ging aber 1923 zur T.T.-Mischung über (80 vH Orthotoluidin und 20 vH Thiokarbanilid). Das Xanthat wurde 1926 endgültig eingeführt.

Bei der eigentlichen Schwimmanlage hat man die ursprüngliche Anordnung zweier parallel geschalteter Callow-Grobschwimmgeräte von zehn Zellen für jede Einheit aufgegeben und dafür sechs 3,05 m lange Mc Intosh-Geräte aufgestellt, die zu je drei in zwei Reihen hintereinander geschaltet sind, so daß die Abgänge der ersten Reihe in der folgenden angereichert werden und man etwas reinere Abgänge erreicht. In diesem Bestreben ist man noch weiter gegangen und hat für jede 1000 t-Einheit ein Schwimmgerät für Abgänge eingebaut, durch das die gesamte Menge der Abgänge einer Einheit in derselben Zeit strömen muß, innerhalb der 333,3 t durch ein Grobschwimmgerät fließen. Folglich ist diese Bergemaschine um das Dreifache überladen, und der schwimmträgere Schwefelkies findet nicht Zeit, in der Trübe, die mit dreifacher Geschwindigkeit durch die Maschine zu gehen hat, mit dem Schaum aufzusteigen, so daß die geringe Menge abgeschiedener Kupferkonzentrate nur der Reinigung in einem kurzen, 1,5 m langen Mc Intosh-Gerät bedarf, um lieferfähige Erzeugnisse zu geben.

Die in beiden Reihen erhaltenen Konzentrate der Grobschwimmgeräte werden ebenfalls doppelt in je zwei hintereinander geschalteten, je 3,05 m langen Mc Intosh-Reinigern gereinigt. Die hierbei entstehenden Zwischenerzeugnisse sollten eigentlich der Theorie gemäß wieder aufgeschlossen werden, aber um die außerordentlich hohen Anlage- und Betriebskosten einer solchen Feinmühle zu umgehen, pumpt man sie zum Klassierer der Stabmühle zurück. Man hofft hierdurch einen großen Teil der Zwischengüter nochmals zu zerkleinern. Jedenfalls ist diese Anordnung im letzten Jahr auf den größeren Schwimmaufbereitanlagen Mexikos allgemein üblich geworden.

Die Konzentrate des letzten Reinigers gehen über einen Plat-O-Herd, der den Schaum bricht und zwei Enderzeugnisse liefert. 40 vH der Herdaufgabe bilden ein Konzentrat von 27 bis 28 vH Cu, das nur aus gröberen Erzteilchen besteht und daher in Filtern mit falschem Boden leicht zum Absetzen gebracht werden kann, so daß nach dem Abhebern des Wassers die Feuchtigkeit auf 7 vH herabgesetzt wird. Die bleibenden 60 vH der Herdaufgabe enthalten nur noch feinste Schlämme von ungefähr 25 vH Cu, die in einem Dorr-Eindicker erst verdickt und dann in einem Oliver-Filter soweit entwässert werden, daß ihre Feuchtigkeit 13 bis 15 vH beträgt. Da nun die Kosten des Abheberns bedeutend niedriger sind als die des Verdickens und mechanischen Filtrierens, ist diese Endbehandlung der Konzentrate auf Herden von maßgebender Bedeutung, um die Eisenbahnfracht wesentlich zu vermindern.

Abb. 6 zeigt, in welcher Weise die einzelnen Einheiten untereinander für den Fall von Betriebstörungen verbunden werden können, so daß man leicht die Anlage den jeweiligen Verhältnissen anpassen kann.

Da in den gebräuchlichen Callow-Zellen infolge der Verwendung von Kalk zum Alkalischmachen der Trübe die Poren des feststehenden Kanevas-Bodens sich rasch verstopfen, wird der Durchgang der Druckluft verzögert und muß der Luftdruck und damit die Maschinenleistung erhöht werden, wenn man den Boden nicht öfters reinigt. Diesem Übelstand hilft u. a. das 1926 auf den Markt gebrachte Mc Intosh-Schwimmgerät, Abb. 3 und 4, ab, in dem man eine mit 12 bis 15 U/min umlaufende Walze am Boden des Geräts anbrachte, die mit 2 bis 4 Lagen Kanevas bespannt wird. Später wurde der Stoff durch einen fertigen Überzug aus dünnem Kautschuk ersetzt, den man in Abständen von 6 mm mit einer feinen Nadel durchlochte. Um aber die Schwierigkeiten des Straffspannens und Einstopfens des Überzuges zu vermeiden, benutzt man neuerdings mit Erfolg einen dünnen Metallzylinder, der feine Bohrungen hat. Die Druckluft dringt durch einen oder beide Hohlzapfen der Rotorwelle ein, die durch nachstellbare Stopfbüchsen abgedichtet werden. Di[e] Lagerschalen bestehen aus ungeteiltem, mit Wasser ge[-] schmiertem Kautschuk, um ein Lecken und Abnutzen de[r] Zapfen durch eindringenden Sand zu verhindern.

Bei Anwendung der Maschine sinken die Unterhal[-] tungs- und Betriebskosten auf ein Fünftel der Kosten fü[r] die Callow-Zellen. Die Leistung steigt nahezu auf da[s] Doppelte der üblichen mit Druckluft arbeitenden Geräte[,] da man auf 1 m² Walzenoberfläche 40 bis 50 t Erz in 24 h verarbeiten kann. Der Kraftverbrauch schwankt zwische[n] 0,75 und 1 PSh auf 1 t Erz, beträgt also nur ⅓ der für andr[e] Schwimmgeräte anzunehmenden Betriebskraft. Für di[e] Luftzufuhr sind nur eine oder zwei Verbindungen not[-] wendig, während in der Callow-Maschine jede Zelle be[-] sonders angeschlossen werden muß. Endlich ist für da[s] Mc Intosh-Schwimmgerät der umbaute Raum um 55 vH kleiner, da 1 m² davon genügt, um 17,5 t Erz in 24 h aufzubereiten. Diese Maschinen haben daher auf viele[n] Schwimmaufbereitanlagen Mexikos und der Vereinigte[n] Staaten die Callow-Zellen verdrängt, zumal der Anschaf[-] fungspreis nur 750 $ für die 3,05 m lange Maschine beträgt.

Die Betriebskraft für die gesamte Nacozari-Aufberei[-] tung wird von sechs Dieselmotoren von 1250 bis 2000 PS geliefert. Der Energiebedarf für das ziemlich hart[e] Erz beträgt 0,828 kWh/t, wovon 55 vH auf das Auf[-] schließen entfallen. Sämtliche Maschinen haben elek[-] trischen Einzelantrieb.

Die Betriebskosten für die letzten sechs Monate de[s] Jahres 1926 werden wie folgt angegeben:

Grobbrechen und Zwischenförderung	0,107 $ auf 1 t Roherz
Feinmahlen	0,341 „
Flotation	0,262 „
Allgemeine Unkosten	0,187 „
Gesamtunkosten	0,890 $ auf 1 t Roherz.

Die Liefermenge betrug 18 t, bezogen auf einen Mann und eine Schicht.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß die Wohlfahrtseinrichtungen für die Unterbringung der Arbeiterbevölkerung mustergültig sind und in dieser Beziehung von andern Grubenrevieren Mexikos unter amerikanischer Verwaltung äußerst vorteilhaft abstechen. Seit drei hintereinander folgenden Jahren ist Nacozari Inhaberin der Douglasprämie für Betriebsicherheit, die alljährlich von der Phelps Dodge Co. für ihre sämtlichen Gruben für die kleinste Zahl von Unfällen, auf 1000 Arbeiter bezogen, verliehen wird, obgleich sämtliche Arbeiter Mexikaner sind.

[B 1788]

Vorschriften für Motorschiffe

Auf Grund der Feststellungen über die Ursachen der Motorexplosion auf dem Motorschiff „Kungsholm"[1]) hat das Aufsichtsamt für Dampfkessel und Maschinen, Hamburg, an Motorschiffreedereien und an Werften, die Motoren bauen, ein Rundschreiben gerichtet. Dieses empfiehlt: 1. einen Abzug für etwa auftretende Gase im Kurbelraum zu schaffen, die Ausmündung an ungefährliche Stellen zu verlegen und mit einem Davyschen Schutznetz abzuschließen; 2. den Kurbelraum gut gegen den Maschinenraum abzudichten und eine ausreichende Lüftung im Maschinenraum auch unter den Flurplatten vorzusehen, so daß die Bedienungsmannschaft in keiner Weise Öldämpfen und Verbrennungsgasen aus Undichtheiten ausgesetzt ist. 3. Die Lager sind so durchzubilden und zu schmieren, daß eine übermäßige Erwärmung nicht auftreten kann. 4. Das Schmieröl aus der Kurbelwanne und das Kühlöl der Kolben sind in geschlossene Leitungen unmittelbar einem Sammelbehälter zuzuführen, während Lecköl von anderen Stellen im Maschinenraum einem besonderen Schmutzöl-Sammelbehälter und den Ölschleudern zuzuleiten ist. 5. Ölhaltiges Bilgewasser darf weder längere Zeit in den Bilgen bleiben, noch ohne Reinigung über Bord gepumpt werden. 6. Öle von niedrigem Flammpunkt dürfen nicht mit Ölen von hohem Flammpunkt vermischt werden, da der Flammpunkt des Gemisches meist auch tief liegt. 7. Leicht entzündliche Brennstoffe mit einem Flammpunkt unter 21 ° dürfen an Bord nur in einem besonderen gasdichten Raum, der mit eigener Lüftung und Feuerlöscheinrichtungen versehen ist, verwendet werden. [N 2394] *C.*

[1]) Z. Bd. 72 (1928) Nr. 52 S. 1926.

RUNDSCHAU

Kommunale Technik

Ingenieur und Gemeindeverwaltung

Anläßlich der Tagung der Vereinigung der technischen Oberbeamten Deutscher Städte in Dresden vom 12. bis 14. September 1928 sprach Verbandsdirektor Dr.-Ing. *Schmidt*, Essen, der die Tagung mit einem Rückblick auf die fünfundzwanzigjährige Tätigkeit der Vereinigung eröffnete, über

den Techniker und die Rationalisierung der Gemeindeverwaltung.

Er hob die noch nicht allgemein anerkannte Wichtigkeit der städtischen Baudezernate und die Notwendigkeit von geeigneten Führern hervor, die ihre Zeit und ihre Nachfolger zu beeinflussen vermögen, ihr Bestreben aber darauf richten müßten, durch eine klar gegliederte und übersichtliche Bauverwaltung, bei der die maßgebenden Entscheidungen nur von einer Stelle getroffen werden, den häufigen Streit der einzelnen Dezernate unter einander völlig zu beseitigen, da die Bauverwaltung für die Allgemeinheit da sei und mit größter Wirtschaftlichkeit arbeiten müsse.

Im gleichen Sinn betonte Stadtbaurat Dr.-Ing. *Leske*, Dresden, wie groß die Bedeutung der von den technischen Dezernaten zu erledigenden Aufgaben für den kommunalen Gesamthaushalt sei, und kennzeichnete ferner die oft weit über den Rahmen des Stadtgebietes hinausgehenden Anforderungen an die technischen Beamten einer Stadt, z. B. bei der Aufstellung von Straßenbauplänen, der Versorgung großer Wirtschaftszentren mit Kohle, Elektrizität, Gas usw. Um eine gute Wirtschaftlichkeit zu erreichen, müsse man umfassende Interessengemeinschaften schaffen, die gleichzeitig die immer dringlicher werdenden Verkehrsfragen zu erledigen hätten.

Am Beispiel des die Stadt Dresden mit ihren Vororten von Meißen bis Pirna umfassenden Wirtschaftsgebietes „Elbgau" erläuterte Dr. *Leske* seine Ausführungen und schilderte dann die Forderungen der über alle politischen Grenzen hinauswachsenden behördlichen und privatindustriellen Lebensfragen unserer Zeit. Da die Bearbeitung wasserwirtschaftlicher Fragen nur in ihrer Gesamtheit zu lösen sei, so müsse der Techniker jedes Flußgebiet einheitlich behandeln. Empfehlenswert sei die Begründung größerer Zweckverbände, die sich aber keinesfalls zu schwerfälligen Verwaltungskörpern auswachsen dürften; auch die Zersplitterung infolge Bearbeitung derselben wirtschaftlichen oder technischen Frage durch verschiedene Stellen sei unwirtschaftlich, zumal dabei oft abweichende Ergebnisse herauskämen.

Stadtbaurat *Ritter*, Leipzig, erinnerte daran, daß man noch bis vor kurzem dem Techniker jeden Einblick in die praktische Verwaltungstätigkeit ängstlich verwehrte, auch heute noch gebe es Stadtverwaltungen ohne leitenden Techniker. Unnötige Ausgaben durch Dienstreisen nicht sachverständiger Beamten zu Ausstellungen, Kongressen u. dergl. müßten vermieden werden, ebenso die oft rein persönlichen Reibereien und Zuständigkeitsstreitigkeiten zwischen den einzelnen Dienststellen, am besten durch straffe Organisation. Größere Verantwortlichkeit für die mittleren und unteren Beamten sei wünschenswert, ferner der Ersatz kostspieliger eingehender Kontrollen durch wirkungsvollere Stichproben, Arbeitserleichterung für die technischen Bureaus durch Ausrüstung mit Arbeitsmaschinen, weitergehende Sonderausbildung der Beamten. Die noch in vielen Gemeindeverwaltungen nur zu häufig herrschende Ansicht, daß das Publikum für die Verwaltung da sei anstatt umgekehrt, müsse gründlich ausgerottet werden.

In seinem Schlußwort beleuchtete Verbandsdirektor Dr.-Ing. *Schmidt* einige kennzeichnende Beispiele für das Aneinandervorbeiarbeiten einzelner Behörden und Dezernate und betonte, daß bei richtiger Erkenntnis des Begriffes „Städtebau" die erfolgreiche Durchführung der notwendigen Belange schöpferische Kraft erfordere.

In einer zweiten Tagung, die gemeinsam mit den höheren technischen Baupolizeibeamten stattfand, sprach zunächst Magistratsoberbaurat *Langbein*, Berlin, über

moderne Abwasserreinigungsanlagen in England und Amerika

und ihre Bedeutung für die deutsche Städteentwässerung. Auf Grund seiner Erfahrungen als Teilnehmer von Studienreisen der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene teilte *Langbein* mit, daß in England infolge strenger ministerieller Vorschriften alle Abwasserkläranlagen äußerst große Abmessungen haben, da die als Vorfluter dienenden Flüsse verhältnismäßig wasserarm sind. Dagegen stellt Amerika mit seinen gewaltigen Strömen und Seen die Schaffung von Kläreinrichtungen der eigenen Entschlußkraft seiner Bürger anheim; nötigenfalls sorgen die mit weitgehenden Befugnissen ausgerüsteten Gesundheitsämter der einzelnen Staaten im Verein mit der Bürgerschaft für die Durchführung, meist in großzügigster Weise. Trotz der konservativen Einstellung in England verdrängt auch dort wie in Amerika die Abwasserreinigung mit belebtem Schlamm allmählich alle andern Verfahren, da sie auf künstlichem Wege das natürliche Verfahren der Selbstreinigung in Gewässern durch Belüftung und Umwälzung in beschleunigter Form durchführt, jeden gewünschten Reinigungsgrad ermöglicht, gegenüber andern biologischen Verfahren völlig geruchlos und ohne Fliegenplage arbeitet und keine künstliche Hebung des Wassers sowie verhältnismäßig kleine Bodenflächen braucht, allerdings gewissenhafte Überwachung beansprucht.

Berlin plant mehrere derartige Anlagen für je 100 000 bis 150 000 m³ tägliche Abwassermenge in Parallelschaltung zu den Rieselfeldern, um diese bei geringerem Wasserbedarf zu entlasten und dadurch den landwirtschaftlichen Betrieb der Rieselgüter wirtschaftlicher zu gestalten.

Über Verkehrsregelung und Bekämpfung ihrer Übertreibung, namentlich in Klein- und Mittelstädten,

sprachen Polizeipräsident Dr. *Campe*, Hamburg, und Stadtbaurat *Eberlein*, Fulda. Dr. *Campe* betonte, daß die wirksamste Regelung des Verkehrs nicht von der Polizei, sondern nur von den Straßenbautechnikern geleistet werden könne; beide müßten sich in enger Zusammenarbeit die gegenseitigen Erfahrungen nutzbar machen. Nach Schilderung der für den Verkehrsfachmann idealen Straßenverhältnisse bezüglich Breite, Anlage von Kreuzungen, Vorfahrten, Parkplätzen, Beleuchtung, Haltestellen der Verkehrsmittel, guter Gefahren- und Wegweisung, unter denen dem Verkehrsschutzmann nur noch die Sorge für die Fußgänger zufalle, wurden die Ursachen der heutigen Verkehrsschwierigkeiten und die Abwehrmaßnahmen, wie Einbahn- und Parallelstraßen, Wegweisung, Entlastung der Innenstadt, Kreisverkehr, Schutzinseln, Lichtzeichen usw. besprochen. Einem Hinweis auf die Übertreibungen der Verkehrsregelung schloß sich die Bitte an, durch planmäßige Gemeinschaftsarbeit aller beteiligten Stellen die sogenannten „Buddeleien" im Sommer auf das denkbar geringste Maß zu beschränken.

Stadtbaurat *Eberlein* betonte, daß u. U. die Verkehrsregelung in Klein- und Mittelstädten mehr Schwierigkeiten bieten kann als in Großstädten, weil die Zahl der Knotenpunkte und die Verkehrsdauer größer, das Publikum aber weniger geschult ist, anderseits würde aber auch oft des Guten zuviel getan. Häufig genügen die schmalen Straßen wohl für Pferdefuhrwerke, aber nicht für den raschen Kraftwagenverkehr, besonders wenn sie auch noch Straßenbahnen aufweisen, deren Ersatz durch Kraftomnibusse zu empfehlen sei. Zu große Anforderungen an Breite und Befestigung der Straßen erhöhen bei der Beschränkung der Stockwerkzahl und Baublocktiefe die Bodenpreise. Der Durchgangverkehr wird daher zweckmäßig von der Innenstadt in geeignete Außen- und Umgehungsstraßen unter Zuweisung besonderer Wege an die Radfahrer verlegt, dagegen ist die Schaffung besonderer Kraftverkehrstraßen, große Industriezentren ausgenommen, ein nicht zu rechtfertigender Luxus.

Zu große Herabsetzung der Geschwindigkeit nimmt den Kraftfahrzeugen ihren Hauptvorzug ohne Erhöhung der Verkehrssicherheit. Unumgänglich ist die Aufstellung eines Verkehrsplanes, der Überschneiden verhindert, Einbahnstraßen, Richtungsschilder, Wegweiser usw. festlegt; letztere müssen augenfällig, gut lesbar, nachts beleuchtet sein und dürfen zu Reklamen nicht benutzt werden. Schildkröten, Blinklichter u. dergl. sind in Mittel- und Kleinstädten ebenso entbehrlich wie der Verkehrsschutzmann, sofern die Polizei die gesetzlichen Vorschriften rücksichtslos durchführt, vor allem auch den besonders gefährlichen Rad- und Motorradfahrern gegenüber. Alle Maßnahmen zur Regelung des Verkehrs erfüllen ihren Zweck nur dann, wenn jeder Beteiligte, vor allem auch der Fußgänger, strenge Selbstdisziplin übt und sich selbstlos dem Gesamtinteresse unterordnet.

Stadtbaurat Dr.-Ing. *Trauer*, Breslau, erstattete den „Bericht der Kommission über das Ergebnis der Verhandlungen über die Einordnung und Behandlung von Leitungen und Gleisanlagen in den öffentlichen Straßen" und erläuterte die Richtlinien, die am 28. Januar 1928

in Berlin bei gemeinsamer Beratung von Vertretern zahlreicher Vereinigungen und Behörden aufgestellt worden sind[1]).

In der gleichzeitig abgehaltenen Versammlung des Deutschen Baupolizeitages (Vereinigung der höheren technischen Baupolizeibeamten Deutschlands) erörterte u. a. Dr.-Ing. *Schmidtmann*, Stuttgart,

die strafrechtliche Verantwortlichkeit der Baupolizeibeamten.

Auf Grund einer Schilderung der teils durch die wirtschaftliche Lage, teils durch neuere Gepflogenheiten der Bauwelt begründeten Verhältnisse, die die dienstliche Tätigkeit des technischen Baupolizeibeamten äußerst erschweren, wurde die ständige Gefahr gekennzeichnet, in die gerichtliche Verfolgung von Bauunfällen mit hineingezogen zu werden. Die besonderen Beziehungen der Verstöße gegen anerkannte Regeln der Baukunst und der bei Bauunfällen unter Umständen in Frage kommenden Vergehen der fahrlässigen Körperverletzung oder Tötung zum baupolizeiamtlichen Berufsleben wurden eingehend hervorgehoben und zahlreiche Anregungen zur Klärung dieser schwierigen Frage geboten, die ebenso sehr zum Nutzen des Baupolizeibeamten wie der Verwaltung und der Rechtspflege dringend wünschenswert erscheint.

Über

die Erschütterungen der Gebäude durch Verkehrseinflüsse und die Maßnahmen zu deren Abwehr

sprach Oberingenieur Dipl.-Ing. *Wittig*, Magdeburg. Für die unbedingt notwendigen planmäßigen Untersuchungen über die Wirkung der Verkehrsstöße auf Gebäude genügen die zur Erdbebenmessung dienenden Seismographen nicht, es müssen besondere Verfahren und Geräte gefunden werden. Zu den wirksamen Einflüssen gehören vor allem Beschaffenheit des Geländes und des durch die Witterung beeinflußten Erdbodens, Art und Zustand der Straßendecke. Abstand der Fahrstelle vom Gebäude, dessen Bauweise und Baustoff, Gewicht und Geschwindigkeit des einzelnen Verkehrsmittels; aus dem wechselnden Verhältnis aller dieser Einzelposten zueinander ergeben sich die Verkehrsbeben. Etwaige Abwehrmaßnahmen müßten dem Einzelfall entsprechend getroffen werden; besonders wichtig sind geräuschlose Pflasterung, elastische Gleisbettung, massives Mauerwerk mit starker Balkendecke, Regelung der Fahrgeschwindigkeit. [N 2085]

Berlin Dr. phil. *H. W. Wolffram*

Elektrotechnik

Der Kathodenstrahl-Oszillograph und Untersuchungen an Überspannungs-Schutzapparaten

In den letzten Jahren wurde an verschiedenen Stellen gleichzeitig und im wesentlichen auch unabhängig voneinander an der Entwicklung der Braunschen Röhre zum Kathodenstrahl-Oszillographen gearbeitet. Über den an der Technischen Hochschule Berlin mit Unterstützung der Helmholtz-Gesellschaft und der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen, E. V., entwickelten Kathodenstrahl-Oszillographen hat *Gábor* nunmehr ausführlich berichtet[2]).

Über die Empfindlichkeitsgrenze des Blondelschen Schleifenoszillographen hinaus war bis vor einigen Jahren eine experimentelle Erforschung der schnellen elektrischen Ausgleichvorgänge unmöglich. Um so umfangreicher waren die theoretischen Untersuchungen auf diesem Gebiete, die aber bei einigermaßen verwickelten Vorgängen auf fast unüberwindliche Hindernisse stießen. Anderseits harrten eine ganze Reihe von Erscheinungen, wie z. B. die Sprungwellen, der Entladeverzug von Funkenstrecken, die Überspannungen atmosphärischer Natur usw., dringend der Aufklärung, ganz besonders, weil sie die Ursachen von Störungen und Schäden sind, an deren Behebung man aus Unkenntnis der Natur der Vorgänge nicht herangehen konnte. Man hat zwar mittelbare Verfahren zur Untersuchung von Wanderwellen entwickelt, aber ihr Anwendungsbereich war doch verhältnismäßig klein. Wie brennend diese Fragen waren, geht schon daraus hervor, daß die Entwicklungsarbeiten für einen brauchbaren Oszillographen an verschiedenen Stellen zugleich aufgenommen wurden. Um die erforderliche hohe Aufzeichnungsgeschwindigkeit von einigen 100 km/s erzielen zu können, kam nur ein möglichst trägheitsloses Schreibglied in Frage, das im Kathodenstrahl der Braunschen Röhre gegeben war.

Die Aufgabe bestand nun darin, in den Strahlengang der Braunschen Röhre eine photographische Platte zu bringen und den Strahl selbst in geeigneter Weise elektromagnetisch oder elektrostatisch durch die zu untersuchenden Erschei[-]nungen aus seiner Richtung ablenken zu lassen, so daß e[r] auf der Platte eine Kurve zeichnet. Für den vorliegende[n] Oszillographen wurde die innere Photographie ge[-]wählt, d. h. die lichtempfindliche Platte wurde in den luft[-]leeren Raum der Braunschen Röhre gebracht.

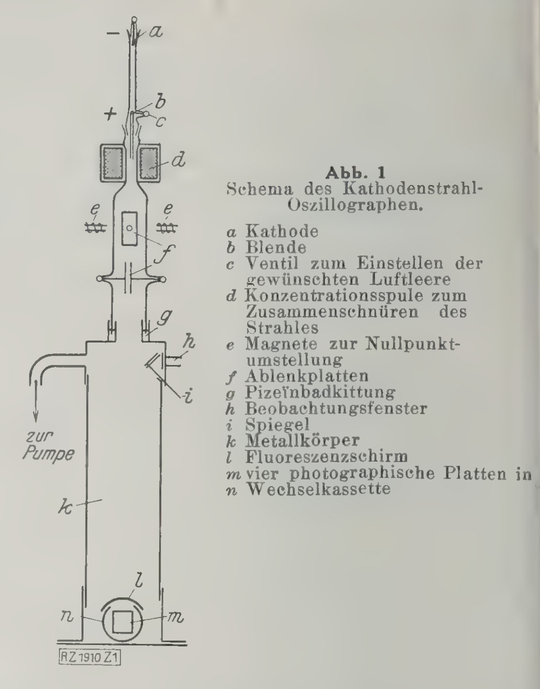


Abb. 1 Schema des Kathodenstrahl-Oszillographen.
a Kathode
b Blende
c Ventil zum Einstellen der gewünschten Luftleere
d Konzentrationsspule zum Zusammenschnüren des Strahles
e Magnete zur Nullpunktumstellung
f Ablenkplatten
g Pizeïnbadkittung
h Beobachtungsfenster
i Spiegel
k Metallkörper
l Fluoreszenzschirm
m vier photographische Platten in
n Wechselkassette

Das Schema des Gerätes ist aus Abb. 1 ersichtlic[h]. Der in der Braunschen Röhre oben erzeugte Kathodenstra[hl] wird durch eine Blende und eine Spule zu einem feine[n] Strahlenbündel zusammengeschnürt. Dieses Bündel durch[-]läuft nacheinander den Zwischenraum zwischen zwei u[m] 90 ° gegeneinander versetzten Plattenpaaren, den sogenann[-]ten Ablenkplatten, die an verschiedene Spannungen ge[-]legt werden, und deren elektrostatische Felder den Strah[l] in zwei zueinander senkrechten Richtungen ablenke[n]. Unten befindet sich eine auswechselbare Kassette mit vie[r] photographischen Platten, die man nacheinander in de[n] Strahlengang bringen kann. Statt der Platten kann auc[h] ein Fluoreszenzschirm eingeführt werden zur unmittelbare[n] Beobachtung des Oszillogramms durch ein Beobachtungs[-]fenster mit geeigneter Optik. Der ganze Raum von de[r] Kathode bis zur Kassette steht unter Hochvakuum von r[d.] $5 \cdot 10^{-5}$ mm Q.-S., das durch einen Pumpensatz erzeugt un[d] erhalten wird. Von den beiden Ahlenplattenpaare[n] liegt das eine an der oszillographisch aufzunehmende[n] Spannung, das andere wird für die Zeitablenkung benutz[t]. Diese Ablenkung des Strahles in zwei Richtungen ist des[-]halb notwendig, weil die photographische Platte im Gegen[-]satz zu den Schreibflächen der üblichen Schleifenoszillogra[-]phen feststeht. Die Ablenkung des trägheitslosen Kathoden[-]strahles bringt ja auch die ganz außerordentlich hohe Emp[-]findlichkeit des Oszillographen mit sich. Die Geschwindig[-]keit des Schreibfleckes auf der Platte beträgt rd. 300 km/s. Zur Erregung der Entladungsröhre dient Gleichspannun[g] von 60 bis 70 kV, die in einer Ventilröhre erzeugt wird.

Für die besondern Zwecke des Oszillographen mußte di[e] Braunsche Röhre mit einigen Zusatzeinrichtungen versehe[n] werden, die die Regelung der Luftleere, die richtige Kon[-]zentration des Kathodenstrahles zu einem feinen Strahlen[-]bündel und die Strahlablenkung gestatten. Es hat sich ge[-]zeigt, daß man die günstigsten Verhältnisse erzielt, wen[n] die Gasleere in der eigentlichen Entladungsröhre rd. 0,01 m[m] Q.-S. und im übrigen Teil, also besonders zwischen den Ab[-]lenkplatten, rd. 10^{-3} bis 10^{-4} mm Q.-S. beträgt.

Auch die günstigste Form der Ablenkplatten ist fü[r] den Oszillographen zur Erzielung einer möglichst hohe[n] Spannungsempfindlichkeit von ausschlaggebender Bedeutung.

Die Zeitablenkung muß gleichzeitig mit dem Beginn de[s] zu oszillographierenden Vorganges einsetzen. Dies erreich[t] man durch die Entladung eines Kondensators über eine Elek[-]tronenröhre, die vorher durch eine negative Gitterspannun[g] abgesperrt und bei Beginn der Entladung durch eine[n] plötzlichen positiven Spannungssprung am Gitter zum voll[] gesättigten Emissionsstrom gebracht wird; die Schaltun[g] zeigt Abb. 2. Um die durch längeres Stehenbleiben de[s] Schreibfleckes in der Nullstellung entstehende intensiv[e] Schwärzung der photographischen Platte zu vermeiden, lenk[t]

[1]) Vergl. die Zeitschrift „Bauamt und Gemeindebau", Jg. 10 Heft 13.
[2]) Forschungshefte der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen, E. V. 1. Heft. Kathodenstrahl-Oszillograph, Berlin 1927, Verlag der Vereinigung der Elektrizitätswerke.

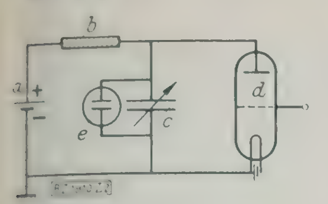


Abb. 2
Schaltung der Zeitablenkung.
a Gleichstromquelle
b Großer Widerstand
c Kondensator
d Elektronenröhre
e Ablenkplattenpaar

man den Strahl vorher von der Platte ab und läßt ihn erst mit dem Beginn des oszillographisch aufzunehmenden Vorganges auf die Platte auftreffen (Vorablenkung).

Versuche können mit Nieder- und mit Hochspannung vorgenommen werden. Bei letzterer ist Spannungsteilung erforderlich, da man selbst bei geteiltem Vakuum an den Oszillographen nur Spannungen bis rd. 10 kV legen kann. Um den bei kleinen Frequenzen in einer kapazitativen Spannungsteilung auftretenden Fehler infolge der Ableitungswiderstände zu vermeiden, wird eine Anordnung gewählt, bei der eine große Kapazität C_2 in Reihe mit einer kleinen C_1 liegt, die aber beide in eine Mischung von Xylol und Methylalkohol so eingebaut sind, Abb. 3 und 4, daß die Ableitungswiderstände R_1 und R_2 im umgekehrten Verhältnis zu den Kapazitäten stehen: $C_1 : C_2 = R_2 : R_1$.

Die nicht ganz einfache Bedienung des Oszillographen, besonders die dauernde Überwachung der Gasleere, bringt es mit sich, daß man zwar willkürlich erzeugbare oder sich periodisch wiederholende Vorgänge oszillographieren kann, nicht aber alle Vorgänge, deren zeitlichen Beginn man nicht beeinflussen kann. Dazu gehören alle Überspannungsvorgänge auf Leitungen und in elektrischen Anlagen. Um deren Aufnahme trotzdem zu ermöglichen, hat *Gábor* ein Hilfsgerät, das Kipprelais, Abb. 5, entwickelt. Der zu oszillographierende Vorgang „stößt" ein Relais an, das sämtliche zur Betriebsbereitschaft des Oszillographen erforderliche Handlungen mit denkbar kleinster Zeitverzögerung einleitet. Dies kann durch verschiedene Röhrenschaltungen geschehen, die zwei stabile Gleichgewichtslagen haben; aus einer solchen Ruhelage kann das Relais durch einen Spannungsstoß in die andre „gekippt" werden. Dieser Vorgang sowie das Einrücken des Kathodenstrahles auf die Platte muß in Bruchteilen einer Millionstel Sekunde abgelaufen sein. Die zum Kippen des Relais erforderliche Arbeit muß selbstverständlich sehr klein sein.

Naturgemäß ergaben sich beim Arbeiten mit dem neugebauten Apparat noch eine ganze Reihe von Schwierigkeiten, die man aber durch planmäßige Weiterentwicklung der Hilfsapparate beheben konnte. Vorablenkelektroden in Form zweier paralleler Drähte, zwischen denen der Strahl hindurchschießt, wurden durch eine bessere Anordnung ersetzt, bei der drei Plattenpaare je nach der angelegten Spannung die Vorablenkung des Strahles herbeiführen.

Auch die räumliche Anordnung des Apparates und der Meßleitungen sind bei der Art der zu untersuchenden Vorgänge von wesentlicher Bedeutung für das Ergebnis, so daß man bei den Messungen mit dem Oszillographen auf diesen Punkt besonders achten muß.



Abb. 5
Kipprelais, zum Einschalten des Oszillographen bei der Aufzeichnung von Vorgängen, deren zeitlichen Beginn man nicht beeinflussen kann, z. B. Entladung atmosphärischer Überspannungen an Leitungen.

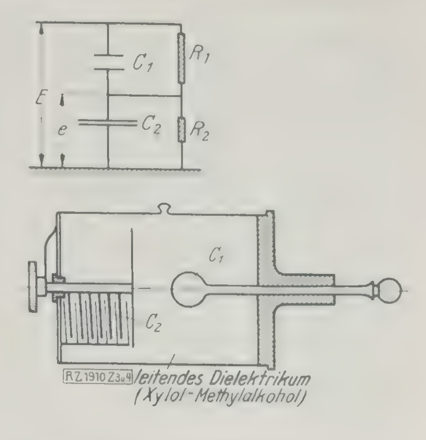


Abb. 3 und **4**
Schaltbild und Schnitt des kapazitiven Spannungsteilers.
C_1 kleine Kapazität (verschiebbare Kugel, 1 bis 5 cm)
C_2 Große Kapazität (Drehkondensator bis 500 cm)
R_1 großer Widerstand
R_2 kleiner "
E zu messende Spannung } gegen
e geteilte Spannung } Erde

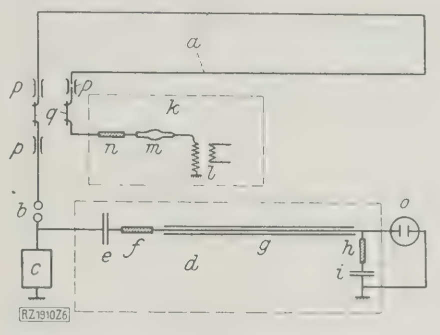


Abb. 6
Versuchsschaltung zur Erzeugung rechteckiger Wanderwellen.
a Versuchsleitung
b Schaltfunkenstrecke
c untersuchter Überspannungsschutz
d Spannungsteilung (*e* bis *i*)
e Kondensatoren
f Wasserwiderstände
g geschirmte Meßleitung
h Widerstand
i Kondensator
k Gleichrichteranlage (*l* bis *n*)
l Umspanner
m Ventilröhre
n hoher Vorschaltwiderstand (Schutzwiderstand)
o Oszillograph
p Durchführungen im Werk
q Trennschalter

Leitung
860 Ω
900 cm
a
b
64 KV
41 KV
RZ 1910 Z7 u 8
0 100 200 300 m

Abb. 7 und **8**
Aufnahme von Überspannungswellen einer Leitung ohne (*a*) und mit (*b*) Widerstandsableiter mit vorgeschalteter Kugelfunkenstrecke (240 vH Überspannung) und parallel geschaltetem Kondensator von 900 cm Kapazität.
Das Schaltbild zeigt schematisch die Anordnung *b*.

Um Beeinflussungen durch die elektrostatischen Felder der Hochspannung führenden Leitungen zu vermeiden, sind sorgfältige Abschirmungen aus Metall notwendig. Am besten ist eine ganz gekapselte Ausführung des Oszillographen.

Die Untersuchungen an Überspannungs-Schutzapparaten mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen fanden in der Schaltstation der Elektrowerke in Friedrichsfelde bei Berlin statt. Zur Erzeugung der erforderlichen Wanderwellen war eine rd. 1 km lange für 100 kV isolierte Versuchsleitung errichtet worden, die durch eine Ventilröhren-Gleichrichteranlage auf etwa 120 kV gegen Erde gebracht werden konnte. Die Schaltung bei den Versuchen zeigt Abb. 6. Sowie die Schaltfunkenstrecke *b* bei genügend hoher Spannung überschlägt, liegt die zu untersuchende Schutzeinrichtung *c* an der auf-

geladenen Leitung; die an ihr reflektierte Spannungswelle läuft in die Leitung nach der Gleichspannungsanlage zu hinein, wird an dem hohen Vorschaltwiderstand dort abermals reflektiert und läuft wieder zurück. Während diese Wanderwelle also einen Weg von 2 km mit Lichtgeschwindigkeit zurücklegt, liegt an dem zu untersuchenden Apparat die an ihm reflektierte Spannung. In den meisten Fällen genügt diese Laufzeit, um aus dem Oszillogramm die für den Apparat kennzeichnenden Eigenschaften abzulesen.

Um über das Verhalten der Schutzapparate den Wanderwellen gegenüber Aufschluß zu erhalten, wurde bei gleichen Spannungsverhältnissen jedesmal eine Aufnahme mit angeschlossenem Schutzapparat und eine ohne diesen gemacht. Beide übereinanderkopiert ergeben ein Bild von der Wirksamkeit des Apparates. Untersucht wurde ein Glimmschutz, ein Widerstandsableiter, ein Oxydfilmableiter und ein Westinghouse-Blitzventil.

Während beim Glimmschutz keine wesentliche Schutzwirkung feststellbar war, ergab der Widerstandsableiter einen sehr guten Schutzwert, besonders wenn dem Widerstandsableiter ein Kondensator parallel geschaltet wurde. Die Schaltung und die beiden Oszillogramme zeigen Abb. 7 und 8. Während ohne den Widerstandsableiter die Spannung sehr steil auf 64 kV anstieg, stieg sie nach Anschluß des Widerstandsableiters mit parallel geschaltetem Kondensator nur auf 41 kV, und zwar wesentlich weniger steil. Da der Ableiter eine hohe Überspannung in gleichem Maße herabsetzt wie eine geringe, es aber erwünscht ist, eine größere Überspannung stärker abzusenken, sind Versuche mit Ocelit als Ableiterwiderstand gemacht worden, dessen Widerstand mit steigender Spannung abnimmt. Die Oszillogramme zeigten, daß eine 25 kV-Spannungswelle auf 16 kV, eine 100 kV-Welle auf 39 kV abgesenkt wurde.

Bei dem Oxydfilmableiter und dem Westinghouse-Blitzventil, die in Deutschland weniger zur Verwendung gekommen sind, ergaben die Versuche, daß die Ansprechspannung rd. den 7,5- bis 8fachen Wert der normalen Betriebsphasenspannung ausmachte, so daß diese Ableiter für Anlagen mit üblichen Sicherheiten nicht in Frage kommen. [M 1910]

Berlin-Steglitz Dr.-Ing. *Heinr. Grünewald*

Hebezeuge

60 t-Schwimmdrehkran mit einziehbarem Ausleger

Das staatliche Hafenbauamt Pillau[1]) besaß zum Heben größerer Lasten zwei mit der Hand zu bedienende Geräte, einen landfesten Spierenkran von 20 t Tragfähigkeit auf seiner Werft und eine schwimmende Steinversetzbrücke von 25 t Tragfähigkeit. Beide Geräte waren infolge hohen Alters nicht mehr genügend betriebsicher. Sie mußten daher ersetzt werden. Die neuen Anlagen sollten folgende Arbeiten verrichten können:

1. Auf der Staatswerft: Auf- und Abtakeln der Fahrzeuge, insbesondere der Bagger, Herausnehmen und Einsetzen von Kesseln, Maschinen usw. Es sollte möglich sein, auch Fahrzeuge, die im Schwimmdock der Staatswerft liegen, zu bearbeiten.
2. Hilfeleistungen bei Bauarbeiten, an den Uferbefestigungen, Dämmen und Molen, besonders an der Südermole Pillau.
3. Hilfeleistungen bei Schiffsunfällen.

Aus wirtschaftlichen Gründen wählte man einen Schwimmdrehkran, der sämtliche Arbeiten ausführen konnte, Abb. 9 und 10 bis 12. Der Kran kann einen lichten Raum von 15 m Höhe und 9,5 m Breite, von Außenbordkante gemessen, bestreichen. Die größte Last am Hauptzughaken beträgt 60 t, daneben ist ein Hilfswerk für 10 t angeordnet. Zum Antrieb dient Drehstrom von 220/380 V, der der Staatswerft vom Ostpreußenwerk geliefert wird.

Der Schwimmdrehkran ist in Pontonmitte aufgestellt. Infolgedessen wird die Menge des zur Gleichgewichtherstellung notwendigen Ballastzementes und damit der Leertiefgang auf ein Mindestmaß beschränkt. Die hintere von Oberlichten und Niedergängen freie Deckfläche kann für das Absetzen von Arbeitstücken benutzt werden.

Drehkran

Der in vollem Kreise drehbare Kran stützt sich mittels acht kräftiger, in vier Ausgleichwagen gelagerter Stahlgußlaufrädern auf den auf dem Ponton fest verlegten Rollkranz ab und ist in der Mitte um einen Königszapfen geführt, der fest in die Pontonkonstruktion eingesetzt ist. Für ein gutes Übertragen und Abfangen der beim Neigen des Pontons und Kranes auftretenden wagerecht wirkenden Kräfte ist Sorge getragen. Die Antriebe für das Hub-

[1]) Die Angaben zu Beginn dieser Abhandlung wurden mir von Reg. Baurat *Prengel*, Vorstand des Hafenbauamtes Pillau, freundlichst zur Verfügung gestellt.



Abb. 9
60 t-Schwimmdrehkran mit einziehbarem Ausleger im Hafen von Pillau

und das Drehwerk sind in dem geschlossenen Maschinenha[us] angeordnet. Die Steuerung des Kranes erfolgt von eine[m] hochliegenden Führerstand aus, so daß der Kranführ[er] einen guten Überblick über das Arbeitsfeld hat. Um ei[ne] leichte Auswechselbarkeit aller Motorenteile zu erreiche[n], hat man für Hub-, Dreh- und Einziehmotor je einen g[e]schlossenen Bergmann-Motor von 36,7 PS Leistung f[ür] 45 min gewählt. Die Arbeitsgeschwindigkeiten des Hu[b]werkes betragen bei 30 bis 60 t Last 1,65 m/min, bei 10 b[is] 30 t Last 3,83 m/min, bis zu 10 t Last 10,8 m/min.

Der Antrieb wird auf die Hubtrommel mitte[ls] Stirnrädergetriebe übertragen. Beide Hubwerke werd[en] durch einen gemeinsamen Motor angetrieben, und zwar de[r]art, daß die Bewegung von dem Haupthubwerk auf d[as] Hilfshubwerk und umgekehrt mit der Hand umgeschalt[et] werden kann. Zum Halten der Last in jeder beliebigen Höhe[n]lage dient eine kräftige elektromagnetische Bremse un[d] zur Begrenzung der höchsten Hubstellung eine selbsttätig[e] Endausschaltvorrichtung.

Zum Einziehen des Auslegers dient ei[n] besonderer Motor. Dieser überträgt seine Bewegung a[uf] eine starke Stahlspindel, die mit flachgängigem Gewind[e] versehen ist. Die Anordnung mit einer einzigen Spind[el] hat man aus verschiedenen Gründen gewählt. So ist z. B. bei der großen Länge eine Spindel mit verhältnismäßi[g] großem Querschnitt vorteilhafter als zwei dünnere Spin[]deln. Ferner ist der Schmiermittelverbrauch geringer. Di[e] auftretenden Kräfte können bei dem Einspindel-Einziehwer[k] statisch sicher bestimmt werden.

Die Spindel steht fast senkrecht und ist daher Bie[]gungsmomenten kaum ausgesetzt. Sie wird am Plattform[]gerüst festgehalten und greift in die mit Rotgußfutter aus[]gerüstete Mutter, die im Auslegerobergurt gelagert is[t]. Zur Übertragung des Antriebes vom Motor auf die Spindel[]mutter dienen Stirn- und Kegelrädergetriebe. Will ma[n] den Ausleger in irgendeiner beliebigen Stellung festhalten, so tritt eine elektromagnetisch betätigte Backenbremse i[n] Tätigkeit. Die höchste und tiefste Auslegerstellung wir[d] von einer elektrischen Endausschaltvorrichtung begrenzt.

Zum Drehen des Kranes dient ebenfalls ei[n] besonderer Motor. Der Motor überträgt seine Bewegun[g] durch ein Schneckengetriebe und Zahnrädervorgelege a[uf] ein Triebritzel, das in den auf der Pontonkonstruktion mi[t] dem Rollkranz verbundenen wagerechten schmiedeeisernen Zahnkranz mit Triebstockverzahnung eingreift. I[m] Schneckenrad ist eine Lamellenrutschkupplung eingebau[t], die dem normal auftretenden Drehwiderstand entsprechen[d] eingestellt ist. Bei größeren Widerständen jedoch komm[t] sie zum Rutschen, so daß Brüche vermieden werden. Da[s] Drehwerk erhält eine kräftige elektromagnetisch betätigt[e] Bremse, die den Kran in jeder Stellung sicher festhalte[n] kann. Eine Drehung um 360° dauert 4 min.

Bei dem Hubwerk werden zwei Stränge angezogen. Infolgedessen ist zwar das Windwerk schwer ausgefallen, der Nachteil des Drehens der Unterflasche wird aber mi[t] Sicherheit vermieden. Auch die schräge Lage der Seil[]führung im unteren Kranteile hat große Vorteile, da hier

…ch bei vorkommendem Schlappseil, das beim Auflegen …r Unterflasche am Boden und dergleichen entstehen kann, …e Seile nicht aus den Rillen der Trommeln gleiten können …d somit ein Übereinanderwickeln und Beschädigen der …eile ausgeschlossen ist.

Ponton

Der Ponton wird durch wasserdichte Längs- und Quer…otte so weit unterteilt, daß durch Leckwerden einer be…ebigen Abteilung die Schwimmfähigkeit des Pontons auch …ann noch gewahrt bleibt, wenn der mit 50 t belastete Kran…eger nach der lecken Seite hin ausgeschwenkt ist. Die …ßeren Abteilungen sind als Sicherheitsräume und …tanks ausgebildet; sie erhalten je ein Mannloch mit …ekel. Die Außenhaut erhält keine Fenster. Alle Räume, …ie Lichtzutritt erfordern, sind auf die mittleren wasser…ichten Abteilungen vor und hinter dem Kranunterbau ver…ilt, um an beiden Enden möglichst große Absetzplätze …r Lasten frei zu behalten. Es sind dies: der Raum für …e elektrische Schaltanlage, die Räume für die Besatzung, …r Heiz- und Kesselraum, der Kohlenbunker und einige …ubehör- und Gerätekammern. Alle diese Räume erhalten …berlichte oder Deckgläser für hinreichende Beleuchtung …nd bequeme Niedergänge. Der Schwimmkörper ist 34,8 m …er Spanten lang, 15 m breit und hat 2,7 m Seitenhöhe.

Bei Ruhelage des betriebsfertigen Kranes mit 16,4 t Zuladung ohne Last bei längs Schiff eingestelltem, nach vorne zeigenden Ausleger beträgt der mittlere Tiefgang mit Kran rd. 1,20 m, der höchste Tiefgang mit Kran rd. 1,30 m.

Bei 50 t Last und 8,5 m Ausladung von Außenkante Scheuerleiste und 50 kg/m² Winddruck ergibt sich der größte Krängungswinkel zu etwa 5 bis 5½°, bei der Probebelastung von 62,5 t etwa zu 7 bis 7½°. Bei unbelastetem Kran und 200 kg/m² Winddruck beträgt der Krängungswinkel rd. 4½ bis 5½°. In allen Fällen behält der Schwimmkörper genügend Freibord.

Die bei diesen Tiefgängen vorausgesetzte Zuladung setzt sich wie folgt zusammen: Öl 3 t, Kohle 10 t, Besatzung 1,4 t, Trinkwasser und Verpflegung 2 t, insgesamt 16,4 t. Das Gesamtgewicht des fertig ausgerüsteten Schwimmkranes mit Zement im Boden ohne elektrische Anlage und Kesselanlage beträgt rd. 300 t.

Der Ponton ist aus Schiffbaustahl nach den Vorschriften des Germanischen Lloyd erbaut und entspricht in seinen Abmessungen den Vorschriften des Germanischen Lloyd für kleine Küstenfahrt mit Eisverstärkung. Das Deck des Pontons kann an bestimmten Absetzstellen Lasten bis zu 50 t tragen.

Die Form des Pontons und seine Abmessungen sind so gewählt, daß er sich leicht schleppen läßt und daß die Standfestigkeit des voll ausgerüsteten Fahrzeuges in unbelastetem Zustande jedem Seegang im Frischen Haff und einem der Windstärke 4 bis 5 entsprechenden Seegang auf offener See gewachsen ist.

Die elektrische Anlage

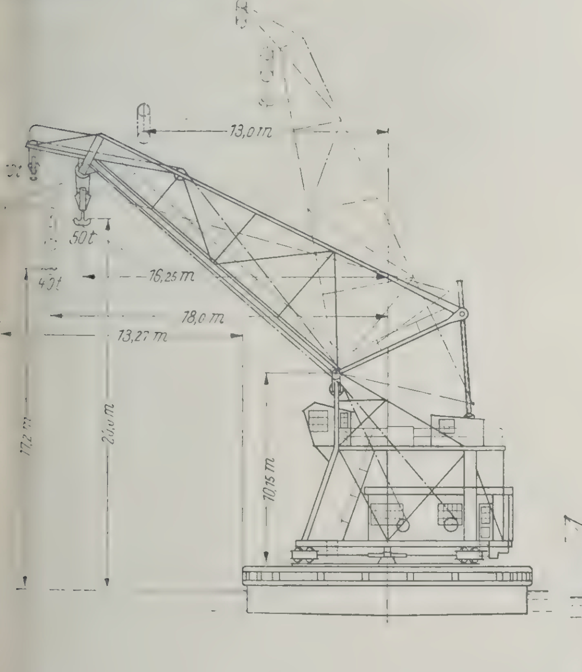
bestehend aus einem mit einem Drehstromerzeuger für 100 kVA bei 380/220 V Klemmenspannung, $\cos\varphi = 0{,}8$ und 300 U/min unmittelbar gekuppeltem kompressorlosem vierzylindrigen Zweitakt-Dieselmotor, Bauart Schichau-Sulzer, nebst Maschinenschalttafel, ist auf besonderen Wunsch der Hafenbauverwaltung vom Kranponton getrennt und in einem besonderen Schiffsgefäß untergebracht, wobei die einwandfreie Zusammenarbeit der Anlagen gewährleistet ist. Für eine etwaige spätere Verlegung der Stromerzeugungsanlage in den Kranponton sind auf diesem die notwendigen Maschinenfundamente und das Schalttafelgerüst gleich passend hergerichtet. Jeder der Kranmotoren braucht 36,7 PS Leistung, der Antriebmotor für die Lenzpumpe rd. 3 PS und die Beleuchtungsanlage rd. 2 kW.

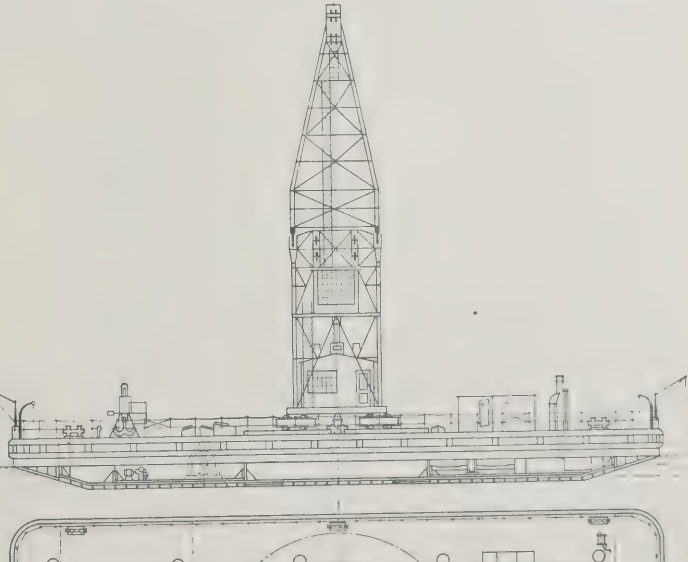
Die größte Dauerlast des Stromerzeugers beträgt rd. 60 kW, die Spitzenlast erreicht rd. 90 kW. Mit Rücksicht hierauf wurde ein Dieselmotor von 140 PS Dauerleistung und 150 PS Spitzenleistung gewählt.

Zur Überleitung des Stromes von der Stromerzeugeranlage nach der Verteilstelle des Kranpontons dienen auf dem Deck der beiden Schiffskörper angeordnete und durch fliegende Kabel verbundene Säulensteckanschlüsse. Diese Steckanschlüsse gestatten auch die Speisung der elektrischen Anlage des Kranes aus dem Drehstromnetz der Staatswerft oder umgekehrt die Bespeisung der Staatswerft aus der Stromerzeugungsanlage des Kranes. Die Steckvorrichtungen haben unverwechselbar eingerichtete Steckerteile und sind robust und wasserdicht gebaut.

Der Drehkran wurde von den Ardeltwerken G. m. b. H., Eberswalde, an die Firma F. Schichau, Elbing, geliefert. Diese erbaute als Generalunternehmerin außer dem Ponton auch die gesamte Kraftanlage sowie die Eisenkonstruktion des Kranes nach den Plänen der Ardeltwerke. [M 1647]

Eberswalde Obering. *Fr. Woeste*





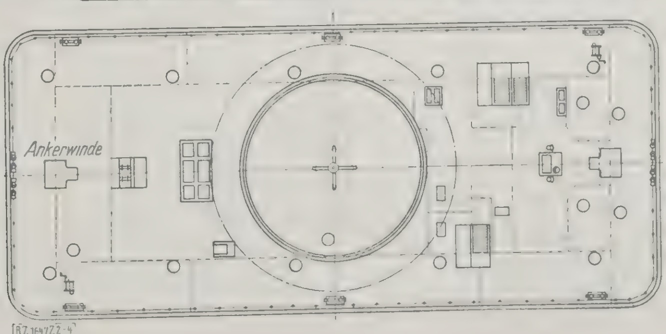


Abb. 10 bis 12
Aufbau des Schwimmkranes, Abb. 9.
Maßstab rd. 1 : 400

Kleine Mitteilungen

Fundamente für große Turbodynamos

Für die beiden Turbodynamos von je 50 000 kW, die das Delray-Werk 3 der Detroit Edison Co. erhalten wird, hat man Gründungen aus Beton gewählt, die von gewachsenem Fels getragen werden. Die Entscheidung über die Wahl des Baustoffes der Fundamente gründet sich auf gewisse ungünstige Erfahrungen, die man mit Turbodynamos von genau der gleichen Größe und Bauart im Trenton Channel-Kraftwerk gesammelt hat; diese Turbodynamos ruhen auf Betonplatten von 1,5 m Dicke, die von genieteten Säulen getragen werden, und haben im Betrieb Schwierigkeiten infolge von Schwingungen ergeben. Der unruhige Lauf macht sich besonders beim Anfahren bemerkbar. Man hat festgestellt, daß die Stärke der Störungen von der Dauer des Stillstandes abhängt, der der Inbetriebnahme vorausgegangen war, und am größten ist, wenn die Maschine 15 h stillgestanden hat.

Die Ursachen der Störungen sind, wie man vermutet, Verbiegungen der Läufer infolge von Temperaturunterschieden, die sich bei Stillstand innerhalb der Gehäuse einstellen. Durch genaue Vorschriften für das Anwärmen der Turbinen bei der Inbetriebnahme hat man zwar den Übelstand beseitigt, allein man braucht etwa 2 h, bevor man die Turbodynamo belasten kann. Die Verwendung der Betonfundamente, die wesentlich größere Masse haben, als Gründungen aus Eisenkonstruktion, soll der Möglichkeit ähnlicher Störungen bei dem neuen Werk vorbeugen, zumal man schon bei der Anlage am Trenton-Kanal beobachtet hat, daß das Auffüllen der genieteten Fundamentsäulen mit Beton die Schwingungen gedämpft hat. Zu dem Vorteil der höheren Sicherheit gegen Schwingungen kommt noch, daß die Betonfundamente billiger als die Stahlfundamente hergestellt werden können. („Electrical World" 1. Dez. 1928 S. 1089/91*) [N 2395 a] *H.*

Versuche mit einer neuen Feuerraumauskleidung

Um ihren steigenden Bedarf an Heiz- und Fabrikationsdampf zu befriedigen, stellte die Carborundum Co., Niagara Falls, N. Y., drei 465 m²-Kessel mit Kohlenstaubfeuerung und gekühlten Feuerraumwänden auf. Hiervon sollten zwei Kessel mit 42 kg/m²h Verdampfleistung die Winterspitzen decken, der dritte sollte zur Aushilfe bereitstehen. Im Sommer braucht nur ein Kessel arbeiten.

Der Aushilfskessel wurde so gebaut, daß er bei 10 at Dampfdruck mit 85 kg/m²h belastet werden konnte. Zu diesem Zwecke kleidete man die Feuerraumwände mit Carbofrax, einem Siliziumkarbiderzeugnis, aus und stellte Versuche an, um die Widerstandfähigkeit dieses Stoffes bei hohen Belastungen zu prüfen.

Die Carbofrax-Steine werden in drei Ausführungen geliefert und ohne Mörtel oder Zement aneinandergefügt. Der Kessel wurde im April 1928 in Betrieb genommen und seine Belastung allmählich von 17 auf mehr als 85 kg/m²h gesteigert; die Leistungsfähigkeit der Hilfseinrichtungen des Kessels setzte der Steigerung die Grenze. Selbst bei den hohen Belastungen konnten 14 bis 16 vH CO_2-Gehalt der Rauchgase aufrechterhalten werden. Nach unten ließ sich die Feuerraumbelastung bis auf 90 000 kcal/m³h verkleinern, ohne daß die Verbrennung behindert oder Rauch erzeugt wurde. Die Feuerraumauskleidung hat in den sechs Betriebsmonaten den Erwartungen entsprochen. Die Steine bedecken sich im Betrieb mit einer dünnen porösen Schlackenschicht, die sich leicht entfernen läßt. Ihre Oberfläche war nach sechs Monaten von Anfressungen frei. („Power" 20. November 1928 S. 839*) [N 2395 b] *Le.*

Zerstörungen an Beton durch Moorwasser

Die Wasserkraftanlage der British Aluminum Co., Ltd., nützt die Moorwasser des Blackwater-Tals auf der Westseite des Moores von Rannoch aus. Im Lauf der Zeit wurden die Betonbauten, besonders Kanäle, von dem Moorwasser angegriffen. Um den geeigneten Werkstoff zu bestimmen, der für eine Wiederinstandsetzung in Frage kommt, wurden seit dem Jahre 1921 bis jetzt 113 verschiedene Stoffe untersucht, und zwar vor allem Beton mit Portlandzement, mit Schlacken, mit aluminiumhaltigem Zement, ferner Teer, Bitumen, Ziegelsteine, Berappstoffe und chemische Mittel. Die Versuche wurden in einem rd. 100 mm breiten und 100 mm tiefen Kanal gemacht. Die Wasserstoffionen-Konzentration des Moorwassers schwankte von $p_H = 4$ bis $p_H = 8$, also von aktueller Azidität bis zur Alkalinität.

Nach einem Jahre waren die meisten Stoffe angegrif[f]. Vor allem ging daraus hervor, daß der übliche Portla[nd]zement am wenigsten widerstandfähig ist. Beton mit st[ark] aluminiumhaltigem Zement zeigte nach sechseinhalb Jah[ren] bei stark saurem Moorwasser (bis zu $p_H = 4$) keine Spu[r] von Anfressungen. Der einzige andre Baustoff, der n[ach] sechs Jahren keine Zerstörungserscheinungen zeigte, [war] blauer Ziegelstein von Staffordshire. Auch einige Fa[rb-] und Ölanstriche haben sich gut bewährt. Unter weni[ger] schwierigen Bedingungen erwies sich eine Behandlung [der] Oberfläche mit einer Seifenlösung als hinreichender Sch[utz]. („The Engineer" 14. Dezember 1928 S. 664) [N 2395 c] *Schr*

Diesel-elektrische Lokomotive für 2660 PS

Die Kanadische National-Eisenbahn hat neuerdi[ngs] eine große diesel-elektrische Lokomotive für 2660 PS L[ei]stung in Dienst gestellt. Sie besteht aus zwei Lokomo[tiv]hälften, auf denen je ein Zwölfzylinder-Dieselmotor, [mit] einem Gleichstromerzeuger gekuppelt, aufgestellt ist. V[ier] Gleichstrommotoren übertragen im Einzelantrieb die Kr[aft] auf die Achsen. Sie entwickeln rd. 45 000 kg Zugkraft [bei] der Anfahrt und rd. 19 000 kg im Beharrungszustand, i[hre] Drehzahl beträgt 800 U/min. Zum Ingangsetzen dient d[er] Stromerzeuger, von einer Batterie gespeist, als Mot[or]. Außer Wasserkühlung ist auch Luftkühlung vorgeseh[en]. Der Brennstoff wird mittels Druckluft eingespritzt. [Die] Abgase der Dieselmotoren werden dem Heizkessel zugefüh[rt], der außerdem Ölfeuerung besitzt. Die elektrische Scha[lt-] und Steuereinrichtung ist in üblicher Weise ausgeführt.

Auf jeder Lokomotivhälfte können 3600 kg Brennsto[ff], 5000 l Wasser für den Kessel und rd. 1400 l Einspritzwass[er] mitgeführt werden. Das Gesamtgewicht der Lokomoti[ve] beträgt rd. 300 t, das Reibungsgewicht rd. 220 t; sie kä[nn] auf steigungsfreien Stecken 2800 t mit 64 km/h beförder[n]. („Engineering" 14. Dezember 1928 S. 736*) [N 2395 d] *Ro.*

Englische Tenderlokomotive

Auf der London, Midland and Scottish Railway wur[de] vor einiger Zeit eine 1 C 2-Heißdampf-Tenderlokomotive [in] Dienst gestellt, die sich gut bewährt hat. Die Lokomoti[ve] hat zwei außenliegende Zylinder mit 483 mm Bohrung u[nd] 660 mm Hub. Bei 85 vH des Kesseldruckes von 14 at b[e]trägt die Zugkraft rd. 10 000 kg. Die Steuerung ist d[ie] übliche Walschaert-Bauart, zur Dampfverteilung diene[n] Kolbenschieber. Eine Dampfbremse wirkt auf alle Räde[r]. Die Hauptkonstruktionszahlen betragen:

Fester Radstand		5 020 mm
Gesamter Radstand		11 750 „
Länge über alles		14 300 „
Gesamte Heizfläche		113 m²
Überhitzerheizfläche		24,7 „
Rostfläche		2,3 „
Reibungsgewicht		51 t
Leergewicht		69 „
Dienstgewicht		86 „
Kohlenvorrat		3,5 „
Wasservorrat	rd.	9 m³

(„Engineering" 14. Dezember 1928 S. 744*) [N 2395 e] *Krs.*

Unterirdische Versuchsanlage für Flugzeugmotoren

Infolge beschränkter Raumverhältnisse innerhalb d[er] Fabrikanlage war die Firma Société des Moteurs Gnôm[e] et Rhône in Paris gezwungen, die für die Prüfung v[on] Flugmotoren notwendigen Prüfstände unterirdisch anz[u]legen. In der Anlage sollten gleichzeitig fünf 500 PS le[i]stende Flugzeugmotoren geprüft werden, wobei vollständig[e] Schallsicherheit gewährleistet werden mußte. Die Flu[g]motoren werden durch einen offenen Einsaugschacht d[en] fünf Versuchstunneln, in denen die Prüfstände eingeba[ut] sind, zugeführt. Zwischen den Versuchstunneln liege[n] Überwachungstunnel. Die Überwachungsgeräte sind a[uf] einer Galerie oberhalb der Tunnelköpfe eingebaut. Geg[en]über den Prüfständen liegt ein Raum zur Vorbereitung u[nd] etwaigen Überholung der Motoren. Die 18 m langen Ve[r]suchstunnel liegen unterhalb eines Lagers und enden [in] senkrechte, pfeifenförmig auslaufende Öffnungen, in d[ie] Schalldämpfeinrichtungen eingebaut sind. („Beton u[nd] Eisen" 5. Dezember 1928 S. 425 u. f.) [N 2393 f] *Gw.*

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204).

Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure, 5. Bd.: **Schlosserei und Montage-Arbeitszeitermittlung.** Herausgeg. von *K. Gottwein*. Berlin 1928, Julius Springer. 312 S. m. 139 Abb. u. 106 Zahlentaf. Preis 26 *RM*.

Ein Buch, das die vielfältigen und schwer zu erfassenden Handzeiten gründlich behandelt, hat bisher gefehlt. Die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure (ADB) und der Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung (Refa) haben sich durch die Anregung, und *Gottwein* und seine Mitarbeiter haben sich durch ihre umfangreiche Arbeit ein Verdienst daran erworben, daß wir jetzt einen großen Schritt vorwärtsgekommen sind.

Nach einer Einleitung von *Gottwein* und *Flacker* über die Grundbegriffe der Handarbeit gibt *Schleif* Entwicklungsbeispiele für Teil- und Zusammenbau-Schlosserarbeiten. *Gottwein* und *Wartus* bringen Beispiele verschiedener Schlosserarbeiten, *Hegner* Berechnungsunterlagen für Montagearbeiten. *Gottwein*, *Laufs* und *Bothe* befassen sich weiter mit den Handarbeiten im Eisenbahnwagenbau. Die Lokomotivmontage untersuchen *Freund* und *Wüstehube*, *Winkel* untersucht die Handwerksbetriebe. Der Werkzeugmaschinenbau kommt in dem Abschnitt von *Belke* über den Zusammenbau einer Rundschleifmaschine zu seinem Recht. Schließlich ist der Großmaschinenbau durch *Gottwein* und *Schulz* berücksichtigt worden. Den Abschluß bildet eine Zusammenstellung des Schrifttums.

Infolge dieser Einteilung nach Fachrichtungen kann der Benutzer die für ihn am besten geeigneten Zahlenwerte leicht finden. Ich betrachte dies als Vorteil und teile nicht die Bedenken des Herausgebers darüber, daß infolge dieser Einteilung gleiche Arbeiten an verschiedenen Stellen von verschiedenen Mitarbeitern behandelt werden. Infolge der Vielfältigkeit der Beispiele ist bester Vergleich möglich, und der Leser wird stets darauf hingewiesen, daß es absolute Zahlenwerte nicht gibt, sondern daß die Handzeiten ebenso von den im Betrieb zur Verfügung stehenden Mitteln an Werkzeugen usw. abhängen, wie die Maschinenzeiten vom Maschinenpark.

Die Vergleiche auf S. 203 u. f. der Feilarbeit mit der Zerspanung sprechen noch von empirisch ermittelten Werten und Gesetzen; darüber sind wir jedoch hinaus!

Das mit zahlreichen Bildern, Diagrammen und Zahlentafeln versehene Werk gehört in die Hand jedes Betriebsleiters und Vorkalkulators.

[E 2080] Priv.-Doz. Dr. *Kronenberg*

Magnetic properties of matter. Von *Kotaro Honda*. Tokyo 1928, Syokwabo & Co. 256 S. m. 213 Abb. Preis 6,80 Y.

Das vorliegende Werk des japanischen Gelehrten ist eine englische Neuausgabe seines Buches, das bereits vor einigen Jahren zum ersten Mal in japanischer Sprache erschienen war. Grundgedanke und Ausführung des Werkes können als durchaus geglückt angesehen werden. Sowohl die klare und übersichtliche Einteilung als auch die Beschränkung des Stoffes und die zahlreichen und guten Schaubilder meist eigener Arbeiten stempeln es zu einem neuzeitlichen Lehrbuch des Magnetismus. Im Text sind alle unnötigen Rechnungen und rein theoretisch-spekulativen Betrachtungen vermieden worden und bei allen Aufgaben nur jeweilig die mathematische Begründung und die Versuchsergebnisse hervorgehoben.

Der Inhalt gibt einen Überblick über den Magnetismus als einer Eigenschaft der Werkstoffe und damit über die Anwendung der magnetischen Verfahren zu ihrer Erforschung. Einer formalen Begrenzung folgend schließt der Verfasser die magnetooptischen Erscheinungen usw. aus dem Kreise seiner Betrachtungen aus.

Kapitel 1 bringt die Grundbegriffe und die Theorien der Magnetisierung eines Körpers, Kapitel 2 die Meßmethoden und die kennzeichnenden Eigenschaften der ferromagnetischen Werkstoffe. Eine eingehende Beschreibung der einzelnen Apparate ist natürlich unmöglich, die Angaben müssen sich auf das Grundsätzliche beschränken. Bei dem Unterabschnitt Hysterese sind dem Verfasser anscheinend die während des Krieges erschienenen Veröffentlichungen von *Steinhaus* und *Gumlich* über die ideale, d. h. hysteresefreie Magnetisierung völlig entgangen. Im übrigen ist auch die einschlägige deutsche Literatur berücksichtigt worden. Kapitel 3 bringt den Zusammenhang des Magnetismus mit den mechanischen Verformungen, Kapitel 4, das leider etwas zu kurz ausgefallen ist, die Temperaturabhängigkeit der ferromagnetischen Stoffe. Kapitel 5 und 6 führen in das engere Arbeitsgebiet des Verfassers ein, den Zusammenhang der magnetischen Erscheinungen mit der Metallkunde. Behandelt werden die thermischen und magnetischen Vorgänge beim Stahl und seinen Umwandlungen und der Ferromagnetismus der Legierungen. Kapitel 7 bringt den Para- und Diamagnetismus, eine Übersicht über die Meßverfahren und die Ergebnisse. Die drei letzten Kapitel sind den theoretischen Fragen über das Wesen des Magnetismus gewidmet und enthalten neben einem Überblick über die bisherigen Theorien die modernen Messungen an Einkristallen und über das magnetische Moment der Atome. Auch hier ist, insbesondere in dem historischen Teil, die überaus klare Darstellungsweise des Verfassers hervorzuheben.

Das Buch kann allen Forschungsingenieuren, die sich mit den physikalischen Grundlagen des Magnetismus zu befassen haben, empfohlen werden.

[E 2017] *A. Kußmann*

Eisenbahnbetriebslehre. Von Präsident Dr. *Heinrich*, unter Mitwirkung von Reichsbahnoberrat *Manker*. 3. Aufl. Berlin 1928, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn. 532 S. m. 18 Abb. Preis 15 *M*.

Die in Fachkreisen rühmlichst bekannte „Eisenbahnbetriebslehre“ von Präsident Dr.-Ing. *Heinrich* in Halle liegt in dritter Auflage vor. Der gegenüber den beiden vorhergehenden Auflagen von 1925 erheblich größere Umfang des Buches ist hauptsächlich dadurch bedingt, daß inzwischen eingetretene Neuerungen: Weiterentwicklung der Druckluftbremse, wissenschaftliche Durchforschung des Betriebes, Rationalisierungsbestrebungen usw. berücksichtigt sind. Das Buch ist vorzüglich geeignet, Eisenbahnern und solchen, die es werden wollen, einen klaren Überblick über die Betriebsführung auf der Deutschen Reichsbahn zu geben. Neben der sehr lehrreichen Einleitung, die den Begriff der Betriebswissenschaft nach Inhalt, Grenzen und Zielen klar herausschält, werden in drei Kapiteln der Fahrdienst, die Betriebschwierigkeiten und die Betriebsleitung behandelt. Ein erschöpfender Nachweis des Schrifttums vervollständigt das Buch. Wissenschaft und Praxis sind hier zu ihrem Recht gekommen, und die liebevolle Durchleuchtung aller Fragen des Eisenbahnbetriebes, das Eindringen in den Zweck aller Betriebsvorschriften und in ihre Begründung gibt eine Gewähr dafür, daß, wer dies Buch zur Grundlage seines Wissens vom Eisenbahnbetriebe macht, dessen Wesen auch wirklich begreift, so daß er in der Praxis nicht über angelerntes Wissen verfügt, sondern für selbstverständlich findet, was mancher sich mühsam zu erklären versucht. [E 1665] *Lohse*

Gutachten über die Elektrifizierung der Strecke Wien — Salzburg. Erstattet an den Herrn Bundesminister für Handel und Verkehr von dem hierzu bestellten Sachverständigenkollegium. Wien 1928, Julius Springer. 163 S. Preis 2,80 *RM*.

Das Gutachten war auf elf Fragen zu erstatten: Kostenaufwand für Schwachstromleitungen, Zahl und Kosten der Unterwerke, Ersatzteile, Kostenanteil für Unvorhergesehenes, Anlagekosten, Frachtsätze, Bewertung der vom Dampfbetrieb freiwerdenden Fahrzeuge, Kohlentransportkosten, Energiebedarf, -deckung und -kosten, Unterschied in den Instandhaltungskosten der Triebfahrzeuge bei Dampfbetrieb und bei elektrischem Betrieb, Personalersparnis. Berufene Fachleute zählen zu den hier zu Wort gekommenen Sachverständigen, ihre auch allgemein geltenden Urteile sind mit eingehenden Begründungen in diesem Buche dargelegt und dürfen eine hohe Bedeutung beanspruchen in allen Fällen, wo die Umstellung von Bahnen auf elektrischen Betrieb in Frage kommt. [E 2223] *Ro.*

Chemische Technologie in Einzeldarstellungen: **Physikalisch-chemische Grundlagen der chemischen Technologie.** Von *Georg-Maria Schwab*. Leipzig 1927, Otto Spamer. 130 S. m. 32 Abb. Preis 12,50 *M*.

Die in der Sammlung Chemische Technologie in Einzeldarstellungen erschienene Schrift des jungen Würzburger Physikochemikers *G. M. Schwab* ist zwar in erster Linie auf die Bedürfnisse der Chemiker hin verfaßt worden, die sich in steigendem Umfange der Notwendigkeit gegenüber sehen, ihr physikalisch-chemisches Rüstzeug zu verbessern. Aber auch viele Ingenieure, besonders die in der chemischen Industrie tätigen, werden die mit großer Lehrbegabung

verfaßte Darstellung *Schwabs* gern und mit Nutzen studieren, um sich ein Bild der neuen Arbeitsrichtung in der chemischen Industrie zu verschaffen. Bei der Darstellung ist die volle Kenntnis der reinen Chemie und Experimentalphysik vorausgesetzt, ebenso die der Schulmathematik mit Einschluß der Differentialrechnung. Die einzelnen Kapitel behandeln Atom und Molekül, Kolloidchemie, die Aggregatzustände, Thermodynamik, Reaktionsgeschwindigkeit, Elektrochemie und Photochemie. Man darf dem Bande jedenfalls auch bei den Ingenieuren eine größere Verbreitung wünschen. [E 1105] *H. Großmann*

Allgemeine Volkswirtschaftslehre. Von *Adolf Weber.* München und Leipzig 1928, Dunker & Humblot. 526 S. Preis 16 *RM.*

Webers Volkswirtschaftslehre entspricht in hohem Maß allen Anforderungen, die man nach der Seite der Wissenschaft und Praxis an ein Lehrbuch stellen muß. Die umfangreiche eigne Literaturkenntnis sowie langjährige Lehr- und Forschertätigkeit prägen sich in der lebendigen und anschaulichen Darstellungsweise des Verfassers aus. Besonders fesselnd sind die Abschnitte über die gesellschaftlichen Vorbedingungen der Volkswirtschaft, über Markt und Preis sowie über Konjunktur und Krisen und die hier eingeflochtene Lehre vom Geld- und Kapitalmarkt. [E 2252] *RT*

Handbuch der neuzeitlichen Milchverwertung. Von *C. Knoch.* 2. Aufl. Berlin 1927, Paul Parey. 668 S. m. 175 Abb. Preis 26 *RM.*

In sechs Kapiteln behandelt der Verfasser das umfangreiche Gebiet der Milch und ihrer Verwertung nach dem heutigen Stande der wissenschaftlichen Forschung, die daraus abgeleiteten Verfahren und ihre technischen Hilfsmittel. Es darf als eine Enzyklopädie des Wissens auf diesem Gebiete bezeichnet werden. Die Darstellung ist flüssig und allgemein verständlich gehalten. Dem einzelnen, der sich mit besonderen Problemen beschäftigen will, zeigt er die Wege, wo geeignete Unterlagen im Schrifttum oder in der Praxis zu finden sind.

So erfüllt das Werk in hervorragender Weise den Zweck eines Handbuches für Molkereipraktiker, Chemiker, Ingenieure, Ärzte, Leiter von Milchküchen und für das Gebiet der Milchverwertung in Frage kommende Verwaltungsbeamte. Es bietet eine gute Hilfe bei der Einrichtung neuer und der Verbesserung vorhandener Anlagen. Die sachrichtige Behandlung aller in Betracht kommenden Fragen auf chemischem, physikalischem und bakteriologischem Gebiet, deren Kenntnis erforderlich ist zum Verständnis und zur kritischen Beurteilung der verschiedenen Herstellverfahren, ist besonders dankenswert.

Das Werk umfaßt die Kapitel: Wesen, Prüfung und Eigenschaften der Milch (chemische und physikalische Grundlagen, Untersuchungsverfahren); Verwertung der flüssigen Vollmilch (Gewinnung, Reinigung, Versand, Steigerung der Haltbarkeit, Milchpräparate); Verwertung der Milch durch Zerlegung in ihre einzelnen Teile (maschinentechnische Neuheiten); Kondens- und Dunstmilch (Herstellverfahren, Behandlung); Trockenmilch und Milchzucker und seine Herstellung.

Alle Kapitel sind nach der wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlich-praktischen Seite hin behandelt. Den Schluß bildet ein vollständiges Verzeichnis sämtlicher auf dem Gebiet der Milchverwertung vorhandenen (e[...]schließlich der erloschenen) Patente und ein ausführlic[...] Namens- und Sachverzeichnis.

Der Verfasser hat durch die übersichtliche, klare [...] auf eingehender Sachkenntnis beruhende Zusammenfass[...] des vielfach unbekannten, teils in Einzeldarstellungen [...]streuten großen Stoffes eine hervorragende Arbeit geleis[...] für deren Wert und Anerkennung in Fachkreisen am bes[...] die Tatsache spricht, daß die stattliche erste Auflage sc[...] nach neun Monaten vergriffen war.
[E 2228] Dipl.-Ing. *Floria[...]*

Richtlinien für Meisterkursus und Meistertüchtigung [...] Werk. Von *Adolf Friedrich.* Berlin 1928, Beuth-Verl[...] 30 S. Preis 1,75 *RM.*

Der Weg zur Arbeitsfreude. Von *E. Horneffer.* B[...]lin 1928, Reimar Hobbing. 47 S. Preis 1,50 *RM.*

Braunkohlen-Anhaltszahlen. 2. Ausg. (1928). Herausg[...] vom *Rheinischen Braunkohlen-Syndikat,* Köln 1927, Selb[...]verlag. 80 S. Preis 2,50 *RM.*

Briefumschlag-Fabrikation. Von *Th. Gerdon.* Berlin 19[...] Carl Hofmann. 105 S. m. 101 Abb. Preis 8 *RM.*

Der Werdegang der Musiknoten. Mappe mit 8 Tafeln u[...] 2 Seiten Text. Leipzig 1928, Rudolph Becker. Pr[...] 4,50 *RM.*

Anuario de industrias metalurgicas. Publicado bajo [...] direccion de la Union industrial metalurgica. Barcelo[...] 1927. 742 S.

Technisches Taschenwörterbuch in drei Sprachen. V[...] *W. Isendahl* und *C. W. Kollatz.* 3. Aufl. 3 Tei[...] Berlin 1929, Georg Siemens. 1. T.: 179 S. Französisch[...] Deutsch—Englisch, 2. T.: 166 S. Deutsch—Englisch[...] Französisch, 3. T.: 198 S. Englisch—Französisch—Deuts[...] Preis je Bd. 4,50 *RM.*

Uhlands Ingenieur-Kalender 1929. Begr. von *Wilhelm Hei[...]rich Uhland.* 55. Jg. bearb. von *Robert Stück[...]* Leipzig 1928, Alfred Kröner. 1. T.: Taschenbuch. 340 [...] m. Abb. 2. T.: Für den Konstruktionstisch. 755 S. [...] Abb. Preis für beide Teile 5,50 *RM.*

Technik voran! Jahrbuch mit Kalender für die Jugen[...] 1929. Herausgeg. vom Deutschen Ausschuß für Tec[...]nisches Schulwesen und vom Reichsbund Deutscher Techni[...] Berlin 1929, Deutscher Ausschuß für Technisches Schu[...]wesen. 200 S. m. Abb. Preis 0,95 *RM.*

Deutscher Postverband Jahrbuch 1928. Bearb. von *Loo[...]* Berlin 1927, Selbstverlag. 480 S. Preis 1,50 *RM.*

25 Jahre „Corona" Industrie für Holzverwertung A.-[...] Essen-Altenessen 1928, Selbstverlag. 67 S. m. Abb. Koste[...]los.

Sechsstellige Tafel der trigonometrischen Funktionen. Vo[...] *J. Peters.* Berlin und Bonn 1929, Ferd. Dümmler. 293 [...] Preis 52 *RM.*

Die Fermente und ihre Wirkungen. Von *Carl Oppenheime[...]* 5. Aufl. 3. Bd.: **Die Methodik der Fermente.** Herausge[...] von *Carl Oppenheimer* und *Ludwig Pincussen.* 5. Lf[...] Leipzig 1929, Georg Thieme. 313 S. m. 57 Abb. Pre[...] 28 *RM.*

Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vo[...] 17. Juli 1928. Von *F. Besser.* Berlin 1928, Verkehrswi[...]senschaftliche Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei de[...] Deutschen Reichsbahn. 219 S. Preis 6,50 *RM.*

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 73 SONNABEND, 12. JANUAR 1929 Nr. 2

Getreidemühlen

Von Dir. Ing. E. M. MELLER, Gewerbeoberstudienrat, Dippoldiswalde

Beschreibung der Arbeitsvorgänge in einer Getreidemühle und der wichtigsten Müllereimaschinen, wie Reinigungs- und Getreidewaschmaschinen, Walzenstühle, Plansichter mit festem und pendelndem Schwunggewicht und Massenausgleich, Putzmaschinen und Maschinen zum Auflösen der Grieße und Dunste.

Zu den ältesten deutschen Betrieben, in denen Fließarbeit durchgeführt ist, gehören die Getreidemühlen. Schon seit mehr als 50 Jahren hat man in großen Mühlen die Handbeschüttung der einzelnen Müllereimaschinen (Postenmüllerei) aufgegeben und läßt das Getreide und die Zwischenerzeugnisse mittels geeigneter Fördereinrichtungen vom Getreidelager, meist Schachtspeichern (Silos), der Reihe nach die einzelnen Maschinen durchlaufen (selbsttätige Müllerei).

Der Arbeitsplan, Abb. 1, einer solchen Mühle zerfällt in drei Hauptabteilungen: Vorreinigung des eintreffenden Getreides vor der Lagerung, Reinigung des Getreides vor der Vermahlung und Vermahlung.

Vorreinigung

Das Getreide gelangt über eine selbsttätige Waage zu einer Vorreinigungsmaschine (Speicheraspirateur), die, gebaut wie der Mühlenaspirateur, Abb. 6, durch größere Siebneigung einen schnelleren Getreidedurchlauf und dadurch oberflächliche Reinigung einer großen Getreidemenge gestattet und mittels geeigneter Siebe und Windströme, Schrollen, Spreu und Sand, zuweilen auch größere Gesäme wie Mais, Erbsen usw., aus dem Mahlgetreide entfernt. Die Beimengungen (Besatz) werden abgefangen und können später vermahlen werden. Die Staubluft wird mittels eines Schlauchfilters oder eines Schleuderfilters gereinigt.

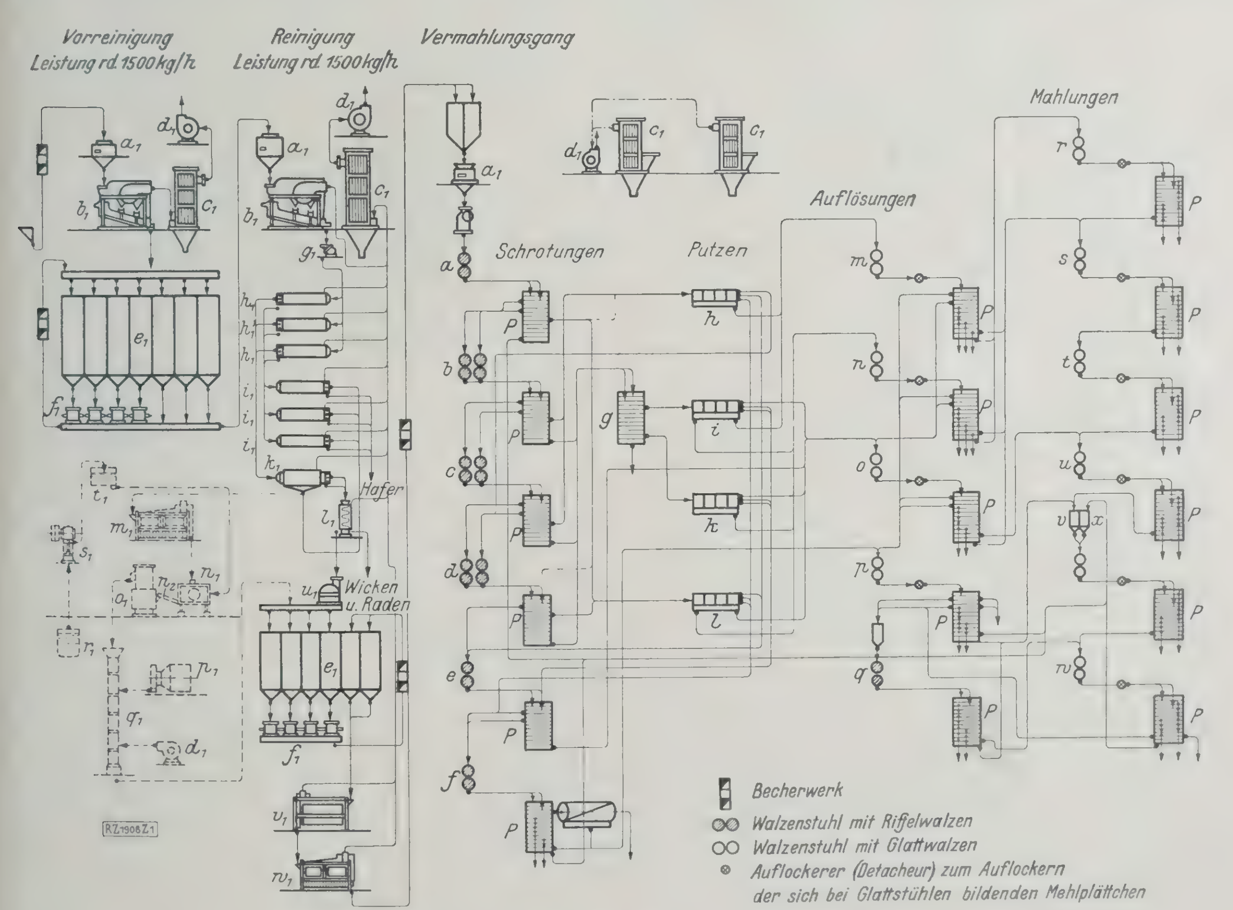


Abb. 1. Arbeitsplan einer Weizenmühle für 30 000 kg in 24 h.

a_1 selbsttätige Waagen
b_1 Vorreiniger (Aspirateure)
c_1 Saugfilter
d_1 Sauglüfter
e_1 Schachtspeicher
f_1 Mischer
g_1 Überlaufmagnet
h_1 Radentrieure
i_1 Hafertrieure
k_1 Nachtrieur
l_1 Schneckentrieur
m_1 Poliermaschine
n_1 Steinausleser
n_2 Abspritzschnecke
o_1 Schleuder
p_1 Heißlufterzeuger
q_1 Trockensäule
r_1 Brunnen
s_1 Pumpe
t_1 Behälter
u_1 Netzapparat
v_1 Spitz- und Schälmaschine
w_1 Poliermaschine
a bis f Schrotstühle
g Sortiermaschine
h bis l Putzmaschinen
m bis q Grießauflösestühle
r bis x Mahlstühle
P Plansichter

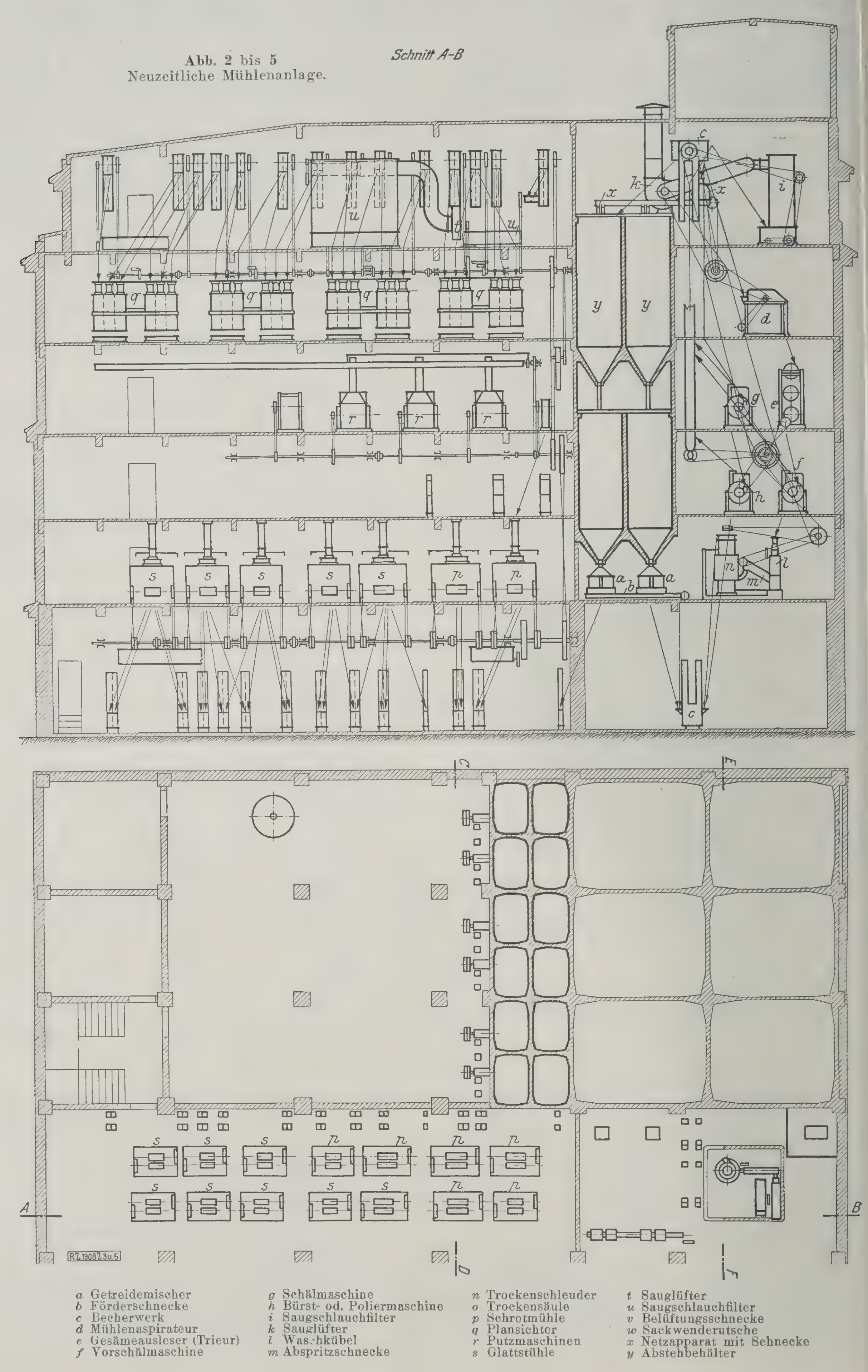
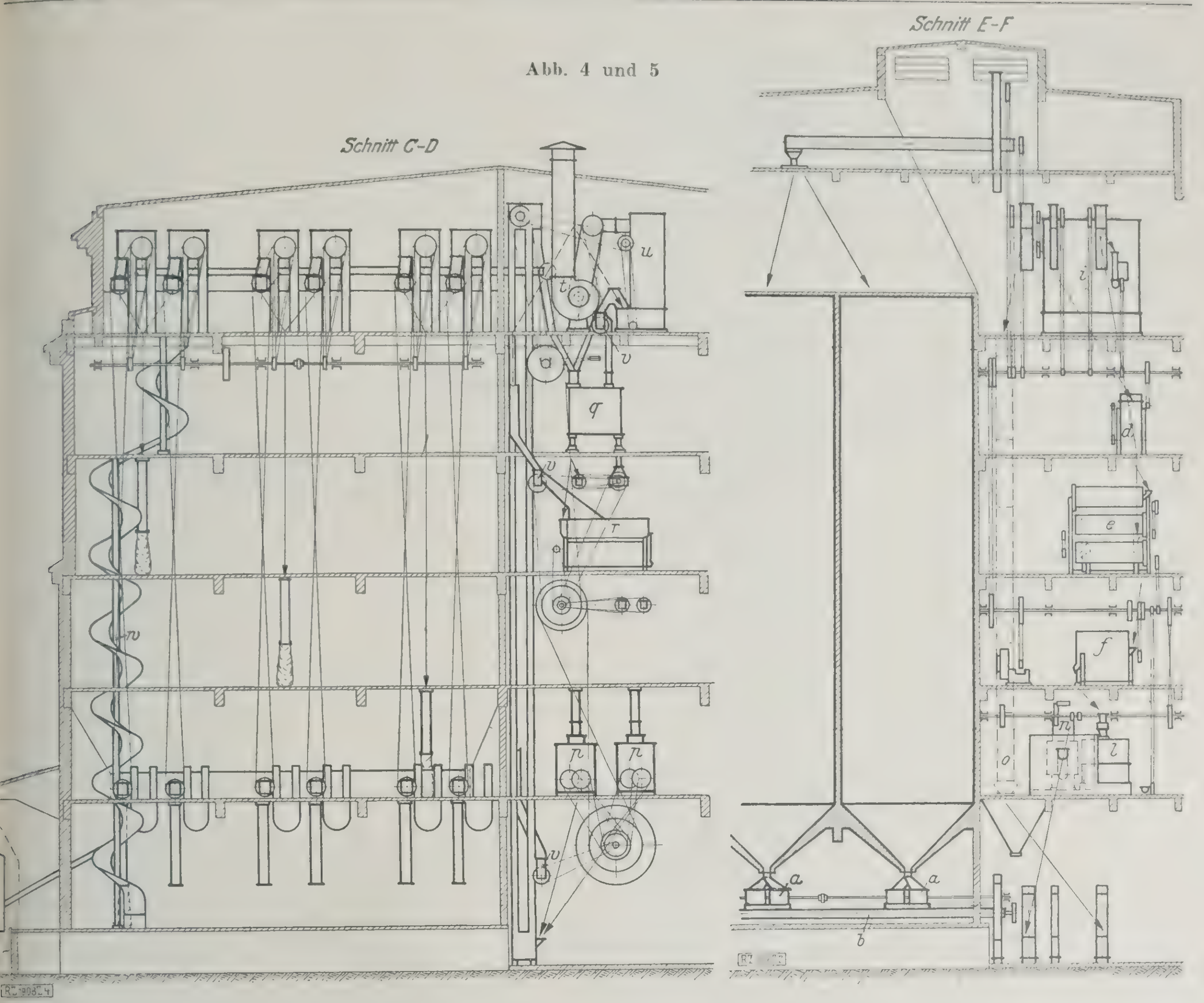


Abb. 2 bis 5
Neuzeitliche Mühlenanlage.

a Getreidemischer
b Förderschnecke
c Becherwerk
d Mühlenaspirateur
e Gesämeausleser (Trieur)
f Vorschälmaschine
g Schälmaschine
h Bürst- od. Poliermaschine
i Saugschlauchfilter
k Sauglüfter
l Waschkübel
m Abspritzschnecke
n Trockenschleuder
o Trockensäule
p Schrotmühle
q Plansichter
r Putzmaschinen
s Glattstühle
t Sauglüfter
u Saugschlauchfilter
v Belüftungsschnecke
w Sackwenderutsche
x Netzapparat mit Schnecke
y Abstehbehälter

Abb. 4 und 5



Von hier leitet man das Getreide über ein Becherwerk mittels Verteilschnecken, Förderband mit Abwurfwagen oder Drehrohrverteilern in die Speicherzellen, denen es, nach Sorten getrennt, mittels der Meßapparate und Förderschnecken (Mischapparat) beliebig entnommen werden kann. Das Becherwerk wird auch zum Umstechen, Umleiten des Getreides von einer Zelle in eine andre, besonders bei Erwärmung oder Feuchtwerden des Getreides zum Durchlüften benutzt.

Reinigung und Vermahlung

In dem vorliegenden Plan, Abb. 1, ist eine Weizenvermahlung, sogen. Halbhochmüllerei, dargestellt. Sie zerfällt in vier Gruppen: Schroten, Grießputzen, Grießauflösen und Mahlen.

Die Hauptgrundsätze der Halbhoch- und der Hochmüllerei sind: Allmähliches Zerkleinern des Getreides (Schroten), Absichten der Grieße und Dunste sowie der geringen Mehlmengen, fünf- bis achtmaliges Weiterschroten der Übergänge, Putzen der Grieße, Auflösen der Grieße in Dunste, wobei auch geringe Mehlmengen entstehen, Mahlen der Dunste zu Mehl und zuletzt noch Ausstreifen des letzten Mehles aus den Schalen (Ausmahlen der Kleie). Der Müller hat dabei sein Hauptaugenmerk auf das Getrennthalten und das gesonderte Vermahlen gleicher Grieße und Dunste zu richten, was um so leichter ist, je mehr Maschinen für die einzelnen Arbeitsvorgänge vorhanden sind. Bei kleineren Anlagen hat der Müller besonders auf das richtige Zusammenführen gleichartiger Grieße und Dunste zu achten.

Bei dem vorliegenden Vermahlungsplan gelangt der Weizen zunächst über eine selbsttätige Waage zu einem Schrotputzkasten, der mittels Windströme noch lose Schalenteile entfernt, um den Schrotstuhl und den nachfolgenden Plansichter zu entlasten und die Bildung von Stippen (zerriebene Schalenteile) im Mehle herabzusetzen. Zuweilen findet man solche Schrotputzkasten bis zum fünften Schrot. Der erste Schrotstuhl soll das Getreide nur ganz wenig zerkleinern, sein Mahlerzeugnis gelangt zum ersten Plansichter oder einem Abteil des Sichters, wo seine Bestandteile: Schrotübergänge, grobe Grieße, feine Grieße, Dunste und Mehl, voneinander getrennt werden. Dies geschieht bei allen Schrotungen. Soweit es die Maschinenanlage und die vorhandenen Maschinen ermöglichen, trennt man die Schrotübergänge noch der Größe nach, so daß die Riffelung der nachfolgenden Schrotwalzen der Größe der Mahlerzeugnisse besser angepaßt werden kann. Man kann den Vermahlungsplan am besten an der Hand der Zahlentafel 1 verfolgen.

Der Roggen wird wesentlich einfacher, schneller, oder, wie der Müller sagt, „flacher" gemahlen. Während beim Weizen die inneren Stärketeile die besten Mehle liefern, sind beim Roggen die Schrotmehle die besten, so daß man sogleich auf große Mehlergebnisse hinzielt. Man schrotet drei- bis sechsmal flach, d. h. mit eng gestellten Walzen und mahlt dann noch zwei- bis dreimal die Kleie aus; nur selten sichtet man beim ersten und zweiten Schrote die groben Grieße ab und mahlt diese gesondert. Ein Putzen der Grieße findet nicht statt.

Auf Grund des Vermahlungsplanes wird die Mühlenanlage ausgeführt. Der in den Abb. 2 bis 5 dargestellten Mühle liegt ein etwas andrer Vermahlungsplan zugrunde. Sie umfaßt 6 Schrotungen, 7 Grieß- und Dunstauflösungen und 10 Mahlungen.

Reinigungsmaschinen

Aus den Speicherzellen gelangt das Getreide durch Mischapparate mittels Förderschnecke und Becherwerk zur Reinigung. Eine vorzügliche Reinigung ist das

Zahlentafel 1. Verteilung der einzelnen Mahlerzeugnisse auf die Maschinen (vergl. Abb. 1

Arbeitsvorgänge	Bez. in Abb. 1	Beschüttung in vH der Gesamtleistung	Mehle in vH 1.	Mehle in vH 2.	Mehle in vH 3.	Mehle in vH 4.	Mehle in vH 5.	Dunste z. W. n.**	Dunste vH	Grieße feine z. W. n.**	Grieße feine vH	Grieße grobe z. W. n.**	Grieße grobe vH	Kleie	Putzerei gep. Grieße ohne Dunste z. W. n.	Putzerei gep. Grieße ohne Dunste vH	Putzerei Köpfe z. W. n.	Putzerei Köpfe vH	Putzerei Flugkleie z. W. n.	Putzerei Flugkleie vH	Auflöse-Dunste 1 z. W. n.	Auflöse-Dunste 1 vH	Auflöse-Dunste 2 z. W. n.	Auflöse-Dunste 2 vH	Übergän[ge] z. W. n.**	Übergän[ge] vH
Schroten	a	98 *				1,5		x	3			i	3												b	9[illegible]
"	b	90,5						g	6			h	8												c	7[illegible]
"	c	74,5		3				g	8			h	11												d	5[illegible]
"	d	54			3,5			g	10			i	8												e	3[illegible]
"	e	37 (+1 P)				3		o	8			o	6												f	2
"	f	22				2,5		x	6	P	2			11,5												
Sortieren	g	24						l	11	k	13															
Putzen	h	19													m	16	d / e	1,5 / 1	d	0,5						
"	i	11													o / n	2 / 5	e	3,5	e P	0,5						
"	k	13													m / n	5 / 6	o	1,5	e P	0,5						
"	l	11													n	9	o	1,5	f	0,5						
Grießauflösung	m	21	1	2																	r	9	s	7	o / p	[illegible]
"	n	20		2	1																r	9	s	6	o / p	[illegible]
"	o	21		2	1																s	2	u	5	p / p	[illegible]
"	p	15			2																v	2	w	1	q	1[illegible]
"	q	15			1	1															v	7	w	6		
Mahlung	r	18	13	2																	s	3				
"	s	18	11	2																	t	5				
"	t	5	1	2																	u	2				
"	u	7		4																	v	3				
"	v	12		1	4																w	7				
"	w	14			1	3															x	5	q	5		
"	x	14					3,5							10,5												
Summe			26	20	15,5	11	3,5																			
Gesamt		98			76									22												

* 2 vH = Reinigungsverlust ** z. W. n. = zur Weiterverarbeitung nach P = Plansichter.

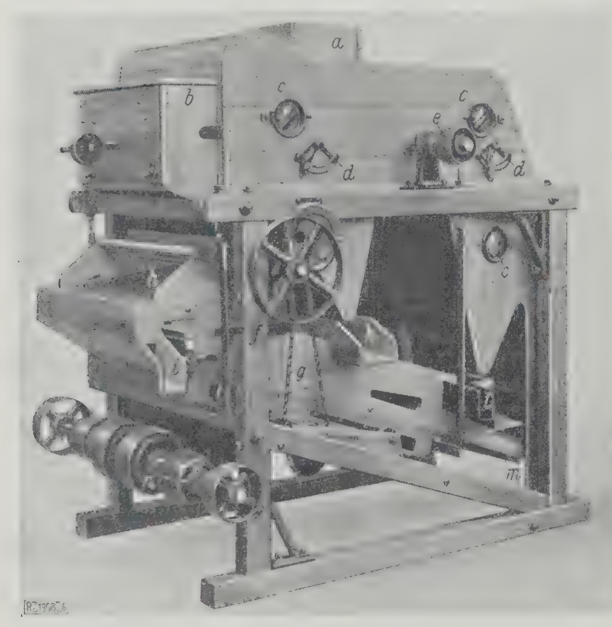


Abb. 6. Mühlenaspirateur.

a Ausblasekanal
b Einlauftrichter
c Schaufenster
d Windregelklappe
e Lüfterantrieb
f Antriebscheibe
g Antriebkette der Siebreinigungsbürste
h Schrollensieb
i Schrollenauslauf
k Auslauf der groben Spreu
l „ „ dicken Körner
m Getreidelauf zur Nachlüftung
n Exzenter zum Siebantrieb

Haupterfordernis für die Erzeugung guter, heller Mehl[e]. Das Getreide läuft zunächst durch den Mühlenaspirateu[r], Abb. 6 und 7, der grobe und feine Verunreinigunge[n] (Besatz) entfernt, und zwar Spreu und Staub durch Saug[-]wind, wobei die Windführung so eingerichtet ist, daß di[e] Spreu abgefangen werden kann. Der grobe Besat[z] (Schrollen), wie Sackbänder, Stroh, Erdklumpen, Stein[e] u. a., wird durch weitmaschige Drahtgewebe oder Blech abgesiebt, die mit 4 bis 6 mm Dmr. gelocht sind. Größer[e] Körner, wie Mais, Erbsen usw., entfernt ein zweites ent[-]sprechend engeres Drahtgewebe, während Sand un[d] feinste Gesäme (feiner Besatz) durch ein feines Draht[-]gewebe oder gelochtes Blech mit feinster Lochung fallen. Das überlaufende Getreide wird nochmals einem Luft[-]strom ausgesetzt, der noch Staub und losgerieben[e]

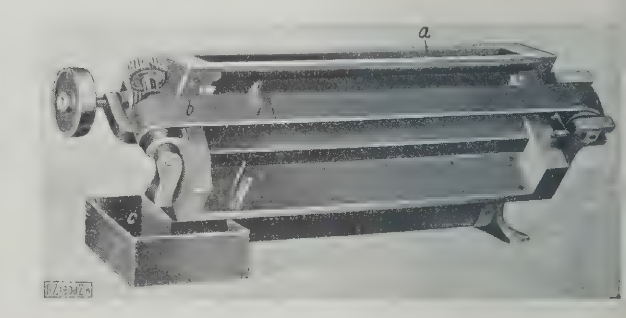


Abb. 8. Überlaufmagnet.

a Getreideeinlauf *b* Abstreichband für die Eisenteile *c* Sammelkasten

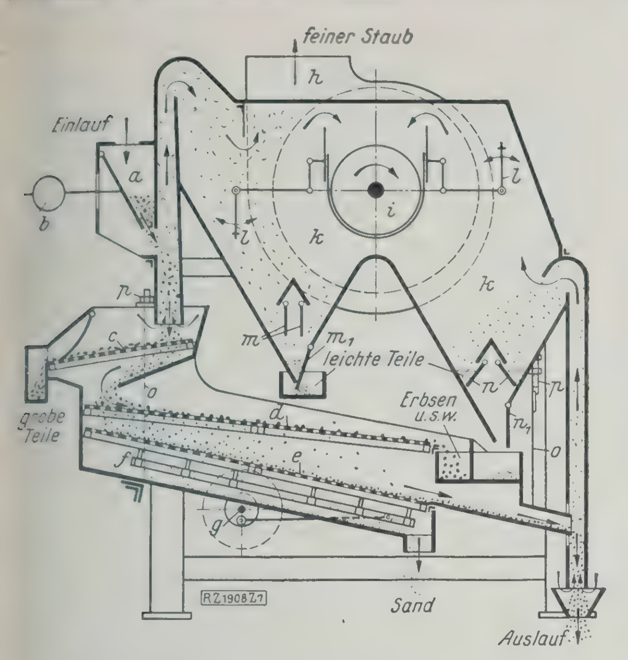


Abb. 7. Schnitt durch den Mühlenaspirateur.

a Einlauftrichter
b Regelgewicht für den Einlaufdruck
c Schrollensieb
d Sieb für dicke Fremdkörner
e Sieb für Sand und feine Gesäme
f Siebreinhaltebürste
g Antriebwelle mit Bürstenantrieb
h Sauglüfter
i Saugöffnung zu *h*
k Sammelräume für Spreu
l Luftregelklappen
m, m_1 Fingerklappen (offen)
n, n_1 „ (geschlossen)
o Siebhängefedern
p Stellvorrichtung für die Siebneigung

Schalenteile absogen. Um Eisenteile, die die folgenden Maschinen beschädigen und durch Funkenbildung zu Mehlstaubexplosionen führen könnten, auszuscheiden, läßt man das Getreide über einen Magneten, Abb. 8, laufen.

Nunmehr folgt das Entfernen der Wicken, Raden und auch Hafer aus dem Brotgetreide mittels der Gesämeausleser (Trieure), Abb. 9 und 10. Ein sich drehender Zylinder hat innen kleine geeignet geformte Vertiefungen, welche die kleineren Körner so weit mitnehmen, bis diese in im Innern der Zylinder befindliche Tröge mit Förderschnecken fallen. Die größern Körner bewegen



Abb. 12 Schrauben-(Spiral-)Trieur zum Nachlesen.

a Getreideeinlauf
b Auslauf der Außenschraube
c „ „ Innenschraube
d „ „ Mittelschraube

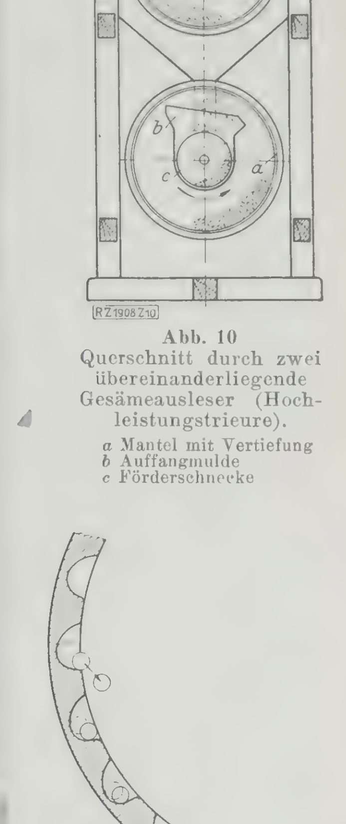


Abb. 10 Querschnitt durch zwei übereinanderliegende Gesämeausleser (Hochleistungstrieure).

a Mantel mit Vertiefung
b Auffangmulde
c Förderschnecke

Abb. 11 Form gefräster Vertiefungen im Gesämeausleser.

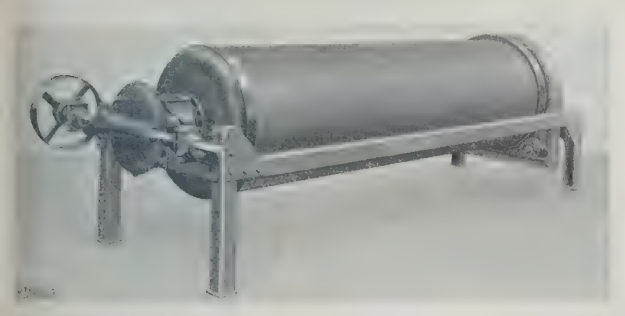
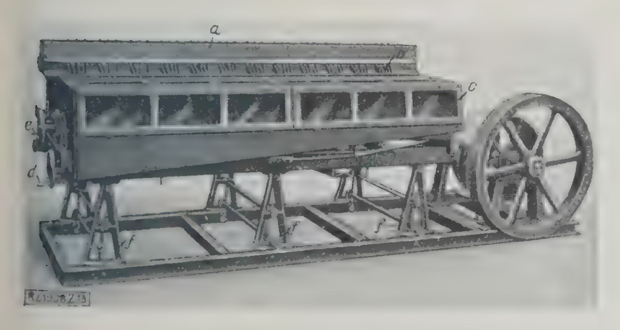
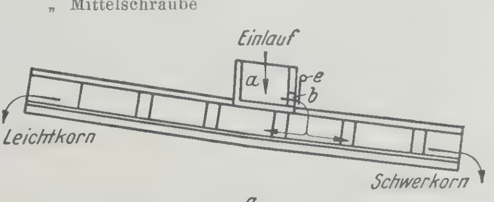


Abb. 9. Geschlossener Gesämeausleser.





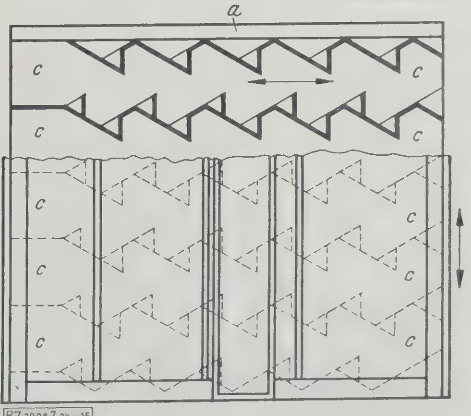


Abb. 13 bis 15. Steinausleser. **Abb. 14 und 15**

a Verteilrinne *b* Einlauföffnung *c* Auslesetisch mit Prallflächen *d* Handrad zum Einstellen der Tischneigung *e* Handrad für den Einlaufregelschieber *f* Pendelstützen

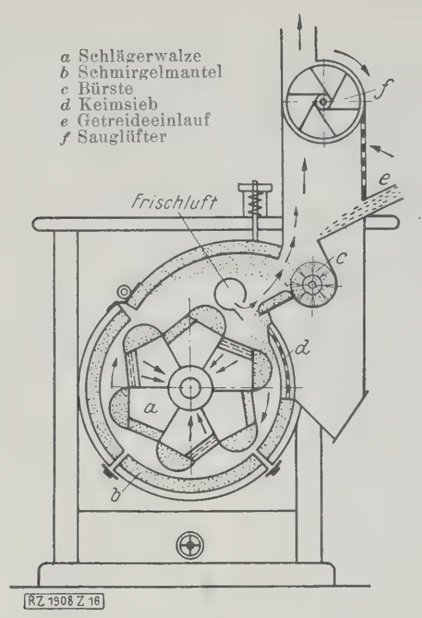


Abb. 16
Schälmaschine mit Schmirgelschlägern, verstellbarem Schmirgelmantel und Zwischenbürste.

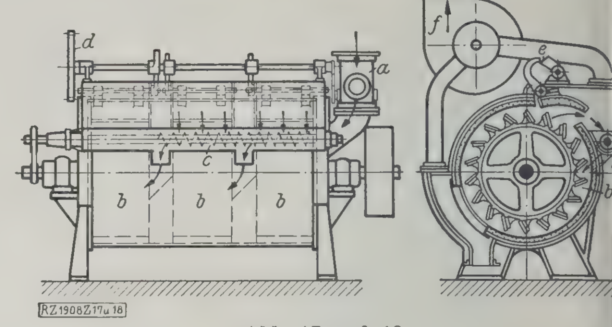


Abb. 17 und 18
Kammerschälmaschine.

a Einlauf
b Schälkammern
c Förderschnecke von Kammer zu Kammer
d Spiralrad zum Antrieb der Nockenwelle
e Öffnungsnocken
f Sauglüfter

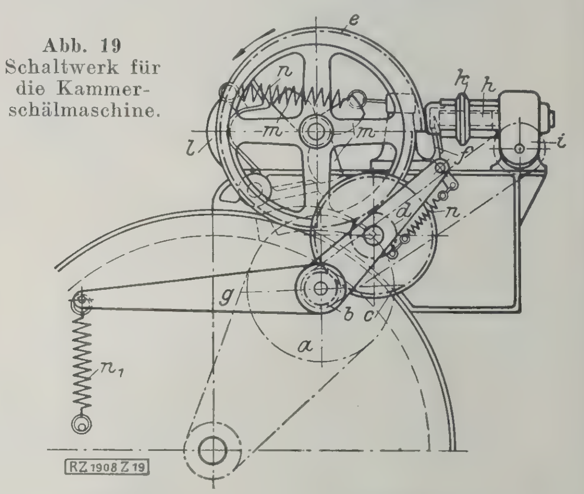
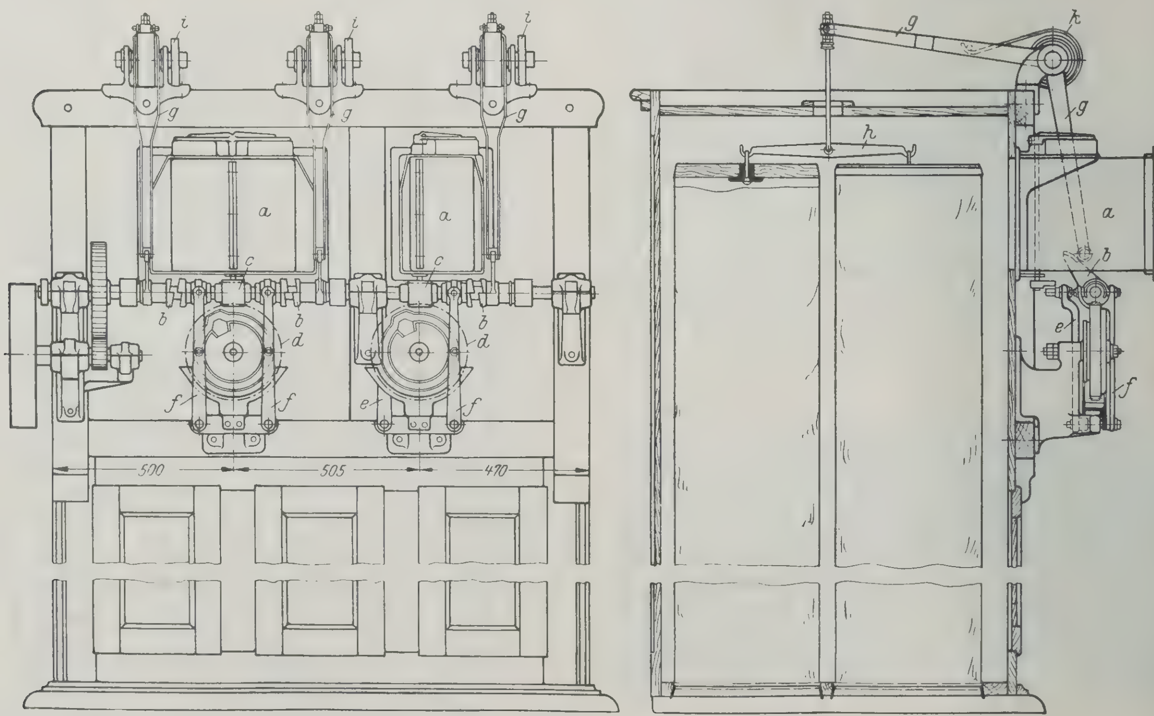


Abb. 19
Schaltwerk für die Kammerschälmaschine.

a Antrieb
b, *c* Zahnradübersetzung
d Antriebritzel
e Spiralrad
f Winkelhebel mit Zunge
g " " Lager der Räder *b* bis *d*
h Gewindespindel
i Antrieb der Spindel
k verstellbarer Anschlagring
l Öffnungshebel der Schälkammer-Verschlußklappe
m Öffnungsnocken
n, *n* Zugfedern

sich im Zylindermantel allmählich dem Auslauf zu. Die Vertiefungen, Abb. 11, sind entweder gedrückt oder gefräst. Die Ausführungen aus Zinkblech werden durch solche aus Stahlblech verdrängt, da man mit diesen bei gleichen Abmessungen, aber viel höheren Umlaufzahlen eine vier- bis fünfmal größere Leistung erzielt.

Die Nachlesemaschinen zum Auslesen gebrochener Getreidekörner aus dem Unkraut, größerer Wicken aus dem Unkrautsamengemisch usw. sind nach demselben Prinzip oder als Schraubentrieure, Abb. 12, oder als selbsttätige Lesebänder ausgeführt. In dem Schraubentrieur gleitet das Gemisch aus Körnerbruch, kleinen Rundgesämen und guten, großen Wicken die schraubenförmig gewundene, innere schiefe Ebene hinab, wodurch die drei Bestandteile des Gemisches verschiedene Geschwindigkeiten und infolge der gleichzeitig kreisenden Bewegung verschieden große Flieh-



20 und 21. Saugschlauchfilter, angetrieben mit 50 U/min.

a Saugstutzen
b Klauen mit Abklopfdaumen
c Schnecken
d Schneckenräder
e Klappenschließhebel
f Klauenverschiebehebel
g Abklopfhebel
h Schlauchhalter
i Sperräder
k Spiralfeder

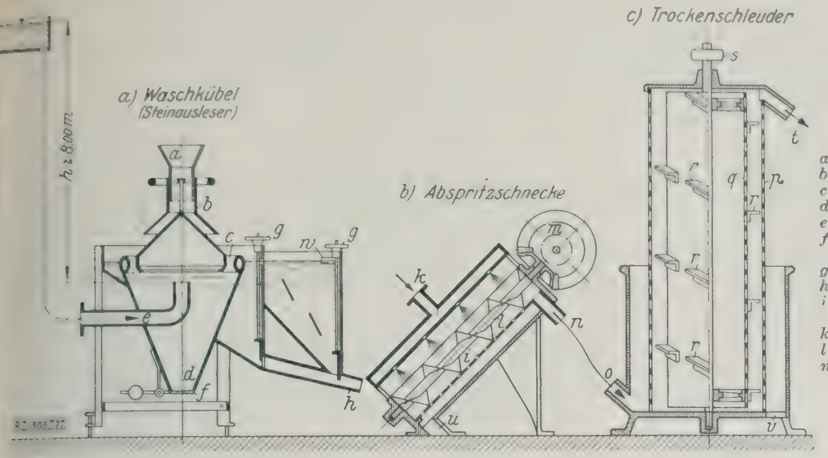


Abb. 22
Wäschereianlage im Schnitt.

a Getreideeinlauf
b Einlaufregler
c Wasseraustritt
d Steinchensammler
e Wassereintritt
f Steinchenauslaßklappe
g Regelschieber
h Getreideaustritt
i Mulde aus gelochtem Blech
k Frischwassereinlaß
l Förderschnecke
m Antrieb
n Getreideaustritt
o Getreideeintritt
p feststehender Zylinder aus geschlitztem Blech
q umlaufender Zylinder aus geschlitztem Blech
r Förderwinkel zum Heben des Getreides
s Antrieb
t Getreideaustritt
u, *v* Wasserauslauf
w Überlauf für Wasser mit Spreu

kräfte erlangen. Hierdurch werden die kleinen Rundsame in die mittlere, die guten, großen Wicken in die äußere Bahn geschleudert, so daß man die drei Arten aus diesen gesondert ableiten kann.

Erwähnt seien noch die Steinausleser (Paddyausleser), Abb. 13 bis 15, die mittels geeigneter Prallflächen auf hin- und herbewegten geneigten Tischen leichtere Körper nach oben bewegen, schwerere aber nach unten gleiten lassen. Sie werden sowohl zum Auslesen von Steinchen in Korngröße als auch des wilden Knoblauchsamens verwendet.

Wenn aller Besatz entfernt ist, muß man auch noch das einzelne Getreidekorn reinigen, das von den Keimen, Bärtchen (feine Behaarung an der Kornspitze) und besonders von der Holzfaserschicht (Schale) tunlichst völlig befreit werden soll, ohne daß man die Samenhaut oder gar den Mehlkern verletzt. Diese Reinigung geschieht in den Spitz- und Schälmaschinen, Abb. 16, in denen das Getreide durch raschumlaufende Schlagleisten gegen einen rauhen, meist aus einer Schmirgelmasse bestehenden Mantel geschleudert wird. Bei geringerer Beschüttung wirbeln die Körner mehr durcheinander, so daß eine größere Spitzwirkung erzielt wird; bei größerer Beschüttung lagern sich die Körner mehr nebeneinander, so daß durch Reibung der Körner aneinander und an dem Schmirgelmantel das Getreide mehr geschält wird. Ein Haupterfordernis einer guten Schälmaschine ist ferner die gute Durchlüftung, damit die losgelösten Teile sofort abgesaugt und durch geeignete Windführung getrennt abgefangen werden können.

Die Schälmaschine, Abb. 17 und 18, schält abwechselnd (intermittierend) eine durch eine einstellbare Speisevorrichtung abgepaßte Menge Getreide hintereinander in drei bis vier Schälkammern, wovon jede eine bestimmte Schälarbeit zu bewältigen hat. Die Schäldauer, Verbleiben des Weizens in jeder Kammer, und damit die Schälwirkung, ist durch ein Schaltwerk einstellbar, Abb. 19. Das Antriebritzel *d* der Nockenwelle für die Kammerklappen dreht das Rad *e*, bei dem der Teilkreis durch eine Spirale ersetzt ist. Nach einer Umdrehung hat das Spiralrad *e* das Ritzel nach unten gedrückt und dadurch den Winkelhebel *g* soweit gedreht, daß die Spitze der Zunge *f* so tief steht, daß sie von der zugehörigen Zugfeder *n* unter der Gewindespindel *h* bis an den Anschlagring *k* verschoben wird. Die sich drehende Gewindespindel *h* verschiebt die Zunge *f* langsam nach links. Ist die Zunge am Ende dieser Spindel angelangt, so wird der Winkelhebel *g* durch die Zugfeder n_1 wieder in die Eingriffstellung gebracht und das Spiel beginnt von neuem. Je weiter man also den Anschlagring nach rechts verstellt, desto länger bleiben die Kammern geschlossen.

Zuweilen schaltet man hinter die Schälmaschine noch eine Bürst- oder Poliermaschine, deren Hauptaufgabe das Abbürsten der gelockerten Schalenteile ist. Alle Staubluft wird in einem entsprechenden Filter, in größeren Mühlen heute fast allgemein mittels „Saugschlauchfilter", mit einer gemeinsamen Windanlage gereinigt. Diese Filter sind technisch durch ihre Abklopfvorrichtungen, auch Abklopfuhren genannt, Abb. 20 und 21, bemerkenswert.

Getreidewaschmaschinen

Da besonders der Auslandweizen meistens sehr schmutzig und von Erdklümpchen und Steinchen von Korngröße vielfach durchsetzt ist, unterzieht man das Getreide nach der Besatzentfernung und meistens vor dem Schälen einer nassen Reinigung.

Der dem Getreide anhaftende Schmutz wird in einem Waschkübel (Steinausleser) mittels Wasser gelöst und teilweise entfernt, Abb. 22. Das Wasser wird dabei so bewegt, daß das Getreide im Wasser schwimmt, aber die schweren Steinchen und Erdklümpchen in trichterförmige, durch belastete Klappen verschlossene Behälter sinken, die sich von Zeit zu Zeit infolge des auf ihnen lastenden Gewichtes öffnen. Staub und Schalenteile schwimmen obenauf und verlassen den Waschkübel durch einen Überlauf.

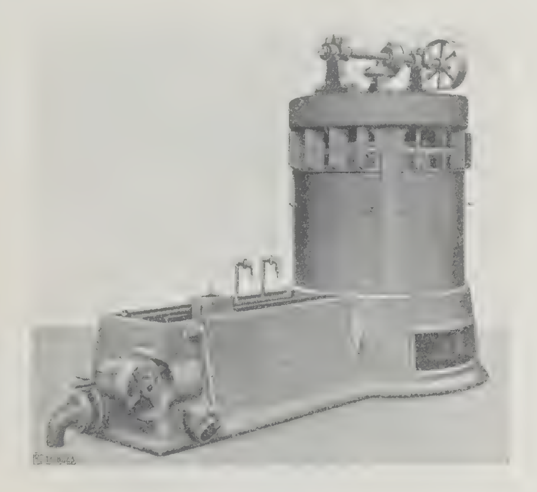


Abb. 23
Getreidewaschmaschine.

Von dem Steinausleser gelangt das Getreide mitsamt dem Schmutzwasser in eine Vorschleuder, in welcher das Wasser abgeschleudert wird. Neuerdings verzichtet man auf das Vorschleudern und gibt das Getreide gleich in die Abspritzschnecke, in welcher durch zugespritztes Frischwasser der gelöste Schmutz von dem Weizen abgespült wird. In der Trockenschleuder (Zentrifuge) wird das Getreide äußerlich durch Abschleudern des anhaftenden Wassers getrocknet. Die in Abb. 22 und 23 dargestellte Maschine führt die gesamten Arbeitsvorgänge einer Wäscherei selbsttätig aus.

Endgültig getrocknet wird der Weizen in der Trockensäule (Trockenkolonne). Diese besteht aus 8 bis 12 m und mehr hohen Schächten aus geschlitztem Blech, in denen das nasse Getreide langsam nach unten gleitet und dabei im oberen Teile von Luft von rd. 52 °, im unteren Teile von kalter Luft, durchblasen wird. Der Weizen soll beim Verlassen der Trockensäule die für die Vermahlung

günstige Feuchtigkeit von 15 bis 16 vH aufweisen. Sodann läßt man das Getreide in einem Behälter 4 bis 8 h abstehen, wodurch sich eine bessere Verteilung der Feuchtigkeit ergeben soll.

In neuerer Zeit ersetzt man die Trockensäule häufig durch einen Weizenvorbereiter, Abb. 24, bei dem durch Einwirken höherer Temperaturen mit abwechselnder Rückkühlung eine Anmälzung des Weizens stattfindet, die von günstigem Einfluß auf die Backfähigkeit des erzeugten Mehles ist. Vor dem Anmälzen im Weizenvorbereiter ist eine geringe Schälung zu empfehlen. Man soll im allgemeinen nur härteren Weizen waschen. Um bei weicheren Weizensorten die Stippenbildung zu vermindern, benetzt man diese mit besonderen Netzapparaten, Abb. 25, die die Netzwassermenge der durchlaufenden Weizenmenge anpassen. Die Schale wird dadurch zäher und nachgiebiger und zerreibt sich bei der Vermahlung nicht so sehr.

Am schwierigsten ist schließlich die Entfernung des Schmutzes aus der Samenfurche. Beim Roggen erreicht man sie durch Quetschen mittels gleichgroßer, mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit laufender glatter Walzen und nachfolgender Sieb- oder seltener Bürstvorrichtung, die das sogenannte Blaumehl liefert. Beim Weizen verzichtet man in neuerer Zeit auf die Entfernung dieses Schmutzes. Erstens ist ein Weizenkorn so gestaltet, daß sich beim Quetschen die Samenfurchen nicht öffnen, sondern schließen würden. Zweitens brechen die seither verwe deten Brechstühle nur wenige Körner in der Längsric tung, wodurch allein die Entfernung des Furchenstaub möglich wäre. Drittens ist das erste Schrotmehl so g ringer Güte, daß es zu den Nachmehlen geleitet wird, w bei die vom Furchenschmutz herrührende dunklere Fä bung des Mehles ohne Bedeutung ist. [B 1908]

(Schluß folgt.)

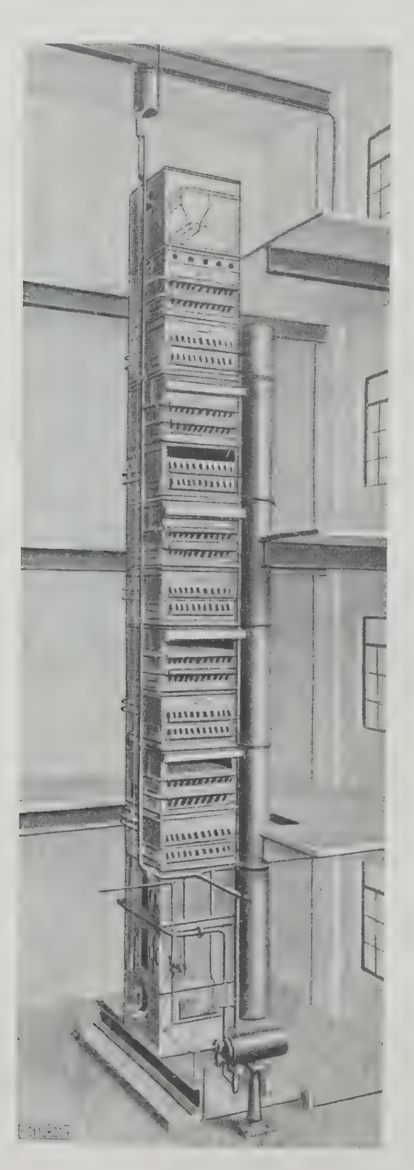


Abb. 24
Weizenvorbereiter.

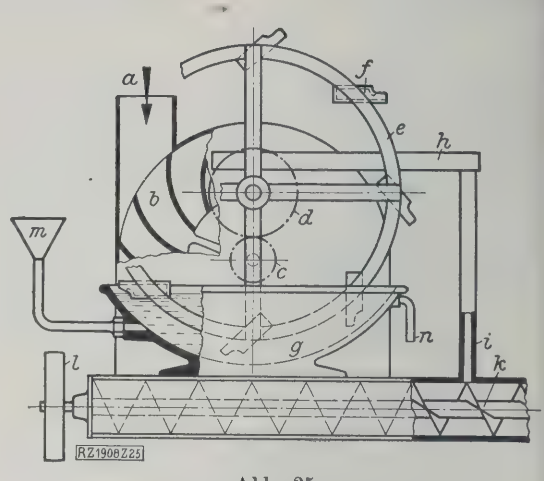


Abb. 25
Anfeuchtvorrichtung.

a Getreideeinlauf
b Schaufelrad, angetrieben durch das einlaufende Getreide
c, *d* Zahnradübersetzung
e Schöpfrad
f Schöpfbecher
g Wassertrog
h Wasserrinne
i, *m* Wasserzulauf
k Netzschnecke
l Antrieb der Schnecke
n Überlauf

Der schweizerische Postkraftwagen-Betrieb im Winter

Bei starken Schneefällen fahren auf den Landstraßen d Schweiz neben den mit einem besondern Gummiraupenantri ausgestatteten Personenkraftwagen Schneepflüge, die d Straße bis zu einer gewissen Höhe vom Schnee befreien. D Fahrzeuge haben neben einem vorn am Rahmen aufg hängten eisernen Pflug an den Seiten verstellbare Blec flügel, die die Straße auf 4,5 m Breite vom Schnee fre machen. Die Pflüge haben sich im ersten Betriebswint 1926/27 fast überall gut bewährt, nur zeigte sich auf ein Kraftwagenlinie, daß auch die Pflugwagen nicht mehr durc kommen, wenn der seitlich abgepreßte Schnee über 1,2 bi 1,5 m Höhe erreicht. In diesem Falle werden die Schne massen so hart, daß die Fahrzeuge steckenbleiben, die Pflug einrichtungen zusammengedrückt und die Antriebe zerrisse werden.

Um diese Schneemauern zu beseitigen, hat die Kriegs technische Abteilung des Militärdepartements zusammen mi der Firma Ad. Saurer, A.-G., eine Schleudermaschin entworfen, die auch hohe und glasharte Schneemauern fas sen und bis zu 30 m Entfernung wegschleudern kann. A einem Kettenschlepper von 50 PS Leistung ist vorn da Schleudergerät eingebaut. Es besteht aus zwei nebenein ander in einem Stahlgehäuse eingebauten Schaufelrädern vo je 1,05 m Dmr. Oben befinden sich zwei verstellbare Aus wurföffnungen, während vorn der Schnee durch zwei Mund stücke gegen die Schaufelräder gedrückt wird. Das Gehäus ist beweglich aufgehängt und läßt sich in der Höhe ver stellen.

Zum Antrieb der Schaufelräder dient ein hinter dem Führersitz angebrachter Vierzylindermotor, Bauart Saurer von 67 PS, die Räder machen 270 U/min entsprechend 14 m/s Umfangsgeschwindigkeit. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt im dritten Gang 8,6 km/h. Das Gesamtgewicht des Wagens einschl. Wasser und Brennstoff beträgt rd. 11 t. In dem allerdings nicht sehr schneereichen Winter 1927/28 konnten mit den Schneepflügen und der Schleuder die Straßen so geräumt und gleichzeitig geebnet werden, daß auch mit starken Ketten an den Rädern versehene Fahrzeuge ohne Raupen verkehren konnten. Ob man auf die Dauer ohne Raupenbetrieb für die Personenwagen wird auskommen können, müssen die Erfahrungen schneereicher Winter lehren. (Schweiz. Bauzeitg. vom 22. Dezember 1928 S. 321*)
[N 2423] *Sd.*

Gustav Anton Zeuner und die technische Wärmelehre

Von Prof. Dr.-Ing. F. MERKEL, Dresden

Vorgetragen im Dresdner Bezirksverein anläßlich des 100. Geburtstages von Zeuner

Die Arbeiten Zeuners auf andern Gebieten. Das erste Erscheinen seiner „Mechanischen Wärmetheorie“ und die Bedeutung dieses Werkes für Physik und Technik. Zeuner als Schöpfer der Lehre von den Dämpfen; erste Dampftabellen. Arbeiten über Kältemaschinen, Wärmespeicherung und binäre Gemische. Die strömende Bewegung von Gasen und Dämpfen, ein von Zeuner besonders umfassend und bahnbrechend bearbeiteter Wissenszweig.

Zeuners Arbeiten sind von ganz besonders bahnbrechender und nachhaltiger Wirkung für die technische Wärmelehre geworden. Seine nicht minder umfangreiche Tätigkeit auf einigen andern Wissenszweigen soll hier nur kurz gestreift werden.

Der Hydraulik wurde *Zeuner* durch seinen Freiberger Lehrer *Weisbach* zugeführt, und er hat ihr zeitlebens besondre Liebe zugewandt. Neben rein theoretischen Untersuchungen arbeitete er viel experimentell an Strömungsproblemen, und seine ersten größeren Versuche in Freiberg und Zürich sowie seine letzten im Dresdener Laboratorium lagen auf diesem Gebiete. Viele Abhandlungen über Wasserturbinen und schließlich ein größeres Werk über die Theorie der Turbinen zeugen von seinem überaus fruchtbaren Schaffen. Vom Standpunkt der Wärmelehre aus müssen wir uns über *Zeuners* hydraulische Arbeiten ganz besonders freuen, weil sie ihn befähigten, die Strömungsvorgänge in Gasen und Dämpfen unter Heranziehung der Wärmelehre in so wundervoller Weise zu behandeln und zu klären

Die Beschäftigung mit der Dampfmaschine im Anschluß an seine Lehrtätigkeit in Zürich führte *Zeuner* auf die Behandlung der Dampfmaschinensteuerungen. Das rein empirische Versuchen, auf das man bis dahin beim Entwurf von Schiebersteuerungen angewiesen war, ersetzte er in genialer Weise durch ein anschauliches graphisches Verfahren, das mit einem Schlage das unsichere Suchen ausschaltete. Es gestattete, in streng richtiger Weise die günstigsten Verhältnisse aufzusuchen und die Wirkung konstruktiver Maßnahmen auf die Eigenschaften der Steuerung sofort zu übersehen. Wir können heute kaum mehr ermessen, welch große Bedeutung dieser Gedanke *Zeuners* damals für die Fortentwicklung der Dampfmaschine gehabt hat. Sein Buch über Schiebersteuerungen erschien im Jahre 1858 zum erstenmal und hat sofort einen unvergleichlichen Siegeslauf in der ganzen Welt angetreten. Es hat wohl am frühesten von allen Büchern *Zeuners* dazu beigetragen, seinen Namen allen Ingenieuren vertraut zu machen. Er erzählt selbst, wie ihm die Idee zu dem Polardiagramm für den einfachen Schieber, auf dem alle weiteren Folgerungen beruhen, in der Neujahrsnacht 1855/56 gekommen sei, als er mit seiner Frau in seiner Wohnung in Zürich auf das Glockenläuten zum Beginn des neuen Jahres wartete und wie ihm sofort die ganze Tragweite seines Fundes klar vor Augen stand.

geb. 30. November 1828
gest. 17. Oktober 1907

Weniger Verbindung mit seinen technisch-wissenschaftlichen Arbeiten haben *Zeuners* wichtige Untersuchungen auf dem Gebiet der Statistik, mit der er sich dauernd beschäftigte. Als Erster hielt er an einer technischen Hochschule Vorlesungen über mathematische Statistik. Seine Arbeiten, die noch heute von Bedeutung sind, erschienen 1869 als „Abhandlungen aus der mathematischen Statistik“; ihnen folgten dann noch viele einzelne Veröffentlichungen bis in die letzten Lebensjahre *Zeuners*.

Schließlich sei noch die Doktorarbeit *Zeuners* über die *Foucault*schen Pendelversuche erwähnt, zu der ihn sein Besuch in Paris 1852 anregte. *Zeuner* sah damals im Pantheon das Pendel, mit dem *Foucault* die Erddrehung nachgewiesen hatte, und schon im nächsten Jahre reichte er der Universität Leipzig eine mathematisch-physikalische Abhandlung darüber als Dissertation ein. Ein Vortrag, den er 1868 bei einer akademischen Feier in Zürich über die Entstehung der Himmelskörper hielt, ist nur in französischer Sprache veröffentlicht worden.

Auf allen diesen Gebieten sind *Zeuners* Arbeiten so eigenartig und für die Entwicklung der Technik so grundlegend geworden, daß sie allein gewiß genügt hätten, um ihn zu einem der größten Ingenieure zu machen. Und doch schulden wir Ingenieure ihm noch weit größeren Dank für eine weitere Leistung seiner genialen Forschertätigkeit: Er hat die technische Wärmelehre als selbständiges Wissensgebiet geschaffen. Auf allen andern Gebieten hätte sich die Entwicklung vielleicht nicht anders und nicht viel langsamer vollzogen, wenn *Zeuners* Mitwirkung gefehlt hätte; auf dem Gebiet der technischen Wärmelehre können wir uns aber seine Leistungen nicht hinwegdenken, können wir gar nicht absehen, welchen Weg sie ohne ihn hätte nehmen sollen.

Die Vorbereitungen zu den Vorlesungen über Dampfmaschinen, die *Zeuner* zur Beschäftigung mit den Schiebersteuerungen führten, gaben ihm in den 50er Jahren Anlaß, sich mit der Wärme zu befassen. Er selbst erwähnt als weitere Veranlassung einen Brief von *Redtenbacher*, der ihm schrieb, „man muß jetzt nun vor allem über die Wärme sich den Kopf zerbrechen“. Gar nicht lange vor dieser Zeit hatten *Robert Mayer* und *Joule* das Gesetz von der Erhaltung der Energie, den ersten Hauptsatz der Wärmelehre ausgesprochen. Er war durchaus noch nicht Allgemeingut der Techniker, noch kaum ein allgemein anerkannter Grundsatz der Physik. Noch viel weni-

ger war der zweite Hauptsatz, den *Clausius* wenige Jahre vorher, ausgehend von den *Carnot*schen Untersuchungen, aufgestellt hatte, selbst den Physikern vertraut oder gar allgemein anerkannt. Es gab damals auch von physikalischer Seite her weder in Deutschland noch im Ausland eine zusammenfassende Darstellung der neuen Lehre. Die hierher gehörigen Abhandlungen waren in Zeitschriften verschiedener Sprache zerstreut und nur den Gelehrten zugänglich.

Zeuner erkannte rasch die ungeheure Bedeutung der neuen Lehren für alle mit Wärmeerscheinungen verknüpften Aufgaben der Technik, besonders für das Verständnis der Vorgänge in der Dampfmaschine, über die damals noch ganz unklare Vorstellungen herrschten. In dem Bestreben, einen Ausgangspunkt zu schaffen, von dem aus die physikalisch-theoretischen Forschungen in das Gebiet der praktisch-technischen Anwendungen getragen werden konnten, stellte er die „Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie“ zusammen, die als Bändchen mit nur 200 Seiten im Jahre 1859 erschienen. Es war das erste Buch, das überhaupt als in sich abgeschlossenes Werk über Wärmelehre geschrieben worden ist, und hat nicht nur in den Kreisen der Ingenieure, sondern auch unter den Physikern unendlich viel dazu beigetragen, das Verständnis für das Wesen der Thermodynamik zu fördern. Seine nachhaltige Wirkung ist wohl nicht zum mindesten in der meisterhaft klaren, bei aller physikalischen und mathematischen Strenge verständlichen Darstellung begründet, die schon diese wie alle späteren Schriften *Zeuners* auszeichnet. So konnte auch eine fast gleichzeitig von *Rankine* in England verfaßte, ausgezeichnete Abhandlung über Wärmetheorie, die seinem berühmten Buch über die Dampfmaschine beigefügt war, nicht an die Bedeutung der *Zeuner*schen herankommen. Ihre Wirkung blieb auf einen viel engeren Kreis und ausschließlich auf England beschränkt, während sich das Buch von *Zeuner* rasch das Interesse der Ingenieure und Physiker im In- und Ausland eroberte. Es wurde schon 1863 von *Hirn* ins Französische übersetzt.

Nach der Vorrede sollte das Buch zwei Aufgaben dienen. Einmal sollte es die vielfach für den Techniker schwer zugänglichen Arbeiten von *Clapeyron*, *Clausius*, *Rankine*, *Thomson*, *Joule*, *Hirn* u. a. zusammenhängend darstellen und dann sollte es den Technikern sofort die überaus fruchtbaren Folgerungen aus dieser Theorie für die praktischen Anwendungen, insbesondere für die Dampfmaschine vermitteln. Der erste Teil geht aber weit über eine einfache Wiedergabe der einzelnen Arbeiten hinaus; er ist eine durchaus selbständige Darstellung der neuen Wärmetheorie, bei der das Prinzip des ersten und zweiten Hauptsatzes klar hervortritt. Es war von ausschlaggebender Bedeutung für die Entwicklung der technischen Wärmelehre und damit für die praktische Wärmetechnik, daß dieses Buch ihren Ausgangspunkt gebildet hat, daß ein Techniker durch eine so einwandfreie Wiedergabe der neuen Lehren die Wärmelehre von Anfang an auf den richtigen Weg geleitet hat. Und hinter dem Buche stand *Zeuner* selbst als Lehrer. Waren auch damals noch nicht alle Techniker reif für seine Lehren, so hat er sie doch nicht wenigen hervorragenden Schülern vermittelt, die dann als Praktiker oder selbst als Lehrer für ihre Verbreitung gesorgt haben. Erinnert sei hier nur an *Linde*, den Begründer der Kältetechnik, und *Schröter*, den Lehrer der Thermodynamik an der technischen Hochschule in München.

Für die praktische Auswirkung von *Zeuners* erstem Buch über Wärmetheorie war der zweite Teil, worin er ihre praktische Anwendung behandelt, von größter Bedeutung, besonders die sehr ausführliche Darstellung des Verhaltens von Wasserdampf. Auf Grund der allgemeinen thermodynamischen Beziehungen gelang es *Zeuner*, das Verhalten des Wasserdampfes im Sättigungsgebiet, über das bis dahin viele Unklarheiten herrschten, vollkommen zu erfassen. Damit war auch der Vorgang in der Sattdampfmaschine auf einmal völlig geklärt und der Rechnung zugänglich gemacht. Als unvergleichliches Hilfsmittel schuf *Zeuner* dazu die ersten Tabellen für Wasserdampf, die er in meisterhafter Weise unter Verwendung der thermodynamischen Gesetze aus den imme noch spärlichen Versuchsangaben für das ganze damal praktisch wichtige Gebiet berechnete. Sie sind als d unmittelbare Vorläufer aller heute vorliegenden Damp tabellen für Wasserdampf und andre Stoffe anzusehe *Zeuner* stützte sich dabei hauptsächlich auf die berühmte 1847 veröffentlichten Versuche von *Regnault;* die Ge nauigkeit dieser Messungen war so hoch, daß die vo *Zeuner* berechneten Dampftabellen, die sich von 0 bi 200 °, also etwa von $^1/_{100}$ bis 16 at erstrecken, nur übe raschend wenig von den neuesten *Mollier*schen Damp tabellen abweichen.

Vom Erscheinen der ersten Auflage der mechanische Wärmetheorie an hat sich *Zeuner* bis an sein Leben ende unablässig um den weiteren Ausbau der techni schen Wärmelehre bemüht. Die grundlegenden Gesetz suchte er immer klarer und anschaulicher herauszuarbei ten, und allmählich zog er alle praktischen Anwendunge der Wärmelehre in den Kreis seiner Betrachtungen her ein, wobei er stets der Weiterentwicklung der Techni aufmerksam folgte. Seine Arbeiten erschienen teils a selbständige Veröffentlichungen, meist im „Civilinge nieur“ oder in der „Zeitschrift des Vereines deutsche Ingenieure“, teils in den aufeinanderfolgenden Neuauf lagen der mechanischen Wärmetheorie. Bereits 1866 la eine zweite wesentlich vermehrte Auflage vor. Bal war wieder eine Neuauflage notwendig, aber *Zeune* konnte keine Zeit zur Bearbeitung finden, da er inzwi schen nach Freiberg und dann nach Dresden übersiedelt und dort durch organisatorische Arbeiten neben seine Lehrtätigkeit völlig in Anspruch genommen war.

Endlich, im Jahre 1887 konnte die neue Auflage erscheinen. Sie war vollkommen umgearbeitet, und *Zeune* deutet das äußerlich dadurch an, daß er den Titel i „Technische Thermodynamik“ umänderte. Aus de „Grundzügen“ war ein zweibändiges Lehrbuch geworden das neben den allgemeinen Grundlagen der Thermodynamik alle praktisch wichtigen Anwendungen erschöpfend behandelte und darüber hinaus viele Ausblicke auf fernere Entwicklungsmöglichkeiten gab; ein Lehr- und Handbuch für den Ingenieur in Wissenschaft und Praxis, auf das er immer wieder zurückgreifen mußte, wenn er sich über die Grundlagen seiner Berechnungen klar werden wollte; ein Buch, das in seiner Einzigartigkeit auf die wissenschaftliche Denkweise der Ingenieure und auf das ganze Werden der modernen Wärmetechnik den größten Einfluß ausgeübt hat, nicht nur in Deutschland, sondern vermöge seiner Übersetzungen in der ganzen Welt.

In der „Technischen Thermodynamik“ gebraucht *Zeuner* nun auch den inzwischen von *Clausius* in die Wärmetheorie eingeführten Entropiebegriff und zur bildlichen Darstellung der Zustandsänderungen und Kreisprozesse neben dem alten Druck-Volumen- oder Indikatordiagramm in weitem Umfang das Temperatur-Entropie- oder Wärme-Diagramm, das sich so hervorragend dazu eignet, die umgesetzten Wärmemengen zu verfolgen. Durch meisterhafte graphische Darstellungen verstand es *Zeuner*, seine Ausführungen anschaulich zu machen. Wenn auch die Art solcher Darstellungen nicht grundsätzlich von ihm stammt, worauf er gerade beim Wärmediagramm mit großer Gewissenhaftigkeit hinweist, so ist doch der besondere Charakter seiner Zeichnungen für alle thermodynamischen Schriften und für jeden Lehrer solcher Dinge vorbildlich geworden.

Bei der Behandlung der Anwendungen hat *Zeuner* stets einen „verlustlosen“ Prozeß für den betreffenden Fall zu Grunde gelegt, der gegenüber dem tatsächlich ablaufenden so weit vereinfacht war, daß seine vollständige rechnerische Untersuchung auf Grund der Wärmelehre möglich wurde. So konnte er den grundsätzlichen Einfluß aller veränderlichen Betriebsbedingungen verfolgen. Wieweit gegenüber diesem Vergleichsprozeß beim wirklichen Vorgang Verluste auftreten, muß dann durch Versuche ermittelt werden. Gerade, weil die Verluste bei diesem Verfahren so klar hervortreten, ist es für die Entwicklung der Wärmekraftmaschinen und Kältemaschinen so fruchtbar geworden. *Zeuner* hat damit die

kenntnis von den kennzeichnenden Eigenschaften der verschiedensten Kraft- und Arbeitsmaschinen außerordentlich erweitert und Grundlagen für den Vergleich neuer Arbeitsverfahren mit den alten geschaffen.

Überall lag ihm vor allem daran, die gemeinsamen Gesichtspunkte auf den verschiedensten Gebieten aufzudecken und alle Erscheinungen als Folgerungen der gleichen grundlegenden Gesetze darzustellen. So ist zum Beispiel die klare Gegenüberstellung und gemeinsame Behandlung der Kältemaschinen und Wärmekraftmaschinen als gegenseitige Umkehrung für seine Betrachtungsweise kennzeichnend.

Nach diesen mehr allgemeinen Betrachtungen über die Verdienste *Zeuners* um die Entwicklung der technischen Wärmelehre sei noch seine bahnbrechende Tätigkeit auf einigen Sondergebieten gezeigt. Schon in der ersten Auflage der Wärmetheorie hatte *Zeuner* die Eigenschaften der Sattdämpfe vollkommen dargestellt. Dagegen entzog sich der überhitzte Dampf damals noch fast ganz der rechnerischen Untersuchung, da kaum Messungen darüber vorlagen. Aber schon wenige Jahre später, 1867, erschien eine ausführliche Arbeit von *Zeuner* in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, die unter genauem Abwägen der technischen Bedürfnisse aus wenigen Versuchszahlen mit Hilfe wohlbegründeter theoretischer Erwägungen das Verhalten des überhitzten Wasserdampfes in ausgezeichneter Weise ableitete. Er kam zu einer äußerst einfachen Zustandsgleichung, die erst viel später aufgegeben werden mußte, als neue genauere Versuche mit überhitztem Dampf sich nicht mehr damit darstellen ließen.

In der „Technischen Thermodynamik“ vom Jahre 1887 wird nun klar ausgesprochen, daß zwischen Gasen und Dämpfen kein grundsätzlicher Unterschied bestehe und daß es keine permanenten Gase im alten Sinne gebe. Aus den Versuchen von *Andrews* mit Kohlensäure war inzwischen 1869 bekannt geworden, daß es eine kritische Temperatur gibt, oberhalb deren durch noch so hohen Druck keine Verflüssigung der Gase mehr möglich ist. Kurz bevor 1890 der zweite Band der „Technischen Thermodynamik“ erschien, der die Lehre von den Dämpfen enthielt, wurden die theoretischen Untersuchungen von *van der Waals* bekannt, die den Zusammenhang von Flüssigkeit, gesättigtem und überhitztem Dampf und die Verhältnisse beim kritischen Punkt in ganz neuem Licht erscheinen ließen. Es ist ein besonderes Verdienst *Zeuners*, daß er die grundsätzlichen Ergebnisse dieser Arbeit sofort dem Verständnis der Ingenieure näher brachte.

Eine weitere bedeutende Leistung war die Berechnung von Dampftabellen für viele Stoffe, soweit Versuchswerte dafür vorhanden waren. Die Tabellen beruhen fast ausschließlich auf Messungen von *Regnault* und sind so vorzüglich, daß sie heute nur zum Teil überholt sind. Sie enthalten eine Fülle von wertvollsten Angaben, wo sonst nur einige Versuchszahlen nach physikalischen Messungen vorhanden waren, die für den Ingenieur nur schwer zugänglich und nicht ohne weiteres verwendbar sind.

Überblickt man alles, was *Zeuner* seit dem ersten Erscheinen der „mechanischen Wärmetheorie“ über die Eigenschaften der Dämpfe, über ihre Zustandsänderungen und über die Dampfmaschine geschrieben hat, und denkt man an die vielen Dampftabellen, die er berechnete, so darf man wohl sagen, daß er die technische Wärmelehre der Dämpfe fast allein geschaffen hat.

Auf dem Gebiete der Dampftechnik liegt eine Aufgabe, deren Behandlung durch *Zeuner* nur wenig bekannt ist, die aber in jüngster Zeit wieder sehr große Bedeutung erlangt hat. *Zeuner* hat sich schon in den 80er Jahren mit der Wärmespeicherung durch Kondensieren von Dampf in einem teilweise mit Wasser gefüllten Kessel beschäftigt, also mit dem heute bei den Ruths-Speichern angewendeten Verfahren. Die praktischen Aufgaben waren allerdings damals andere als heute, aber das thermodynamische Problem war genau das gleiche, und so haben die Untersuchungen *Zeuners* ihre Gültigkeit unverändert behalten. Damals handelte es sich um sogenannte feuerlose Lokomotiven, die statt eines unmittelbar beheizten einen als Wärmespeicher ausgebildeten Kessel haben. *Zeuner* untersuchte die Vorgänge beim Laden und Entladen des Speichers thermodynamisch und gab die Gleichungen für die Berechnung dieser Vorgänge an. Mit der bedeutenden Entwicklung der Wärmespeicher in den letzten Jahren ist diese Theorie wieder sehr fruchtbar geworden, da im Grunde alle neueren Berechnungsverfahren auf ihr beruhen.

Kennzeichnend für die Art, wie *Zeuner* sich sofort mit allen neu auftauchenden Aufgaben der Wärmetechnik auseinandersetzte, ist seine Behandlung der Kaltdampfmaschinen. Bereits 1881, wenige Jahre nachdem *Linde* mit seiner Kältemaschine an die Öffentlichkeit getreten war, erschien im „Civilingenieur“ ein Aufsatz von *Zeuner* über die Theorie der Kaltdampfmaschinen. In seiner „Technischen Thermodynamik“ 1890 sind die Kaltdampfmaschinen bereits so abgeschlossen behandelt, daß dieser grundlegenden Darstellung auch heute nichts wesentlich Neues hinzuzufügen ist.

Auch auf Gebieten, auf denen die Technik zu seiner Zeit zwar schon tastende Versuche machte, aber über rein empirisches Vorwärtsdringen noch nicht hinauskam, weil die physikalischen Erkenntnisse noch keine rechnerische Behandlung gestatteten, verdanken wir *Zeuner* vorbildliche Darstellungen, die noch heute geeignet sind, weiteren Forschungen Wege zu weisen. Ich denke hier an seine überaus interessanten Betrachtungen über binäre Gemische, die im zweiten Bande der „Technischen Thermodynamik“ schon 1890 enthalten sind; *Zeuner* wurde dazu angeregt durch die Absorptionsmaschine von *Carré*, die mit Wasser und Ammoniak arbeitete, und durch die Kompressionskältemaschine von *Pictet*, in der an Stelle von reiner schwefliger Säure ein Gemisch aus schwefliger Säure und Kohlensäre, die sogenannte Pictetsche Flüssigkeit, verwendet werden sollte.

Eine weitere Anwendung von Gemischen, die *Zeuner* offenbar mit großem Interesse verfolgt hat, spielte zu jener Zeit bei der feuerlosen Lokomotive von *Honigmann* eine gewisse Rolle. Außer daß sie Wärme in einem mit Wasser gefüllten Kessel speicherte, nutzte diese Lokomotive die Wärme aus, die frei wurde, wenn der Abdampf der Lokomotive in hochkonzentrierter Natronlauge absorbiert wurde. Diese Lokomotiven wollte man im Betrieb von Straßenbahnen verwenden, sie wurden aber bald durch die Entwicklung der Elektrotechnik verdrängt. Heute scheinen ähnliche Anordnungen als Dampfdruckumformer wieder aussichtsreich zu sein, so daß *Zeuners* Beschäftigung damit von neuem Interesse gewinnt.

Physiker und Chemiker begannen damals erst mit der theoretischen experimentellen Erforschung der überaus vielseitigen Erscheinungen beim Verdampfen und Verflüssigen von Gemischen; quantitative Untersuchungen fehlten noch fast vollständig. So konnte *Zeuner* noch nicht zu zahlenmäßigen Rechnungen vordringen; aber er gibt in seiner bekannten klaren Weise vom Standpunkt der Wärmelehre aus einen erstaunlich umfassenden Überblick über das Verhalten der Gemische, soweit damals die wenigen physikalischen Arbeiten überhaupt schon glaubhafte Schlüsse zuließen.

Zum Schluß sei noch eines für *Zeuners* Schaffen besonders kennzeichnenden Zweiges der technischen Wärmelehre gedacht, der Strömung von Gasen und Dämpfen. Die engere Hydraulik, die besonders *Weisbach* vertrat, beschäftigte sich nur mit den nicht zusammendrückbaren Flüssigkeiten, besonders mit Wasser, und konnte die Strömungen in Gasen und Dämpfen nur bei sehr kleinen Druckänderungen erklären. Bei stärkeren Druckunterschieden stellen sich aber neben den Geschwindigkeitsänderungen des strömenden Gases auch Zustandsänderungen und damit Wärmeumsetzungen ein. Die Erscheinungen konnten daher nur unter Heranziehung der Thermodynamik geklärt werden.

Hier war es ein ganz besonders glückliches Zusammentreffen, daß *Zeuner*, der Schöpfer der technischen Wärmelehre gleichzeitig als Schüler *Weisbachs* ein hervorragender Kenner der Hydraulik war. Und tatsächlich ist die Lehre von der Strömung der Gase und Dämpfe in

vollem Umfang seine Schöpfung und immer sein bevorzugtes Arbeitsgebiet geblieben. Im Jahre 1863 erschien sein klassisches Werk über das „Lokomotivblasrohr, experimentelle und theoretische Untersuchungen über die Zugerzeugung durch Dampfstrahlen und über die saugende Wirkung von Flüssigkeitsstrahlen überhaupt", die erste Veröffentlichung *Zeuners* in dieser Richtung. Er selbst bezeichnet dieses Buch als das beste, was er je geschrieben hat. 1864 folgte ein Aufsatz im „Civilingenieur" über den Ausfluß von Dämpfen und hocherhitzten Flüssigkeiten aus Gefäßmündungen und 1874 ein weiterer Bericht über experimentelle Untersuchungen über das Ausströmen der Luft bei starkem Überdruck. Alle weiteren Untersuchungen sind in den ausgedehnten, wundervollen Ausführungen über die Strömung der Gase und Dämpfe der „Technischen Thermodynamik" enthalten. Viele geistvoll erdachte und durchgeführte Experimente in Zürich und in Dresden haben den theoretischen Untersuchungen den festen Boden gegeben, auf dem sie noch heute unverändert stehen. Alle Messungen anderer Forscher, die zu seinen Lebzeiten erschienen, verfolgte *Zeuner* eifrig, und er konnte sie dem einheitlichen Bild seiner umfassenden Darstellung stets einfügen.

Es gelang *Zeuner*, theoretisch zu erklären, warum bei einem gegebenen Anfangsdruck des Gases in der Mündung eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit nicht überschritten werden kann, wie tief man auch den Druck hinter der Mündung senken mag. In weiterer Fortführung dieser Gedanken erklärte *Zeuner* später die zunächst unerklärliche und vielfach umstrittene Wirkungsweise der bekannten *Laval*schen Dampfturbinendüse, die mit Hilfe einer kegeligen Erweiterung in scheinbar paradoxer Weise weit höhere Geschwindigkeiten ergab. Damit hat *Zeuner* eine der wichtigsten Grundlagen für die Berechnung der Dampfturbinen geschaffen, deren Entwicklung daher auch in dieser Richtung mit *Zeuners* Namen aufs engste verknüpft ist.

Ein sehr fruchtbarer Gedanke war die Berücksichtigung der Reibungsverluste beim Ausströmen durch einen Ausflußexponenten. Dieser trägt der physikalischen Tatsache Rechnung, daß die Expansion des Gases in der Düse nicht nach einer Adiabate erfolgt, sondern unter Aufnahme der Reibungswärme angenähert nach einer Polytrope mit einem kleineren Exponenten. Damit konnte *Zeuner* auch den Einfluß der Reibung auf die Höhe des kritischen Druckverhältnisses klären.

Das ist in großen Zügen das bewundernswerte Werk *Gustav Zeuners*, der auf den umwälzenden Gedanken der großen Physiker des beginnenden 19. Jahrhunderts den festgefügten Bau der technischen Wärmelehre fast ganz allein errichtet hat. Es gibt heute keinen Maschineningenieur, dessen Arbeit sich nicht in irgendeiner Richtung auf *Zeuners* Schaffen stützt.

Jedoch ist das Lebenswerk *Zeuners* mit der Wärmelehre noch keineswegs erschöpft[1]). Auch auf andern Gebieten der Ingenieurwissenschaft hat er neue Erkenntnisse vermittelt und neue Wege gewiesen. Als genialer Organisator hat er an den Hochschulen in Zürich, Freiberg und Dresden unvergängliche Werte für die Technik geschaffen und in unvergleichlicher Weise hat er die Ergebnisse seines Forschens als ein gottbegnadeter Lehrer einer großen Zahl von Schülern vermittelt, die seine Lehren als begeisterte Anhänger in alle Welt getragen haben. [B 2360]

[1]) Vergl. Z. Bd. 51 (1907) S. 2049.

Max Schwab †

Mit Generaldirektor *Max Schwab*, der am 30. Oktober 1928 ganz unerwartet einem Herzschlag erlegen ist, ist ein schaffensfreudiger, tatkräftiger Mann dahingegangen. Er stand erst im 56. Lebensjahr. Am 25. März 1873 in Soest geboren, studierte er nach dem Besuch des Gymnasiums an den Hochschulen in Berlin und Bonn Geodäsie und Kulturtechnik. In den Jahren 1896 bis 1905 war er als Regierungslandmesser bei der Dortmund-Ems-Kanal-Kommission tätig und wurde darauf als Hilfsarbeiter ins Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin berufen. Im Jahre 1906 trat er dann in den Vorstand der Rheinischen Bahn-Gesellschaft zu Düsseldorf über. Hier hat er 22 Jahre lang unermüdlich geschafft und Hervorragendes geleistet.

Düsseldorf wurde seine zweite Heimat, die Rheinische Bahn-Gesellschaft der Boden für die Entfaltung seines reichen Könnens. Sein Arbeitsfeld war anfangs in der Hauptsache das ziemlich umfangreiche Grundstückgeschäft, der Straßen- und Kleinbahnbetrieb im linksrheinischen Düsseldorf, das Kraftwerk Oberkassel, die Rheinbrücke Düsseldorf–Oberkassel und der Betrieb der Rheinfähre. Mit der Vereinigung der Straßenbahnen der Stadt Düsseldorf mit denen der Rheinischen Bahn-Gesellschaft im Jahre 1920 erhielt er einen hervorragenden Einfluß auf die gesamten Verkehrsangelegenheiten Düsseldorfs. Wenn es galt, Einrichtungen oder Maßnahmen zur Besserung des Verkehrs oder der Betriebe zu treffen, ließ er sich von dem einmal als richtig anerkannten Ziele nicht abbringen. Stets war er bemüht, beizeiten den Anforderungen des Verkehrs gerecht zu werden. Die rechtzeitige Verbreiterung der Rheinbrücke Düsseldorf–Oberkassel sowie die einzig dastehende vorzügliche Lösung dieser Aufgabe und ihre 1925/26 in 10 Monaten gelungene Durchführung sind sein ureigenstes Werk, ebenso wie die in der Entstehung begriffene im Süden Düsseldorfs gelegene Rheinbrücke Düsseldorf–Neuß, deren Vollendung er nicht mehr erlebte. Das Kraftwerk Oberkassel ist unter seiner Leitung vollkommen nach neuzeitlichen Grundsätzen umgebaut worden.

Er war einer der ersten im Westen, der den Kraftomnibus als Verkehrsmittel in die vorhandenen einreihte und durch die Gründung der Rheinischen Kraftwagen-Betriebsgesellschaft m. b. H. eine Reihe von Lücken in den Verkehrsbeziehungen schloß. In der Erkenntnis, daß hier vor allem im Luftverkehr Einheitlichkeit und Zusammenarbeit Not tue, hat er im Auftrage des Reichsverkehrsministeriums die Verhandlungen über den Zusammenschluß der beiden Luftverkehrsgesellschaften Aero Lloyd und Junkers-Luftverkehr geleitet. Er gehörte der Deutschen Luft-Hansa seit ihrer Gründung als Mitglied des Aufsichtsrates an. Im Rheinischen Dampfkessel-Überwachungs-Verein, Düsseldorf, dessen Vorsitzender er seit 1922 war, hat er Bedeutendes geleistet. Darüber hinaus widmete er sich dank seiner großen Tatkraft und Willensstärke auch noch der Pflege der Gesamtwirtschaft, deren Bedürfnisse und Zusammenhänge er mit seltener Klarheit erkannte und beurteilte. In der Industrie- und Handelskammer zu Düsseldorf war er eines der rührigsten, weitestschauenden und angesehensten Mitglieder. Das von ihm ins Leben gerufene Forschungsinstitut für das Straßen- und Kleinbahnwesen legen Zeugnis dafür ab, mit welcher Hingebung und mit welchem Eifer er der gemeinsamen Sache gedient hat.

Dem Niederrheinischen Bezirksverein gehörte der Verstorbene lange Zeit als Mitglied an, und stets hat er die Interessen des Ingenieurstandes mit dem Einfluß seiner ganzen Persönlichkeit vertreten.

Das Bild des leider viel zu früh Dahingegangenen würde nicht vollständig sein, würde man nicht auch seiner menschlichen und seiner Charaktereigenschaften gedenken. Lebensfroh, von geradem, aufrechtem und stets hilfsbereitem Wesen war er ein wertvoller Berater seinen Freunden und Mitarbeitern, ein treusorgender Führer seiner Untergebenen und Helfer aller, die in der Bedrängnis zu ihm kamen.

Niederrheinischer Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure

Photographische Objektive

Von R. THUN, Berlin

…le Anforderungen, die an verschiedene optische Systeme gestellt werden, und die rech-…ischen Unterlagen, die für die Bestimmung dieser Linsenfolgen, insbesondere von photo-…aphischen Objektiven, erforderlich sind, werden so weit behandelt, daß man die Schwierig-…ten erkennt, die bei der Entwicklung neuer, leistungsfähigerer und wirtschaftlich her-…llbarer Linsenfolgen überwunden werden müssen.

…as Gebiet der Optik wird von dem Ingenieur meistens vernachlässigt, so daß er optischen Fragen gegenüber …sicher ist. Da optische Instrumente in der Technik als …otographische Objektive, Mikroskope, Ablesefernrohre …w. in steigendem Maße Verwendung finden, sind die …er vorliegenden Fragen auch für den Ingenieur von Be-…utung. Die Anforderungen, die an optische Kon-…ruktionen gestellt werden, sind je nach dem Zweck der …nsenfolgen ganz verschieden.

Die einfachste Form eines Linsensystemes stellt die …upe, Abb. 1, dar. Sie hat die Aufgabe, von einem bei … befindlichen Gegenstand in einer entfernter liegenden …bene B' ein Bild zu entwerfen, so daß das auf die ent-…rntere Ebene B' eingestellte Auge ein scharfes Bild von …m näheren Gegenstand B erhält. Es genügt meistens, …ß man die Farbenfehler und die sphärischen Fehler …hebt, da die Beanspruchungen der brechenden Flächen …er gering sind. Bei dem Fernrohr findet bereits …ne stärkere Beanspruchung der brechenden Flächen …att. Das Objektiv entwirft von dem in großer Entfernung …efindlichen Objekt B, das in Abb. 2 nicht gezeichnet ist, … der Ebene B' ein Bild. Das Okular entwirft von dem in …er Ebene B' liegenden Bild ein neues Bild in der Ebene …″, das von dem Auge betrachtet wird. Wenn das Fern-…ohr nur in dieser Form benutzt wird, dann ist bei der …onstruktion Objektiv und Okular zweckmäßig als ein …ystem zu betrachten. Das Objektiv kann jedoch auch …llein für sich in der Weise benutzt werden, daß das in …′ entstehende Bild auf einer photographischen Platte auf-…efangen wird. Das Öffnungsverhältnis eines Fernrohr-…bjektivs, d. h. das Verhältnis seiner wirksamen Blenden-…ffnung zu seiner Brennweite, hält sich meistens in mittle-…en Grenzen. Die brechenden Flächen des Fernrohrobjek-…ves werden also nur mäßig beansprucht. Außerdem ist …er Bildwinkel sehr klein, d. h. der Durchmesser des in …′ entstehenden Bildes ist klein gegen seinen Ab-…tand vom hinteren Hauptpunkt des Objektives. Da das … B' entstehende Bild jedoch nachträglich meistens durch …as Okular stark vergrößert wird, werden die höchsten …nforderungen an seine Güte gestellt, und es kann auch …ie Ausdehnung eines Bildpunktes nicht mehr als groß …egen eine Lichtwellenlänge angesehen werden, so daß die …eitergehenden Gesetze der strengeren Wellenoptik zu be-…ücksichtigen sind.

Bei dem Mikroskop, Abb. 3, entwirft das Objektiv …on dem fast in seinem Brennpunkt befindlichen Objekt B …in stark vergrößertes Bild in der Ebene B', das von dem Okular wiederum in die Ebene B'' verlegt wird. Auch hier kann das Okular fortfallen, und statt dessen das Bild in der Ebene B' durch eine photographische Platte aufgefangen werden. Der Unterschied gegenüber dem Fernrohr besteht nur darin, daß das Objektiv eine sehr kurze Brennweite und ein sehr großes Öffnungsverhältnis hat. Bei Mikroskopobjektiven wird allerdings nicht das Öffnungsverhältnis, sondern die numerische Apertur $a = n \sin u$ angegeben. In der nachstehenden Aufstellung ist das den verschiedenen numerischen Aperturen entsprechende Öffnungsverhältnis verzeichnet, um einen Vergleich mit photographischen Objektiven zu erleichtern.

Numerische Apertur und Öffnungsverhältnis bei mikroskopischen Trockensystemen.

Art des Systems	schwach	schwach	mittelstark	stark
numerische Apertur	0,1	0,2	0,65	0,95
Öffnungsverhältnis .	1 : 5	1 : 2,5	1 : 0,58	1 : 0,164

Eine zu den schwächeren mikroskopischen Systemen zählende Linsenfolge hat also bereits ein Öffnungsverhältnis, das den lichtstärksten photographischen Systemen entspricht.

Das benutzte Bildfeld ist bei den Mikroskopobjektiven ebenso wie bei den Fernrohrobjektiven ebenfalls verhältnismäßig sehr klein, dagegen wird das entworfene Bild auch hier meistens nochmals stark durch das Okular vergrößert, so daß an die Güte des Objektives hohe Anforderungen gestellt werden. Dafür besteht auch bei dem Mikroskop ebenso wie bei dem Fernrohr die Möglichkeit, etwaige Mängel des Bildes durch eine entsprechende Gestaltung des Okulares auszugleichen (Kompensationsokular).

Das photographische Objektiv hat die Aufgabe, von einem in der Ebene B befindlichen Gegenstand ein Bild in der Ebene B' zu entwerfen, Abb. 4. Das Öffnungsverhältnis des photographischen Objektives soll möglichst groß sein, da die Belichtungszeit bei gegebenen Beleuchtungsverhältnissen um so kürzer sein kann, je größer das Öffnungsverhältnis ist. An die Güte des entstehenden Bildes werden geringere Ansprüche als bei den Fernrohr- oder Mikroskopobjektiven gestellt, da das Bild hier nachträglich meistens nicht so stark vergrößert wird. Dagegen wird von den photographischen Objektiven ein sehr großer Bildwinkel verlangt.

Die möglichen Abweichungen optischer Systeme kann man einteilen in Abweichungen der räumlichen Lage, der Strahlenvereinigung und der Farbenabweichungen.

Abb. 1
Strahlengang durch eine Lupe.

Abb. 3
Strahlengang durch ein Mikroskop.

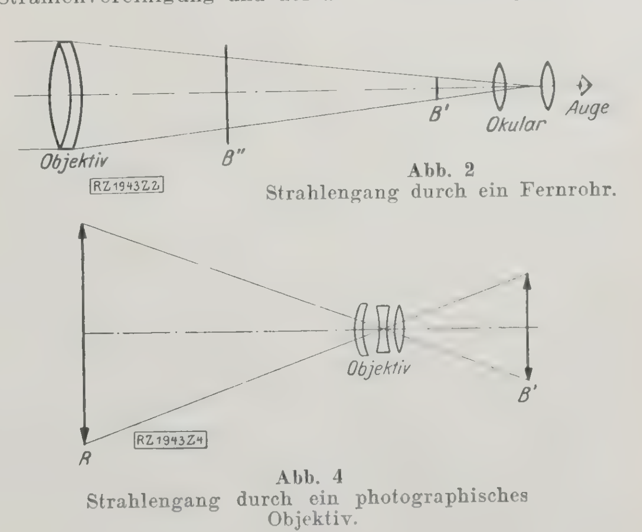


Abb. 2
Strahlengang durch ein Fernrohr.

Abb. 4
Strahlengang durch ein photographisches Objektiv.

Abweichungen der räumlichen Lage

Jeder Bildpunkt soll durch das optische System an einer bestimmten Stelle abgebildet werden. Meist wird verlangt, daß alle Bildpunkte in einer Ebene liegen, denn bei photographischen Aufnahmen z. B. wäre es praktisch nur sehr schwer durchführbar, die lichtempfindliche Schicht auf gekrümmten Flächen anzuordnen. Abweichungen der Lage der scharfen Bildpunkte von der gegebenen Ebene bezeichnet man als Bildfeldwölbung. Außerdem soll die Lage der einzelnen Punkte auf der Ebene zueinander den Abständen der gegebenen Vorlage entsprechen. Abweichungen hiervon nennt man Verzeichnung. Die Verzeichnung macht sich derart bemerkbar, daß gerade Linien seitlich der Bildmitte gekrümmt wiedergegeben werden.

Abweichungen der Strahlenvereinigung

Die von einem auf der Achse gelegenen Punkt ausgehenden Strahlen, die das Linsensystem in verschiedener Höhe durchsetzen, vereinigen sich nicht an der gleichen Stelle der optischen Achse. Dies wird als sphärische Abweichung bezeichnet. Die von seitlichen Bildpunkten kommenden Lichtstrahlen durchsetzen das Linsensystem in einem Winkel zur optischen Achse; man bezeichnet sie als schiefe Büschel. Auch unendlich dünne schiefe Büschel vereinigen sich im allgemeinen nicht an der gleichen Stelle. Zwei unendlich benachbarte Strahlen, die in der Ebene liegen, welche durch den schiefen Strahl und die optische Achse gelegt werden kann, vereinigen sich im allgemeinen an einer anderen Stelle, als zwei unendlich benachbarte Strahlen, die in der dazu senkrechten Ebene liegen. Den Abstand dieser beiden Vereinigungspunkte bezeichnet man als astigmatische Abweichung (astigmatische Differenz). Weit geöffnete schiefe Büschel verlieren im allgemeinen ihre Symmetrie zu einer Achse, sie sind nur noch zu einer Ebene symmetrisch. Diese störende Abweichung, welche das Zustandekommen einer scharfen Abbildung bei seitlichen Bildpunkten verhindert, bezeichnet man als Koma.

Farbenabweichungen

Da sich der Brechungskoeffizient mit der Wellenlänge des Lichtes ändert, ist die Lage und die Art der Strahlenvereinigung der Bildpunkte für verschiedene Farben ebenfalls verschieden. Die Verhältnisse müssen also auch für verschiedene Farben untersucht werden.

Die Grundlage der gesamten Optik ist das Brechungsgesetz:

$$n \sin i = n' \sin i' \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1),$$

wobei i der Winkel zwischen der Richtung des einfallenden Lichtes mit der Flächennormalen vor der Brechung und i' der entsprechende Winkel nach der Brechung ist. n und n' sind die Brechungskoeffizienten der beiden durch die untersuchte Fläche getrennten Stoffe, d. h. Konstanten, die sich mit der Wellenlänge des Lichtes ändern. Die Spiegelung (Reflexion) ist nur ein Sonderfall für $\frac{n}{n'} = -1$.

Anwendung des Brechungsgesetzes

Die Schwierigkeiten in der Anwendung des an sich so einfachen Brechungsgesetzes ergeben sich in der Hauptsache dadurch, daß bei den Gleichungen die Winkelfunktionen mit den einfachen Winkelwerten abwechseln. Abb. 5 stellt den einfachsten Fall einer optischen Brechung an einer Kugelfläche mit dem Mittelpunkt M dar. Die untersuchte Fortpflanzungsrichtung des von dem Objektpunkt B ausgehenden Lichtes erleidet eine Brechung, so daß sie nach der Brechung auf den Bildpunkt B' hinzielt. Gegeben ist der Abstand s des Objektpunktes B von dem Scheitel der brechenden Fläche, sowie der Winkel u, den die Fortpflanzungsrichtung mit der Verbindungslinie zwischen Objektpunkt B und Mittelpunkt M der Kugelfläche der optischen Achse bildet. Gesucht wird der Abstand s' des Bildpunktes B' von dem Scheitel der brechenden Fläche, sowie der Winkel u', den die Fortpflanzungsrichtung des Lichtes nach der Brechung mit der optischen Achse bildet. i und i' sind die Brechungswinkel, φ ist der Winkel, den die für die Brechung maßgebende Flächennormale mit der optischen Achse bildet. Die Abstände und s' werden mit Schnittweiten bezeichnet.

Für die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich folgend einfache Rechenschema:

$$\sin i = \frac{s + r}{r} \sin u \quad \ldots\ldots\ldots$$

$$\sin i' = \sin i \frac{n}{n'} \quad \ldots\ldots\ldots$$

$$u' = i - i' - u \quad \ldots\ldots\ldots$$

$$s' = r\left(\frac{\sin i'}{\sin u'} + 1\right) \quad \ldots\ldots$$

In allen optischen Instrumenten folgen immer mehre brechende Flächen hintereinander. Für jede Fläche kar der Lichtweg in der gleichen Weise berechnet werden, die Werte s und u sich ohne weiteres aus den Werten und u' der vorhergehenden Fläche ergeben.

Die von einem Objektpunkt B unter verschieden Winkeln u ausgehenden Lichtstrahlen haben nach d Brechung im allgemeinen verschiedene Schnittweiten Die Aufgabe des optischen Konstrukteurs besteht nu darin, die verschiedenen Flächen und brechenden Medi derart zu wählen, daß die von einem Bildpunkt komme den Strahlen nach dem Durchgang des Systems wied genau nach einem Punkte hinzielen, außerdem soll dies Punkt eine bestimmte Lage im Raum haben. Diese Au

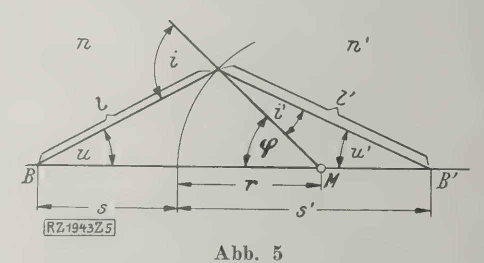


Abb. 5
Einfacher Fall einer optischen Brechung an einer Kugelfläche mit dem Mittelpunkt M.

gabe würde am besten durch Entwicklung einer Gleichun zu lösen sein, welche die Radien und die Abstände de einzelnen brechenden Flächen sowie die Brechungskoeff zienten der verwendeten Glassorten auf der einen Sei enthält und auf der andern die Abweichungen der ei zelnen Lichtstrahlen, welche das System auf verschied nen Wegen durchsetzen. Der Wechsel von Winkelwerte und Winkelfunktionen in dem Gleichungssystem (2) bi (5) bereitet der Ableitung einer solchen Gesamtgleichun Schwierigkeiten. Man ist nun in der Weise vorgegange daß man für die Winkelfunktionen die entsprechende Reihen eingesetzt und die Glieder mit höheren Potenze vernachlässigt hat.

Werden alle Glieder mit höheren Potenzen als de ersten vernachlässigt, so erhält man die Formel fü achsennahe Strahlen. Diese kann geschrieben werden:

$$\frac{s}{s'} = \frac{s}{r}\left(\frac{n' - n}{n'}\right) + \frac{n}{n'} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6$$

Ableitungen dieser Gleichung enthält jedes Lehrbuch übe geometrische Optik. Die Gleichung ist sehr einfach un gibt Auskunft über die Lage der einzelnen Bildpunkte au der Achse eines optischen Systemes. Die Vernachlässigun der Glieder mit höheren Potenzen der Winkelfunktione bedeutet, daß diese Gleichung nur gilt, wenn die Winkel und u' nahezu null sind, d. h. für Linsen mit ganz klein Öffnung.

Seidel ist wohl der erste gewesen, der Gleichun gen ableitete, die für eine ganze Reihe von brechende Flächen gelten und auch die quadratischen Gli der der Reihen der Winkelfunktionen berücksichtigen. Di Gleichung für die Abweichung der Lichtstrahlen, die vo einem auf der optischen Achse liegenden Objektpunkt aus gehen und das System in verschiedener Höhe durch setzen, lautet in der *Seidel*schen Form:

$$\delta_1 = h_1^2\, s_1^2\, \frac{1}{2}\, \frac{1}{n_1} \left(\frac{s_2\, s_3\, s_4\, \cdots\, s_k}{s_1'\, s_2'\, s_3' \cdots\, s_{k-1}'} \right)^4 n_k' \left(\frac{1}{r_k} - \frac{1}{s_k'} \right)^2 n_k' \left(\frac{1}{n_k' s_k'} - \frac{1}{n_k s_k'} \right) \quad . \quad . \quad (7).$$

In dieser Gleichung bedeutet δ_1 die Abweichung der chnittweite s_1 von der letzten brechenden Fläche 1 eines ichtstrahles, der diese Fläche in dem Abstand h_1 von der ptischen Achse durchsetzt, von der Schnittweite s_1 eines ichtstrahles, der das System in der optischen Achse durchetzt. Die übrigen Buchstaben haben die gleiche Bedeuung wie in den vorhergehenden Gleichungen. Abb. 6 veranschaulicht diese Verhältnisse bei einem System, von dem ur die erste und letzte brechende Fläche gezeichnet ist.

Der gestrichelt gezeichnete Lichtstrahl soll das System n einer so geringen Höhe durchsetzen, daß auf ihn die Formel (6) angewendet werden kann. Die Werte s und s' ler Gleichung (7) sind nach der Formel für die achsenahen Strahlen zu berechnen.

Die *Seidel*sche Gleichung (7) kann in der Weise abgeleitet werden, daß in den Gleichungen (2) bis (5) die Winkelfunktionen als Reihen eingesetzt werden, und alle höheren als die quadratischen Glieder vernachlässigt werden. Es wird dann das δ der k-ten Fläche gebildet, indem von der so gefundenen Schnittweite die nach der Formel (6) berechnete Schnittweite des Nullstrahles abgezogen wird. Dann denkt man sich die so gefundene Abweichung durch die vorhergehenden Flächen an den Anfang des Systemes projiziert, d. h. es wird die Änderung dieser Abweichung durch die vorhergehenden Flächen bestimmt.

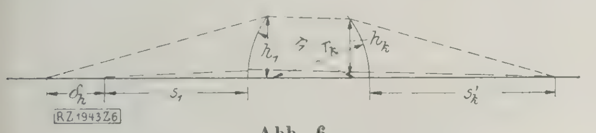


Abb. 6
Strahlengang durch ein Linsensystem.

Die Summe der an den Anfang des Systemes projiziert gedachten Abweichungen aller vorhandenen Flächen muß dann null sein, wenn das System als Ganzes „fehlerfrei" sein soll.

Die praktische Anwendung der Gleichung (7) auf ein optisches System bedeutet bereits eine sehr erhebliche Rechenarbeit. Es müssen zuerst die Schnittweiten nach der Gleichung (6) für alle Flächen bestimmt werden, dann ist die Gleichung (7) nochmals für alle Flächen anzuwenden, wobei die Werte der Nullstrahlenrechnung aus Gleichung (6) für alle vorhergehenden Flächen benutzt werden müssen. Ist das Endergebnis nicht befriedigend, so muß man durch Probieren eine bessere Flächenfolge suchen. Es ist äußerst schwer, durch rein analytische Untersuchungen die günstigste Linsenfolge aufzufinden, da hierbei sehr unhandliche Gleichungen entstehen.

Die Gleichung (7) stellt aber nur eine Näherungsgleichung dar. Die Vernachlässigung der höheren als quadratischen Glieder in der Reihenentwicklung der Winkelfunktionen bedingt bereits einen Fehler, der praktisch allerdings meist noch erträglich ist. Der Umstand jedoch, daß der Fehler jeder Fläche zum Vergleich mit den Fehlern der anderen Flächen an das eine Ende des Systemes projiziert wird, bringt sehr erhebliche Fehler in die Rechnung, da für diesen Vorgang auch nur Näherungsgleichungen eingeführt werden konnten, um die Schlußgleichung nicht zu unhandlich werden zu lassen. Diese Fehler fallen um so schwerer ins Gewicht, als das Endergebnis die Differenz fast gleichgroßer Zahlen ist. Diese Umstände beschränken die Anwendbarkeit der *Seidel*schen Gleichungen auf Systeme mit kleinem Öffnungsverhältnis, die heute ohne praktische Bedeutung sind.

Die sphärischen Abweichungen neuzeitlicher lichtstarker Linsensysteme werden deshalb nach den Gleichungen (2) bis (5) berechnet. Da die gesuchte Abweichung der Unterschied der Schnittweiten von Lichtstrahlen ist, die das System auf verschiedenen Wegen durchsetzen, und ihre Zahlenwerte erst in der dritten bis fünften Stelle Unterschiede voneinander zeigen, muß man sehr genau rechnen. Eine schätzungsmäßige Beurteilung des Einflusses der einzelnen Konstruktionszahlen auf das Endergebnis ist nur auf Grund jahrelanger Erfahrungen möglich. Analytische Untersuchungen sind äußerst schwierig und erfordern ein sehr umfangreiches mathematisches Rüstzeug.

Die vorstehenden Beispiele beziehen sich nur auf die Abbildung von Punkten, die auf der Achse des optischen Systemes liegen, ohne Berücksichtigung der Farbenzerstreuung (Dispersion). Außerdem sind noch eine Reihe weiterer Abweichungen zu berücksichtigen. Besonders die Untersuchung der Fehler seitlicher Bildpunkte bedingt eine erhebliche rechnerische Arbeit, da die hier benutzten Gleichungen verwickelter sind.

Zur Untersuchung der Eigenschaften eines Linsensystemes muß der Verlauf einer ganzen Reihe von Lichtstrahlen durchgerechnet werden. Die Berechnung eines photographischen Objektives erfordert im allgemeinen die zahlenmäßige Bestimmung von folgenden Strahlen: drei Strahlen von einem im Unendlichen auf der Achse liegenden Punkt, die das Objektiv bei verschiedenen Öffnungen durchsetzen; drei Strahlen, die von einem im Unendlichen am Rande des Bildfeldes liegenden Punkte herkommen; drei Strahlen, die von einem im Unendlichen halbseitlich liegenden Punkte herkommen; zwei unendlich benachbarte Strahlen zu den von den seitlich liegenden Bildpunkten herkommenden Strahlen und mindestens noch ein achsennaher Strahl für eine zweite Farbe, also zusammen 12 Strahlen. Hat das Objektiv 6 Flächen (3 Linsen), so muß die oben angedeutete Rechnung $12 \times 6 = 72$ mal ausgeführt werden. Ein geschickter Rechner kann täglich ungefähr 40 solcher Brechungen mit fünfstelligen und 30 mit sechsstelligen Logarithmen durchrechnen. Mit der oben genannten Mindestzahl von Brechungen kommt man jedoch nur aus, wenn die einzelnen Strahlen geschickt gewählt sind und Rechnungen ähnlicher Systeme bereits vorliegen. Dazu kommt noch, daß leicht Rechenfehler unterlaufen, namentlich in der Bestimmung der Vorzeichen. Es ist deshalb im allgemeinen üblich, daß zwei Rechner parallel zueinander rechnen. Führt ein einzelner die Rechnung durch, so sind wiederholte Kontrollrechnungen erforderlich. Die einmalige Durchrechnung einer Linsenfolge bedeutet also eine Arbeit von 2 bis 3 Tagen. Das Ergebnis besteht im allgemeinen darin, daß die Größe oder die Kleinheit einiger Abweichungen befriedigen, andere jedoch noch unzulässige Werte zeigen. Es sind dann entweder auf Grund allgemeiner Überlegungen und auf Grund von Schätzungen nach Erfahrungen einer langen Rechenpraxis Änderungen der einzelnen Flächen vorzunehmen. Die erneute Durchrechnung zeigt dann die Abnahme einzelner Abweichungen und die Zunahme anderer.

Die oben skizzierte Form einer optischen Rechnung und die vielen kleinzuhaltenden Abweichungen machen es verständlich, daß diese Art der probemäßigen Durchrechnung die einzig praktisch mögliche ist und daß allgemeine analytische Untersuchungen nur Anhaltpunkte dafür geben können, wie eine solche Rechnung am zweckmäßigsten anzulegen ist. Außerdem muß die Werkstattgenauigkeit berücksichtigt werden. Manche Linsenformen, beispielsweise dünne Menisken, deren Halbmesser angenähert gleich sind, lassen sich nur sehr schwer mit einer genügenden Genauigkeit herstellen. Zum Schleifen müssen die Linsen auf Schalen aufgekittet werden, und dabei werden solche dünne Menisken meistens verzogen. Bei manchen Linsenformen ändert wiederum eine geringe Abweichung von den vorgeschriebenen Abmessungen stark den berechneten Korrektionszustand; solche Linsenformen muß man also vermeiden. Die vorstehend erwähnten gußeisernen Schalen, in welche die Linsen beim Schleifen eingekittet werden, müssen für jeden Halbmesser besonders angefertigt werden. Bei der Herstellung werden auf einer Bank, die sechs Spindeln hat, immer nur Flächen mit gleichem Halbmesser geschliffen. Da man für jede Spindel zwei Schalen und verschiedene Schalen für das Fertigschleifen und das Polieren braucht, werden also für jeden Halbmesser 24 Schalen gebraucht; dazu kommen noch je zwei Schalen für das Schruppen und Vorschleifen, also insgesamt 28 Schalen. Da außerdem jedes Objektiv

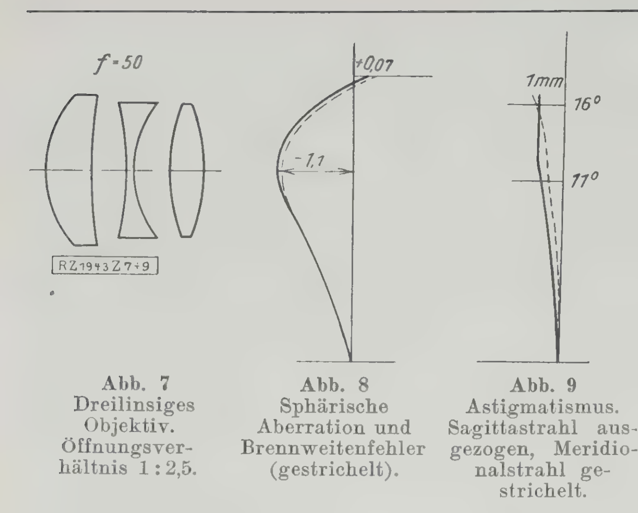


Abb. 7 Dreilinsiges Objektiv. Öffnungsverhältnis 1 : 2,5.

Abb. 8 Sphärische Aberration und Brennweitenfehler (gestrichelt).

Abb. 9 Astigmatismus. Sagittastrahl ausgezogen, Meridionalstrahl gestrichelt.

in mehreren Brennweiten angefertigt werden muß, sind eine sehr große Anzahl verschiedener Schleifschalen erforderlich, wenn der Konstrukteur nicht einige Rücksicht auf die bereits vorhandenen Schleifschalen nimmt. Dazu kommt noch, daß auch eine Beschränkung in der Wahl der Glassorten erwünscht ist. Die einzelnen Schmelzen fallen meist etwas verschieden aus. Wird eine neue Schmelze verarbeitet, so erfordert dies häufig eine geringe Änderung in der Ausführung der Objektive. Deshalb muß man große Schmelzen lagern. Werden mehrere Glassorten verwendet, muß man erhebliche Mittel für das Glaslager aufwenden. Dieser Gesichtspunkt erschwert natürlich die Durchbildung eines neuen leistungsfähigen und wirtschaftlich herstellbaren Objektives.

Die vorstehenden Ausführungen dürften auch dem Fernstehenden ein Verständnis für die Schwierigkeiten bei der Durchbildung neuer, leistungsfähigerer Objektive ermöglichen und es erklären, daß auch erfolgreiche optische Konstrukteure nur in Abständen von ein bis mehreren Jahren neue, leistungsfähigere Arten herausbringen.

In der folgenden Aufstellung ist die Entwicklung eines neuen Objektives in drei Stufen dargestellt. Zwischen je zwei Stufen liegt die Arbeit von ungefähr einem Jahre. Die beistehenden Kurven zeigen, wie es gelang, trotz Ansteigen des Öffnungsverhältnisses, die Abweichungen auch für einen großen Bildwinkel klein zu halten. Besonders beachtenswert ist, daß nur zwei Glassorten Verwendung fanden, so daß eine besonders wirtschaftliche Herstellung dieses Linsensatzes möglich ist.

Entwicklungsstufen eines photographischen Objektivs

(nach *Hahn*, Leiter und wissenschaftlicher Mitarbeiter der Firma Rüo-Optik G. m. b. H.)

Bei den Kurven der sphärischen Aberration ist die Ordinate zweimal, die Abszisse zehnmal vergrößert. Bei den Kurven des Astigmatismus entsprechen 5° des halben objektseitigen Winkels in der Ordinate 14 mm, die Abszisse ist vierfach vergrößert. Die Objektive sind im Maßstab 1 : 1 für $f = 50$ mm gezeichnet.

Das dreilinsige Objektiv ist bei einem Öffnungsverhältnis 1 : 2,5 sphärisch und chromatisch korrigiert, Abb. 7 bis 9. Der sphärische Fehler beträgt bei dieser Öffnung + 0,07 mm, der Fehler der Mittelzone — 1,1 mm. Die gestrichelte Kurve gibt die Brennweitenfehler an; sie schmiegt sich der sphärischen Aberration gut an. Die Komafehler sind in der Brennebene bei einem halben objektseitigen Bildwinkel von 16° auf einen in der Praxis nicht mehr in Erscheinung tretenden Wert verringert. Die astigmatische Differenz ist ebenfalls sehr gering.

Man vergrößerte nun das Öffnungsverhältnis, wobei die sphärische Aberration sowie der chromatische und der astigmatische Korrektionszustand gleich blieben, Abb. 10 bis 12. Das Bildfeld ist jedoch von 36° auf 44° erweitert

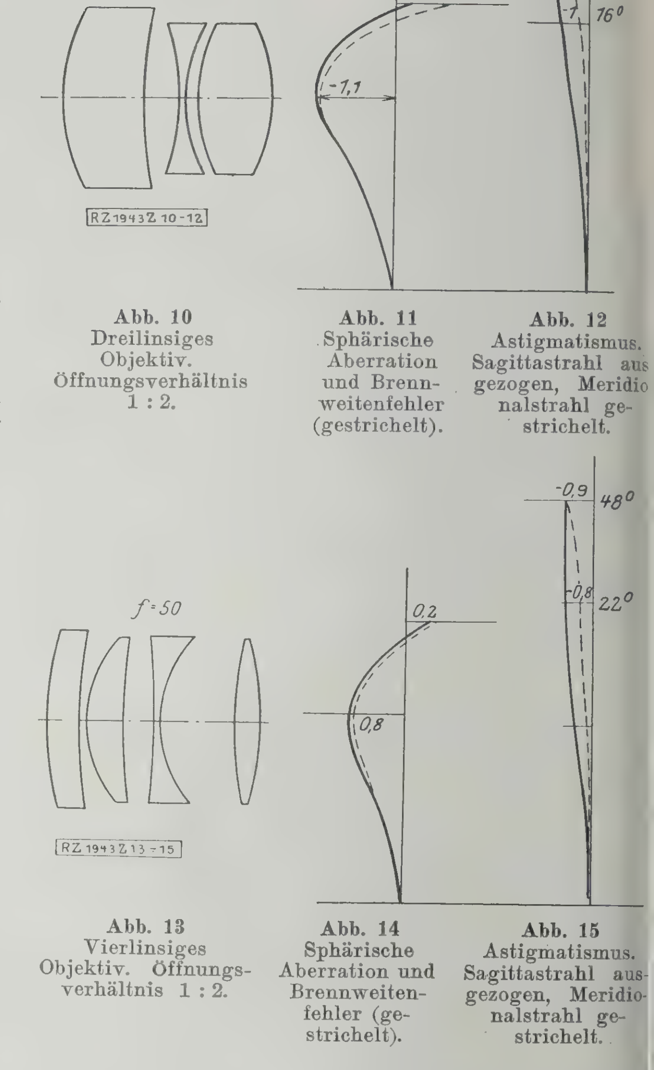


Abb. 10 Dreilinsiges Objektiv. Öffnungsverhältnis 1 : 2.

Abb. 11 Sphärische Aberration und Brennweitenfehler (gestrichelt).

Abb. 12 Astigmatismus. Sagittastrahl ausgezogen, Meridionalstrahl gestrichelt.

Abb. 13 Vierlinsiges Objektiv. Öffnungsverhältnis 1 : 2.

Abb. 14 Sphärische Aberration und Brennweitenfehler (gestrichelt).

Abb. 15 Astigmatismus. Sagittastrahl ausgezogen, Meridionalstrahl gestrichelt.

worden. Wegen der wesentlich größeren Linsendicken kann man das Objektiv nur für kurze Brennweiten ausführen.

Nunmehr wurde ein Objektiv mit vier Linsen entwickelt, Abb. 13 bis 15[1]). Bei gleichem Öffnungsverhältnis ist der Bildwinkel auf 48° erweitert, die sphärische und astigmatische Abweichung ist noch etwas verringert, während der chromatische und komatische Korrektionszustand der gleiche wie bei den vorhergehenden Arten ist. Wegen der geringen Restfehler und der günstigen Form der Linsen kann dieses Objektiv auch für lange Brennweiten und Bildgrößen bis 13 cm × 18 cm hergestellt werden, wobei noch bei gleicher komatischer und astigmatischer Korrektion eine Steigerung der Lichtstärke bis auf 1 : 1,5 möglich ist. [B 1943]

[1]) DRP Nr. 461 083.

Schwedische Vollbahnlokomotiven

Berichtigung

In dem Aufsatz von *P. Friebel* in Z. Bd. 72 (1928) Nr. 49 muß es auf S. 1660 7. Zeile heißen: Die wichtigsten elektrischen Bahnen Schwedens und Norwegens sind die Riksgränsbahn (450 km), die Strecke Oslo—Drammen (53 km) und die Linie Stockholm—Gothenburg. [N 2422]

Ermüdungsbruch und zulässige Belastung von Wälzquerlagern

Von Dipl.-Ing. ROBERT MUNDT, Berlin[1])

Die Kräfte an den Druckstellen. Berücksichtigung radialer und axialer Belastung. Berechnung der zulässigen spezifischen Belastung als ein Ausdruck für die Zug- und Druckspannungen der Druckfläche. Allgemeine Ermüdungsversuche. Die Schwingungsfestigkeit des Wälzlagerwerkstoffes. Beziehung zwischen der zulässigen spezifischen Belastung und der Zahl der Belastungswechsel bis zum Eintreten des Ermüdungsbruches. Ermittlung der zulässigen Belastung aus Lebensdauer, Drehzahl und Lagerabmessungen.

Der Zerstörungsvorgang im Wälzlager

.i einem richtig bemessenen und fehlerfrei eingebauten Wälzquerlager äußert sich die erste Zerstörung durch lättern der obersten Schicht an den Laufringen an den Wälzkörpern. Ein Lager, bei dem die ersten eichen der „Schälung" eingetreten sind, ist keineswegs rt unbrauchbar geworden; meistens können derartige er noch lange Zeit im Betriebe sein, ohne Störungen verursachen. Da das Auftreten der Schälung jedoch ersten Anfang der sichtbaren Zerstörung bildet, soll mit die „Lebensdauer" des betrachteten Querlagers als eschlossen betrachtet werden. Der Vorgang der Schä- g ist auf Kräftewirkungen innerhalb der Druckfläche r in deren unmittelbarer Nähe zurückzuführen. Die fte an den Druckstellen müssen daher den Ausgangs- kt für alle Überlegungen bilden, die über die Berech- g der zulässigen Belastung angestellt werden. Sind e Kräfte bekannt, so ist es nötig, die Spannungen in Druckstelle und in deren unmittelbarer Nähe zu be- nnen, oder aber einen Ausdruck zu schaffen, der diesen nnungen Rechnung trägt. Aus diesen Überlegungen aus ist der Begriff der „zulässigen spezifischen Be- ung" gebildet worden. Die zulässige spezifische Be- ung gibt kein vollständiges Bild von der Belastungs- igkeit eines Querlagers, sobald nicht der Zerstörungs- gang, der in hohem Maße von der Laufzeit der Lager ängt, genügend berücksichtigt wird. Es kann heute feststehend gelten, daß beim Lauf des Lagers die Zer- rung infolge Werkstoffermüdung eintritt. Diese Er- dung, die durch den Wechsel der Belastungen hervor- ufen wird, äußert sich zuerst an der Stelle, die den hsten Beanspruchungen ausgesetzt ist; die Kenntnis ser Stelle ist daher von größter Wichtigkeit. Viele Ver- he über die Ermüdung von Werkstoffen bei wechseln- Belastungen[2]) haben gezeigt, daß ein Werkstoff bei er bestimmten Belastung eine ganz bestimmte Anzahl astungswechsel auszuhalten imstande ist. Berücksich- t man dies alles, so ist es wohl möglich, für eine vor- chriebene Anzahl Belastungswechsel die zulässige Be- tung zu ermitteln. Die angegebenen Gesichtspunkte len die Richtlinien für die Untersuchung der zulässigen Belastung bilden. In Abb. 1 ist ein normales Kugelquerlager, in Abb. 2 ein normales Walzenquerlager[3]) dargestellt, wie sie im folgenden untersucht werden sollen.

[1]) Auszug aus der gleichnamigen Doktorarbeit, eingereicht 1928 der Techn. Hochschule Berlin.

[2]) Vergl. *Laute* und *Sachs*, Was ist Ermüdung? Z. Bd. 72 (1928) 188.

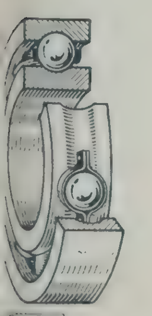


Abb. 1 Normales gelquerlager.

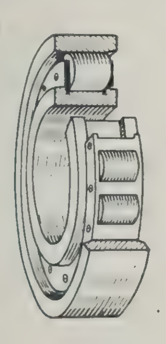


Abb. 2 Normales Walzenquerlager.

Abb. 3 Zerlegung des Axialdruckes in die Radialkomponenten bei einem Kugelquerlager.

Zu Abb. 3

o Teilbetrag der Axialkraft, der auf zwei einander gegenüberliegende Kugeln entfällt.
o radiale Komponenten
Winkel der Komponenten mit der Senkrechten zur Achse.

Die Kräfteverteilung im Querlager

Die radial wirkenden Kräfte. Wird ein Querlager durch eine ruhende Kraft Q belastet, so verteilt sich diese Belastung durch die Laufringe hindurch auf die einzelnen Wälzkörper. Die Verteilung der Kräfte im Kugellager ist zuerst von R. *Stribeck*[4]) untersucht worden. Für den Fall, daß zwischen Kugeln und Laufringen keinerlei Spiel (Luft) besteht und sich die Laufringe bei der Belastung nicht durchbiegen, ergibt sich:

$$Q = \frac{z_w}{4{,}37} Q_0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1),$$

wobei z_w die Zahl der Kugeln, Q die Lagerbelastung und Q_0 die Kraft ist, die an den Druckstellen des am meisten beanspruchten Wälzkörpers wirkt. Die zwischen der Lagerbelastung Q und der Kraft Q_0 bestimmte Gesetzmäßigkeit ist aus dem von *Hertz*[5]) bestimmten Verhältnis zwischen Dehnungen und Belastungen abgeleitet. Die Zusammendrückungen an den Druckstellen sind aber von *Hertz* lediglich für den Fall der Berührung allseitig gekrümmter Körper bestimmt worden; für den Fall der Berührung von Zylinderoberflächen gibt *Hertz* die Annäherung der beiden Körper nicht an, weshalb auch Gl. (1) für Walzenlager ohne weiteres keine Gültigkeit hat. Die Grenzwerte, innerhalb deren der Nenner von Gl. (1) für Walzenlager liegen kann, ergeben sich zu 4,02 und 4,72. Ein erheblicher Unterschied der Kräfteverteilung bei Walzenlagern und Kugellagern kann daher überhaupt nicht bestehen; wahrscheinlich ist die höchste Beanspruchung einer Walze im Walzenlager kleiner als die einer Kugel im Kugellager. Erweitert man daher die Gültigkeit von Gl. (1) auch auf die Walzenlager, so liegt der weiteren Berechnung eine gewisse Sicherheit zugrunde.

Das normale Wälzquerlager hat meist Spiel („innere radiale Lagerluft"). Hierunter versteht man den Betrag, um den sich der eine Laufring radial gegen den andern bewegen läßt, ohne daß hierbei elastische Formänderungen an den Druckstellen eintreten. Infolge der Unrundheit der Laufringe und der Streuung im Durchmesser der in ein Wälzquerlager eingebauten Wälzkörper ist das Lagerspiel nach den verschiedenen Richtungen hin verschieden. Infolge dieses Unterschiedes im Lagerspiel tritt aber eine Mehrbeanspruchung des Wälzkörpers ein, der an der Stelle des kleinsten Lagerspieles liegt, und damit zugleich eine Erhöhung der an den Druckstellen dieses Wälzkörpers wirkenden Kraft. Die Vergrößerung der Belastung wird erfaßt, wenn man für Kugellager und Walzenlager setzt:

$$Q = \frac{z_w}{5} Q_0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2).$$

Die Wirkung der Axialkräfte. Der Einbau von Längslagern stößt häufig auf Schwierigkeiten, da hierzu eine besondere Konstruktion der Gehäuse und eine besondere Bearbeitung der Wellen oder Zapfen erforderlich ist. Man ist daher mehr oder weniger oft dazu übergegangen, Längsdrücke, die nicht allzu hoch sind, durch Querlager aufzunehmen. Die axiale Tragfähigkeit der Walzenlager ist bedingt durch die konstruktive Ausbildung

[3]) An Stelle des in der Industrie gebräuchlichen Wortes „Rollenlager" soll hier von „Walzenlagern" gesprochen werden, da die die Kräfte übertragenden Wälzkörper im eigentlichen Sinne keine Rollen, sondern Walzen sind.

[4]) Vergl. *R. Stribeck*, Kugellager für beliebige Belastungen, Heft 2 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom V. d. I., S. 23.

[5]) Vergl. *H. Hertz*, Gesammelte Werke, Bd. 1, Leipzig 1895: Über die Berührung fester elastischer Körper und über die Härte.

der Führungsborde, wie auch durch die an diesen erzeugten Reibungskräfte. Die Aufnahmefähigkeit von Axialkräften bei Kugellagern ist bestimmt durch die Größe des Lagerspieles. Es ist wichtig, zu erfahren, wie sich bei Kugellagern die Axialkräfte auf die einzelnen Kugeln auswirken. Infolge der axialen Verschiebung beider Laufringe werden die Kugeln zwischen den schrägen Tangentialebenen in den Berührungsflächen festgekeilt. Die Axialkraft A_0 zerlegt sich daher in ihrer Wirkung auf die Kugeln in Radialkomponenten, Abb. 3. A_0 ist der Teilbetrag der gesamten axialen Lagerbelastung A, der auf zwei einander gegenüberliegende Kugeln entfällt. Verteilen sich die Kräfte auf die einzelnen Kugeln gleichmäßig, so wird die auf eine Kugel zur Wirkung kommende Radialkomponente:

$$R_0 = \frac{A}{z_w \sin \alpha}.$$

Für die zulässige Grenzbeanspruchung des Werkstoffes ist der Winkel α bei den verschiedenen Lagern unveränderlich; demzufolge ist

$$R_0 = \frac{5\,c\,A}{z_w} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3).$$

Hierbei ist c eine Unveränderliche, die durch die Größe des Winkels α und durch die Zahl der zum Tragen kommenden Kugeln bestimmt ist. Man nimmt im allgemeinen an, daß bei der Belastung durch Axialkräfte nur rd. 80 vH der Kugeln tragen; damit wird $c = \frac{6,25}{5 \sin \alpha}$.

Im allgemeinen werden Kugelquerlager, die zur Aufnahme axialer Kräfte Verwendung finden, auch durch radiale Kräfte beansprucht. Die gesamte Kräftewirkung auf die am stärksten beanspruchte Kugel ergibt sich hierbei aus Gl. (2) und (3). Da die Kräfte Q_0 und R_0 in der gleichen Richtung wirken, können sie arithmetisch addiert werden. Bezeichnet man die aus den Radial- und Axialkräften hervorgehende größte Belastung einer Kugel mit P_0, so ist

$$P_0 = \frac{5}{z_w}(Q + c\,A) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4).$$

Die zulässige spezifische Belastung

Die Spannungen in der Druckfläche. Die Vorgänge, die sich bei der Berührung gekrümmter, elastischer Körper an den Druckflächen zeigen, sind zuerst von *H. Hertz*[5]) untersucht worden. Die Gültigkeit seiner Gleichungen ist jedoch an folgende Bedingungen gebunden: Die Druckflächen, in denen sich die Körper berühren, sind gegenüber ihren Oberflächen sehr klein; es wirken nur senkrecht zur Druckfläche gerichtete Kräfte; die Proportionalitätsgrenze wird nicht überschritten; der Werkstoff beider Körper ist homogen. Aus den Gleichungen von *Hertz* ergibt sich:

für Kugellager:

$$k = \frac{P_0}{d^2}\varphi_K^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5),$$

für Walzenlager:

$$k = \frac{P_0}{d\,l}\varphi_W \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6);$$

d bedeutet hierbei den Durchmesser der Kugeln oder Walzen, l die Länge der Walzen; φ_K^2 und φ_W sind Beiwerte, die dem Verhältnis zwischen Laufringen und Wälzkörpern Rechnung tragen und daher den Ausdruck Anschmiegungsfaktoren erhalten sollen. k ist ein Ausdruck für die größte, in der Mitte der Druckfläche herrschende Spannung σ_{max} und soll in dieser abgekürzten Form die Bezeichnung „spezifische Belastung" erhalten.

Die Erfahrungen haben gezeigt, daß die den Gleichungen von *Hertz* zugrunde gelegten Voraussetzungen keinesfalls den beim praktischen Betriebe der Wälzlager auftretenden Bedingungen entsprechen. So wird insbesondere bei gut ausgenutzten Wälzlagern die Proportionalitätsgrenze überschritten.

Die Versuche von *Stribeck* haben bewiesen, daß die größten Druckspannungen und die verhältnismäßigen Dehnungen, wie sie in der Mitte der Druckflächen bei Wälzlagern auftreten, für jeden Kugel- oder Walzendurchmesser auch weit oberhalb der Proportionalitätsgrenze gleich si[nd], solange der Ausdruck $\frac{P_0}{d^2}\varphi_K^2$ oder $\frac{P_0}{d\,l}\varphi_W$ konstant [ge]wählt wird. Der Gültigkeitsbereich der *Hertz*schen Gleich[un]gen ist also in der abgekürzten Form von Gl. (5) und (weit über die ursprünglichen Annahmen erweitert word[en].

Sollen die beiden Gleichungen $k = \frac{P_0}{d^2}\varphi_K^2$ und $k = \frac{P_0}{d\,l}$ einen Ausdruck darstellen für die zulässige Grenzbeansp[ru]chung des Werkstoffes, so nehmen hierbei die We[rte] folgende Bedeutung an:

k = zulässige spezifische Belastung in kg/mm²,
P_0 = zulässige Belastung in kg.

Auf Grund der Ableitung sowie der Versuche hab[en] jedoch die beiden Gleichungen nur Gültigkeit unter folg[en]den Voraussetzungen:

1. Wälzkörper und Laufringe befinden sich zueinand[er] in Ruhe,
2. die zwischen Wälzkörpern und Laufringen zur W[ir]kung kommenden Kräfte wirken unverändert,
3. die normal zur Oberfläche in der Mitte der Druc[k]stelle herrschenden Druckspannungen oder die dur[ch] diese Spannungen hervorgerufenen Dehnungen stell[en] die größte Beanspruchung des Wälzlagerwer[k]stoffs dar.

Eine eingehende Betrachtung dieser Voraussetzungen zei[gt] jedoch, daß sie keinesfalls erfüllt sind. Im Betriebe b[e]finden sich Wälzkörper und Laufringe zueinander nic[ht] in Ruhe, weshalb sich auch die an den Druckstellen wi[r]kenden Kräfte ständig verändern.

Die Schälung, die als erste Zerstörungserscheinu[ng] an Wälzlagern auftritt, ist auf die an der Kante der Druc[k]fläche herrschenden Zugspannungen zurückzuführen. D[ie] größten Beanspruchungen des Werkstoffes werden al[so] nicht durch die Druckspannungen, sondern durch die Zu[g]spannungen hervorgerufen; Gl. (5) und (6) berücksic[h]tigen diese Spannungen keinesfalls. Die auf die Druc[k]fläche wirkenden Kräfte rufen eine Abbiegung des Wer[k]stoffes an der Kante der Druckfläche hervor. Diese A[b]biegung findet sowohl bei der Berührung allseitig g[e]krümmter Oberflächen als auch bei der Berührung v[on] Zylinderoberflächen statt. Die Zugspannungen treten al[so] bei Kugelquerlagern und bei Walzenquerlagern in ga[nz] ähnlicher Weise auf. Eine Berechnung der Zugspannu[n]gen ist kaum möglich; sollen die Zugspannungen an d[er] Kante der Druckfläche bei der Berechnung der zulässig[en] Belastung Berücksichtigung finden, so muß man auf Ve[r]suche zurückgreifen. Die ersten sichtbaren Zerstörunge[n], die überhaupt bei Belastung von Kugeln eintreten und d[ie] das Wirken der Zugspannungen zeigen, sind die Krei[s]sprünge, die am Rande der Druckfläche entstehen. D[ie] Versuche von *Stribeck*[6]) haben ergeben, daß die B[e]lastung, bei der der Kreissprung eintritt, dem Quadrat d[es] Durchmessers verhältnisgleich ist. Dies besagt also, da[ß] auch die Zugspannungen an der Kante der Druckfläch[e] ähnlichen Gesetzen folgen wie die Druckspannungen i[n] der Mitte der Druckfläche; die Unveränderliche k, d[ie] unter Berücksichtigung der Druckspannungen gefunde[n] wurde, kann daher auch auf die Zugspannungen bezoge[n] werden, wenn man bei der Größenbestimmung die Ve[r]suche über die Zugspannungen zugrunde legt. Die zu[]lässige spezifische Belastung k soll daher jetzt stets a[ls] ein Ausdruck für die größte, zulässige Zugspannung a[n] der Kante der Druckfläche gelten.

Die Anschmiegungsfaktoren für Kugellager und Walzenlager. Unter dem An[]schmiegungsfaktor ist allgemein ein Wert zu verstehe[n], der das Verhältnis zwischen den Krümmungen der Lau[f]ringe und der Wälzkörper ausdrückt. Die Anschmi[e]gungsfaktoren für Außenringe und Innenringe sind ste[ts] voneinander verschieden; je größer der Anschmiegungs[]faktor ist, um so kleiner wird die zulässige Belastung P[]. Eine eingehende Untersuchung der üblichsten Lager h[at] gezeigt, daß der Zusammenhang zwischen Wälzkörpe[r]- Durchmessern und Laufbahn-Durchmessern sich sehr g[ut] durch eine Gerade darstellen läßt. Die Abweichungen de[r]

[5]) s. S. 53.

[6]) Vergl. Z. Bd. 51 (1907) S. 1445 u. f.

nzelnen Punkte von der Geraden sind bei den kleinen urchmessern größer als bei den großen; die hierdurch ıtstehenden Fehler sind jedoch nicht von Bedeutung.

Hierdurch lassen sich die Anschmiegungsfaktoren in ne Abhängigkeit vom Wälzkörper-Durchmesser bringen, as ihre Darstellung sehr erleichtert. So ist

für Kugelquerlager:

$$\varphi_K^2 = a^2 \left(1 - \frac{1}{b^2 d^2}\right),$$

für Walzenquerlager:

$$\varphi_W = \varphi_0 - 2 p \frac{1}{d^2}.$$

ierbei sind a, b, φ_0 und p Unveränderliche, die sich aus en Gleichungen für die Geraden ergaben, welche den usammenhang zwischen Kugeldurchmesser und Laufıhndurchmesser darstellen. Führt man diese Werte ein, ist

für Kugelquerlager:

$$k = \frac{P_0}{d^2} \left(a^2 - \frac{a^2}{b^2 d^2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7),$$

für Walzenquerlager:

$$k = \frac{P_0}{d\, l} \left(\varphi_0 - 2 p \frac{1}{d^2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8).$$

Der Einfluß der rollenden Reibung. isher sind die Vorgänge an den Druckstellen unter der oraussetzung untersucht worden, daß die beiden zur Be-

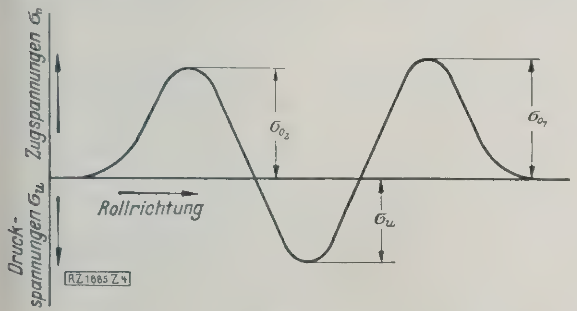


Abb. 4
Wechsel der Beanspruchungen eines Punktes der Oberfläche des Laufringes in einem Wälzlager beim Überrollen eines Wälzkörpers.

führung kommenden Oberflächen sich zueinander in Ruhe befinden. Soll der Begriff der zulässigen spezifischen Beastung auch auf die in Bewegung befindlichen Lager seine Anwendung finden, so sind alle Vorgänge zu berücksichtigen, die einen Einfluß auf die Druck- oder Zugspannungen ausüben können. Setzt man voraus, daß bei Kugelquerlagern in der Mitte der Laufbahnen und bei Walzenquerlagern mit zylindrischen Walzen über die ganze Laufbahn hinweg reines Abwälzen eintritt, so muß der durch das Gleiten der Wälzkörper an dem Schmiermittel und an den Käfigen sowie der durch die Luftwirbelung erzeugte Widerstand durch Haftreibung innerhalb der Laufbahnen aufgenommen werden.

Der Wälzkörper wird durch die Reibungskräfte R in Drehung versetzt. Die Haftreibung erzeugt in den Laufflächen und in den Wälzkörpern tangential und senkrecht zur Druckfläche gerichtete Formänderungen; infolgedessen verschiebt sich die größte Druckspannung aus der Mitte der Druckfläche. Die vordere Kante der Druckfläche wird daher auch stärker umgebogen, während die Biegung an der hinteren Kante abgeschwächt wird. Die Zugspannungen nehmen an der vorderen Kante der Druckfläche zu, an der hinteren Kante der Druckfläche dagegen ab. Bezeichnet man die zwischen Wälzkörpern und Laufringen zur Wirkung kommende Reibungszahl der Ruhe mit μ, so ist die Tangentialkraft in der einen Berührungsfläche $R = \mu P_0$. Die Tangentialkraft soll durch eine normal in der Mitte der Druckfläche angreifende Kraft ersetzt werden, deren Wirkung mit Bezug auf die Größe des Druckes die gleiche ist. Es sei angenommen, daß sich durch diese Kraft auch die Zugspannungen an der Kante der Druckfläche in der gleichen Weise ändern. Bezeichnet man das Verhältnis zwischen Dehnung und Querkürzung mit m, so wird die in der Mitte der Druckfläche angreifende resultierende senkrechte Kraft

$$P' = P_0 + \frac{\mu}{m} P_0.$$

Versuche über die Abhängigkeit der Reibungszahl μ von der Drehzahl liegen nicht vor. Da die Haftreibung zwischen Wälzkörpern und Laufringen sämtliche Widerstände, die sich der Drehung der Wälzkörper entgegensetzen, zu überwinden hat, so liegt die Annahme nahe, daß die Reibungszahl μ mit wachsender Drehzahl n der Welle oder des Gehäuses zunimmt. Die Unveränderliche c' soll diese Beziehung zwischen μ und n ausdrücken:

$$\mu = c' n.$$

Die in der Mitte der Druckfläche senkrecht wirkende Gesamtkraft wird damit

$$P' = P_0 \left(1 + \frac{c'}{m} n\right).$$

Versuche über die Lebensdauer von Wälzlagern haben ergeben, daß die Beziehungen zwischen zulässiger spezifischer Belastung und Drehzahl den praktischen Verhältnissen sehr nahe kommen, wenn man setzt:

$$P' = P_0 (1 + 0{,}0001\, n).$$

Führt man diesen Ausdruck in Gl. (7) und (8) ein, so erhält man:

für Kugellager

$$k = \frac{P_0}{d^2} \left(a^2 - \frac{a^2}{b^2 d^2}\right) (1 + 0{,}0001\, n) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9),$$

für Walzenlager

$$k = \frac{P_0}{d\, l} \left(\varphi_0 - \frac{2 p}{d^2}\right) (1 + 0{,}0001\, n) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10).$$

Aus Gl. (9) und (10) läßt sich nach Kenntnis der zulässigen spezifischen Belastung k die zulässige Lagerbelastung P errechnen. Entsprechend seiner Ableitung werden in dem Ausdruck für die zulässige spezifische Belastung nur die statischen Belastungsvorgänge im Lager berücksichtigt. Die Zerstörung im Querlager beim Lauf tritt infolge Werkstoffermüdung ein. Die Kenntnis des Ermüdungsvorganges gibt nun ein Mittel in die Hand, rechnerische Unterlagen zu schaffen, durch die bei der Ermittlung der zulässigen Belastung die statischen und die dynamischen Vorgänge gleichzeitig erfaßt werden können.

Der Ermüdungsvorgang

Der Ermüdungsbruch. Ermüdungsbruch nennt man einen Bruch, der eintritt, wenn ein Maschinenteil wechselnden Beanspruchungen unterworfen wird, ohne daß diese Beanspruchungen die statische Festigkeit des Werkstoffes überschreiten. Setzt man voraus, daß die hier betrachteten Querlager vorwiegend gleichbleibenden Lagerbelastungen unterworfen sein sollen, so wechselt die Beanspruchung nach einer bestimmten, leicht zu ermittelnden Gesetzmäßigkeit.

An der Druckstelle herrschen Zugspannungen und Druckspannungen. Betrachtet man nur die Oberflächen der Laufringe als die am stärksten beanspruchten Teile im Querlager, so findet bei jedem Rollen eines Wälzlagers über einen beliebigen Punkt der Oberflächen der belasteten Laufbahnhälften ein Wechsel zwischen Zug- und Druckspannungen statt. In Abb. 4 ist dieser Wechsel der Spannungen dargestellt, wobei als Ordinaten die Spannungen, als Abszisse der Weg des Wälzkörper-Mittelpunktes gewählt ist. Die Spannungen σ_o bedeuten die Zugspannungen, die Spannungen σ_u die Druckspannungen. Die Größe der Spannungen σ_{o_1}, σ_u und σ_{o_2} ist unbekannt. Da die zulässige Beanspruchung des Wälzlager-Werkstoffes auf Zug niedriger ist als auf Druck, so stellen die Zugspannungen σ_o die Hauptbeanspruchung dar. Die Spannung σ_{o_1} ist größer als σ_{o_2}, da sie, in der Rollrichtung gesehen, vor dem Wälzkörper liegt. Der dargestellte Belastungswechsel findet in jedem Punkt der gedrückten Laufbahnhälften statt, sobald er von einem Wälzkörper überrollt wird. Jeder Punkt einer Laufbahn erfährt bei der Drehzahl n eine genau bestimmbare Anzahl Belastungswechsel in einer Minute. Es ist daher möglich, den Er-

müdungsvorgang im Querlager unmittelbar mit Ermüdungsversuchen in Vergleich zu setzen, bei denen Werkstoffe wechselnden Zug- und Druckbeanspruchungen ausgesetzt wurden.

Bei allen derartigen Versuchen ging man darauf aus, eine Beziehung zwischen den Spannungen und der Zahl der Belastungswechsel zu finden, bei der der Ermüdungsbruch im Werkstoff eintrat. Nennt man die Zahl der Belastungswechsel bis zum Eintreten des Ermüdungsbruches z, so haben die Ermüdungsversuche[7]) mit guter Übereinstimmung ergeben, daß der Zusammenhang zwischen σ und z durch eine Exponentialfunktion dargestellt werden kann[8]). Die Gleichung des Ermüdungsvorganges kann demnach lauten:

$$\sigma = C\, z^{-m} \qquad (11).$$

C ist hierbei ein unveränderlicher Beiwert für den Werkstoff; das negative Vorzeichen des Exponenten m ist dadurch bedingt, daß mit einer Zunahme der Spannung σ die Anzahl der Belastungswechsel z bis zum Eintreten des Ermüdungsbruches abnehmen muß.

Die Arbeitsfestigkeit. Unter der Arbeitsfestigkeit soll eine Spannung verstanden werden, die der Werkstoff bei Belastungswechsel dauernd ohne Eintreten des Ermüdungsbruches ertragen kann. Wechselt die Beanspruchung zwischen einer oberen Spannung σ_o und einer unteren Spannung σ_u, so sind die wichtigsten Belastungsfälle:

1. Die Spannungen σ_o und σ_u sind gleich groß und entgegengesetzt; $\sigma_u : \sigma_o = -1$. Die sich hierbei ergebende Arbeitsfestigkeit hat den Namen „Schwingungsfestigkeit" S erhalten.
2. Die Spannungen wechseln zwischen σ_o und $\sigma_u = 0$; $\sigma_u : \sigma_o = 0$. Die entsprechende Arbeitsfestigkeit heißt „Ursprungsfestigkeit" U.

Die Spannungen im Querlager wechseln gemäß Abb. 4 zwischen einer oberen Spannung σ_o und einer unteren Spannung σ_u; es liegt also der Belastungsfall 1 vor, weshalb dem Ermüdungsvorgang im Querlager die Schwingungsfestigkeit S zugrunde gelegt werden soll.

Es ist bereits nachgewiesen worden, daß bei allen Kugel- und Walzenquerlagern die Zugspannungen σ_o und die Druckspannungen σ_u gleich groß sind, sobald die spezifische Belastung k gleich groß gewählt wird; es soll daher in die Ermüdungsgleichung an Stelle der Spannungen σ die spezifische Belastung eingeführt werden. Der Charakter der Exponentialfunktion wird hierdurch nicht gestört, da nach den Hertzschen Gleichungen der Zusammenhang zwischen σ und k gleichfalls durch eine Exponentialfunktion dargestellt wird. Faßt man den bisher betrachteten Vorgang zusammen, so läßt sich der Ermüdungsvorgang durch die in Abb. 5 dargestellte Kurve ausdrücken. Jedem Zahlenwert der Belastungswechsel z entspricht eine bestimmte zulässige spezifische Belastung k.

Die Ermüdungsgleichung. Die Kurve, Abb. 5, ist eine Exponentialfunktion zwischen k und z; ihre Differentialgleichung lautet:

$$\frac{dk}{dz} = -C_1\, z^{-n}.$$

Die Integration der Gleichung ergibt

$$k + C_2 = -C_1 \frac{(z + C_3)^{1-n}}{1-n}.$$

Durch Vereinfachung der Unveränderlichen wird

$$k = \frac{C}{(z + z_o)^m} + s \qquad (12).$$

Sind die in der Ermüdungsgleichung enthaltenen Werkstoffbeiwerte bekannt, so kann die Gleichung unmittelbar zur Bestimmung der zulässigen Belastung herangezogen werden. Auf Grund von Versuchsergebnissen[9]) kann man setzen:

[7]) Vergl. *Mailänder*, Ermüdungserscheinungen und Dauerversuche. Zusammenfassender Bericht über das bis Ende 1923 bekanntgewordene Schrifttum, „Stahl und Eisen" Bd. 44 (1924) S. 585 u. f.

[8]) „Stahl und Eisen" Bd. 40 (1920) S. 91.

[9]) Vergl. *A. Palmgren*, Die Lebensdauer von Kugellagern, Z. Bd. 68 (1924) S. 339.

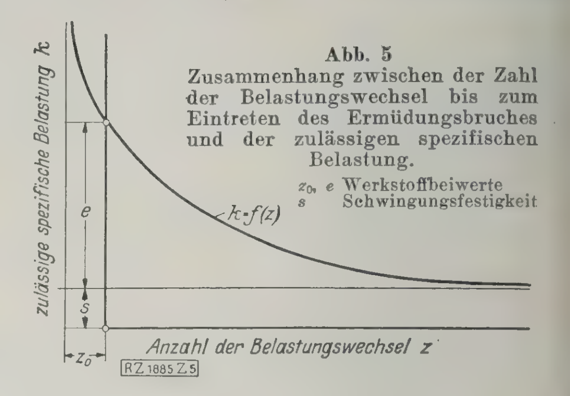


Abb. 5 Zusammenhang zwischen der Zahl der Belastungswechsel bis zum Eintreten des Ermüdungsbruches und der zulässigen spezifischen Belastung.

z_0, e Werkstoffbeiwerte
s Schwingungsfestigkeit

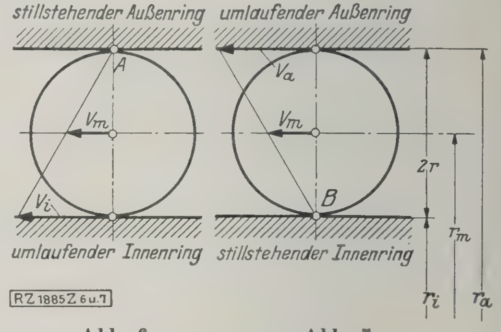


Abb. 6 Geschwindigkeiten bei umlaufendem Innenring

Abb. 7 Geschwindigkeiten bei umlaufendem Außenring

Abb. 6 und 7

r_a Halbmesser des Außenringes
r_i „ „ Innenringes
r_m „ bis zur Wälzkörpermitte
V_m Geschwindigkeit der Wälzkörpermitte
V_a „ des Außenringes
V_i „ „ Innenringes

für Kugellager	$s = 12$ kg/cm²,
„ Walzenlager	$s = 50$ kg/cm²,
„ Kugel- und Walzenlager	$m = 1/3$,
„ Kugel- und Walzenlager	$z_0 = 5 \cdot 10^6$,
für Kugellager	$C = 28\,000$ kg/cm²,
„ Walzenlager	$C = 100\,000$ kg/cm².

Bei normalen Verhältnissen wird die Anzahl der Belastungswechsel stets so hoch liegen, daß sich Zahlen in Millionen ergeben; um die Rechnung zu vereinfachen, soll den im folgenden benutzten Z-Werten die Bedeutung von Millionen Belastungswechseln gegeben werden. Die Gleichungen lauten dann:

für Kugellager

$$k = \frac{280}{\sqrt[3]{Z+5}} + 12 \text{ kg/cm}^2 \qquad (13),$$

für Walzenlager

$$k = \frac{1000}{\sqrt[3]{Z+5}} + 50 \text{ kg/cm}^2 \qquad (14).$$

Bestimmung der am meisten beanspruchten Stelle. Es war bisher die Frage offen geblieben, ob die Wälzkörper oder die Laufringe beim Lauf des Lagers die höher beanspruchten Teile sind. In der Druckstelle wird der Werkstoff des Wälzkörpers und des Laufringes senkrecht zu der gemeinsamen Tangentialebene in der Mitte der Druckfläche zusammengedrückt. Nach der Zusammendrückung liegt die beiden Körpern gemeinsame Berührungslinie zwischen den ursprünglichen Umfangslinien beider zur Berührung kommenden Körper. Man erkennt, daß der Umfang des stärker gekrümmten Körpers verkürzt, der des schwächer gekrümmten Körpers dagegen gedehnt wird. Der stärker gekrümmte Teil ist aber stets der Wälzkörper, weshalb in der Wälzkörperoberfläche zusätzliche tangentiale Druckspannungen, in der Laufringoberfläche zusätzliche tangentiale Zugspannungen erzeugt werden. Man kann daraus schließen, daß hierbei

ie Zugspannungen an der Kante der Druckfläche bei den .aufringen vergrößert, bei den Wälzkörpern dagegen abeschwächt werden. Da die Zugspannungen die größte .eanspruchung des Werkstoffes darstellen, sind die Laufinge die am meisten beanspruchten Teile im Querlager.

Schwerer ist die Frage zu entscheiden, welcher der eiden Laufringe den höher beanspruchten Teil des Querıgers darstellt. Die Anzahl der Belastungswechsel z ist ei dem stillstehenden Laufring größer als beim umlaufenen. Für den Fall, daß der Außenring umläuft, ist also tets der Innenring höher beansprucht. In dem Fall, wo er Innenring umläuft, ist stets eine genaue Untersuchung ıotwendig, ob sich aus der spezifischen Belastung des Außenringes oder der des Innenringes unter Berücksichtiung des Ermüdungsvorganges die kleinere zulässige Beastung ergibt. Hierzu ist die Kenntnis der Anzahl der Belastungswechsel nötig, die bei einer Umdrehung den am tärksten beanspruchten Punkt des Innen- oder Außeninges treffen.

Die Anzahl der Belastungswechsel ei einer Umdrehung. Zur Bestimmung der Anzahl der Belastungswechsel bei einer Umdrehung ist vor allem nötig, die Anzahl der Belastungsstöße bei einer Umdrehung zu kennen. Beim stillstehenden Laufring findet ein Belastungsstoß an der am stärksten beanspruchten Stelle jedesmal statt, sobald ein Wälzkörper durch die „Belastungszone" rollt. Beim umlaufenden Innenring ist die Anzahl der Belastungsstöße bei einer Umdrehung gleich der Anzahl der Überrollungen, die irgendein Punkt der Innenlaufbahn innerhalb der belasteten Lagerhälfte durch die Wälzkörper erfährt. In Abb. 6 und 7 sind die Geschwindigkeitsdiagramme der Wälzkörperbewegung für stillstehenden Außenring und stillstehenden Innenring dargestellt. Es ist angenommen, daß bei dem Wälzvorgang kein Gleiten eintritt, an den Druckstellen zwischen Wälzkörpern und Laufringen also reines Rollen herrscht, wodurch die Umfangsgeschwindigkeit der Wälzkörper V_w gleich der Umfangsgeschwindigkeit des umlaufenden Laufringes V_a bzw. V_i wird. Bezeichnet man mit t die Anzahl der Belastungsstöße bei einer Umdrehung des Innenringes (t_a) oder des Außenringes (t_i)[10], so ist

$$t_a = \frac{r_i}{r_a + r_i} z_w , \qquad t_i = \frac{r_a}{r_a + r_i} z_w .$$

Aus der Anzahl der Belastungsstöße läßt sich die Anzahl der Belastungswechsel ermitteln. Hierzu soll auf Abb. 4 zurückgegriffen werden, in der der Belastungsvorgang dargestellt ist, wie er beim Rollen eines Wälzkörpers über einen Punkt der Laufbahn stattfindet. Es treten bei jeder Überrollung eines Punktes der belasteten Laufbahnhälfte zwei Belastungswechsel auf. Die Anzahl der Belastungswechsel z bei einer Umdrehung des Innenringes (z_a) oder des Außenringes (z_i) ist daher

für stillstehenden Außenring:

$$z_a = \frac{2\, r_i}{r_a + r_i} z_w \quad \ldots\ldots (15),$$

für stillstehenden Innenring:

$$z_i = \frac{2\, r_a}{r_a + r_i} z_w \quad \ldots\ldots (16).$$

Es soll nunmehr die Anzahl der Belastungswechsel berechnet werden, die auf dem umlaufenden Innenring stattfinden. Die relative Drehzahl der Wälzkörpermitten gegenüber einem beliebigen festen Punkt der Innenlaufbahn ist $n_i - n_m$. Die Gesamtzahl t_r' der Überrollungen in der gedrückten Laufbahnhälfte oder die Anzahl der Belastungsstöße ist daher:

$$t_r' = \frac{n_i - n_m}{n_i} n_i \frac{z_w}{2} .$$

Für $n_i = 1$ U/min folgt hieraus die Anzahl der Belastungsstöße bei einer Umdrehung

$$t_r = \frac{z_w}{2} \frac{r_a}{r_a + r_i} .$$

Da zwei Belastungswechsel bei einer Überrollung stattfinden, ist die Anzahl der Belastungswechsel bei einer Umdrehung des Innenringes

$$z_r = \frac{z_w\, r_a}{r_a + r_i} \quad \ldots\ldots (17).$$

Gl. (17) läßt sich keinesfalls ohne weiteres mit Gl. (15) und (16) vergleichen. Dort finden jedesmal bei der Überrollung der am meisten beanspruchten Stelle des stillstehenden Laufringes die größten, überhaupt möglichen Belastungsstöße statt. Die hierbei auftretenden Kräfte entsprechen in ihrer Größe der Kraft P_0, lassen also einen unmittelbaren Vergleich zwischen der Ermüdungsgleichung und der Gleichung für die zulässige spezifische Belastung zu. Die Belastungsstöße auf dem umlaufenden Innenring erfolgen jedoch nicht mit gleicher Kraft.

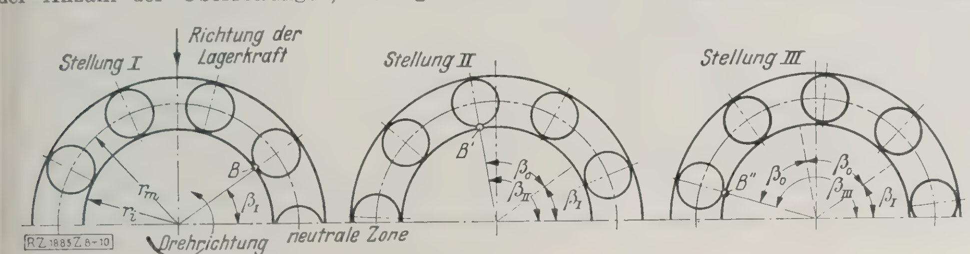


Abb. 8 bis 10 Möglichkeiten der Überrollungen eines festen Punktes der umlaufenden Innenlaufbahn durch die Wälzkörper.

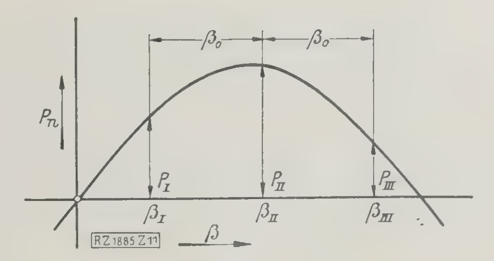


Abb. 11 Hüllkurve aller Belastungsmöglichkeiten, die ein fester Punkt der Innenlaufbahn beim Durchlaufen der belasteten Wälzlagerhälfte erfahren kann.

P_n Belastung des Punktes in den Stellungen, $I, II, III, \ldots n$
$\beta_I, \beta_{II}, \beta_{III}$ Abstand von der neutralen Zone, in welchem die Überrollungen eines festen Punktes der Innenlaufbahn erfolgen
β_0 Abstand, in welchem die Überrollungen eines festen Punktes der Innenlaufbahn voneinander erfolgen

Bezeichnet man mit β den Winkel zwischen einem beliebigen festen Punkt B der Innenlaufbahn und der neutralen Zone, Abb. 8 bis 10, so ist die Belastung dieses Punktes bei der Überrollung durch einen Wälzkörper in einer beliebigen Stellung innerhalb der belasteten Lagerhälfte

$$P_n = \frac{5}{z} P \sin^{3/2} \beta .$$

Diese Funktion ist die Hüllkurve aller Belastungsmöglichkeiten, die ein fester Punkt der Innenlaufbahn beim Durchlaufen der belasteten Lagerhälfte erfahren kann. In Abb. 11 ist diese Hüllkurve dargestellt; zugleich sind drei Belastungsstöße eingetragen. Bezeichnet man mit β_I den Winkel, den der Fahrstrahl zu dem betrachteten Punkte der Innenlaufbahn bis zu der ersten Überrollung von der

[10]) Der Index ist nach dem stillstehenden Laufring gewählt worden.

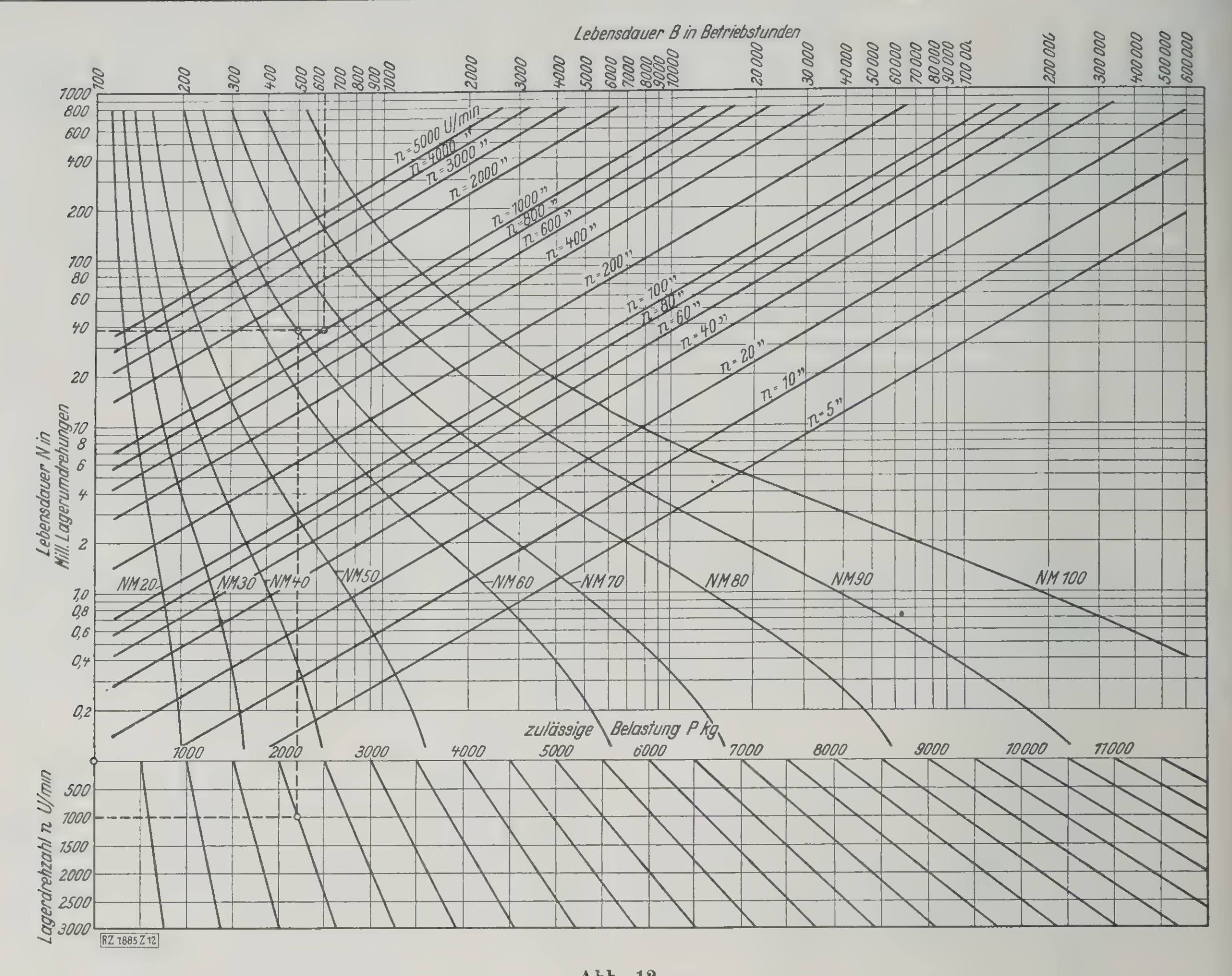


Abb. 12
Zulässige Belastung von Walzenlagern, Bauart N M, mit umlaufendem Innenring, abhängig von der Drehzahl und der Lebensdauer. Die Konstruktion der Walzenlager-Bauart N M entspricht Abb. 2, die Einbaumaße entsprechen DIN 613. Der gestrichelte Linienzug zeigt die Ermittlung der Lebensdauer für die Lagerbauart N M 70 bei 1000 U/min und 2000 kg Lagerbelastung. Umgekehrt kann man auch von der erforderlichen Lebensdauer ausgehen und die zulässige Lagerbelastung oder die zulässige Drehzahl ermitteln.

neutralen Zone aus zurückgelegt hat, so ergeben sich hieraus die Kräfte an den Druckstellen bei jeder Überrollung des Punktes der Innenlaufbahn durch einen Wälzkörper zu:

$$P_I = \frac{5}{z_w} P \sin^{3/2} \beta_I ,$$

$$P_{II} = \frac{5}{z_w} P \sin^{3/2} \beta_{II} ,$$

$$P_{III} = \frac{5}{z_w} P \sin^{3/2} \beta_{III} .$$

Es wäre falsch, wenn man hieraus eine mittlere Kraft bilden wollte; denn der Zusammenhang zwischen k und z wird nicht durch eine lineare Funktion, sondern durch eine Exponentialfunktion dargestellt. Man muß daher auf die Ermüdungsgleichung, Gl. (12), zurückgreifen.

Um die Rechnung möglichst zu vereinfachen, sollen s und z_0 in Gl. (12) vernachlässigt werden; der Einfluß beider Unveränderlichen auf die spezifische Belastung oder auf die Zahl der Belastungswechsel ist bei den üblichen Beanspruchungen verhältnismäßig gering. Die Gleichung lautet dann, mit $m = 1/3$,

$$z_I = \frac{C^3}{k^3 \sin^{9/2} \beta_I} ,$$

$$z_{II} = \frac{C^3}{k^3 \sin^{9/2} \beta_{II}} ,$$

$$z_{III} = \frac{C^3}{k^3 \sin^{9/2} \beta_{III}} .$$

Die Zahlen z_I, z_{II} und z_{III} stellen hierbei die Lebensdauer der betrachteten Querlager dar, die jeweils bei der Belastung P_I, P_{II} oder P_{III} erreicht werden kann. In Wirklichkeit entspricht die Lebensdauer der Lager keiner dieser Zahlen, sondern einem Wert z, der zwischen z_I und z_{III} einerseits und z_{II} anderseits liegt. Nimmt man an, daß durch die Wirkung der Kraft P_I der Betrag $\frac{z}{3 z_I}$ der gesamten Lebensdauer des Lagers verbraucht wird, bei den andern Kräften entsprechend[11]), so ist:

$$\frac{z}{3 z_I} + \frac{z}{3 z_{II}} + \frac{z}{3 z_{III}} = 1,$$

$$z = \frac{3 C^3}{k^3} \, \frac{1}{\sin^{9/2} \beta_I + \sin^{9/2} \beta_{II} + \sin^{9/2} \beta_{III}} = \frac{1}{f} \, \frac{C^3}{k^3} .$$

Man erkennt, daß der Einfluß der Belastungsstöße P_I und P_{III} auf die Lebensdauer gering ist. Es wäre daher falsch, wollte man der Lebensdauerberechnung eines Querlagers bei umlaufendem Innenring die in Gl. (17) ermittelte Zahl z_r zugrunde legen. Um die Wirkung der Kräfte P_I und P_{III} zu berücksichtigen, soll die Zahl z_r der Belastungswechsel in einem Punkt des umlaufenden Innenringes bei einer Umdrehung mit einem Faktor f multipliziert werden:

$$z_r = f \, z_w \frac{r_a}{r_a + r_i} \quad \ldots \ldots \ldots (18).$$

Die zulässige Belastung. Durch die Ermüdungsgleichung ist der Zerstörungsvorgang im Querlager in unmittelbare Beziehung zu der ruhenden Lager-

[11]) Vergl. *A. Palmgren*, Z. Bd. 48 (1926) S. 339.

...stung und ihren Wirkungen an der Druckstelle ge-...ht worden, da in beiden Fällen die zulässige spezi-...he Belastung als Bezugspunkt gewählt wurde. Man ...t am besten die Lebensdauer N in Mill. Umdrehungen ... wobei

...ir stillstehenden Innenring:

$$Z = z_i N,$$

...ir stillstehenden Außenring:

$$Z = z_a N,$$

...r

$$Z = z_r N$$

...d. Für die zulässige spezifische Belastung gelten da-... die beiden Gleichungen:

...ür Kugelquerlager mit stillstehendem Innenring:

$$\left.\begin{aligned} k &= \frac{5\,P}{z_w\,d^2}\,\varphi^2_{K_i}\,(1 + 0{,}0001\;n)\ \text{kg/mm}^2 \\ k &= \frac{2{,}8}{\sqrt[3]{N\,z_i + 5}} + 0{,}12\ \ \text{kg/mm}^2 \end{aligned}\right\} \quad . \ . \ . \ . \ (19),$$

...ür Walzenquerlager mit stillstehendem Innenring:

$$\left.\begin{aligned} k &= \frac{5\,P}{z_w\,d\,l}\,\varphi_{W_i}\,(1 + 0{,}0001\,n)\,\text{kg/mm}^2 \\ k &= \frac{10}{\sqrt[3]{N\,z_i + 5}} + 0{,}5\ \ \text{kg/mm}^2 \end{aligned}\right\} \quad . \ . \ . \ . \ (20).$$

Durch die Vereinigung der beiden zusammengehören-...n Gleichungen erhält man eine unmittelbare Beziehung ...ischen P und N, zwischen der zulässigen Belastung und ... Lebensdauer. Gl. (19) und (20) haben nur Gültigkeit ... den Fall, daß der Außenring des Querlagers umläuft, ...o der Innenring am höchsten beansprucht ist. Im all-...meinen dreht sich der Innenring; für diesen Fall bleibt ...ch zu bestimmen, ob die Rechnung mit der Zahl z_a oder ... und entsprechend mit dem Anschmiegungsfaktor des ...ußenringes oder dem des Innenringes durchzuführen ist. ...s der Berechnung der spezifischen Belastungen ergibt ...h, daß bei den normalen Kugellagern nach Abb. 1 der ...nenring, bei den normalen Walzenlagern nach Abb. 2 ...r Außenring höher beansprucht ist, sofern der Innen-...ng umläuft. Demzufolge ist

für Kugelquerlager mit stillstehendem Außenring:

$$\left.\begin{aligned} k &= \frac{5\,P}{z_w\,d^2}\,\varphi^2_{K_i}\,(1 + 0{,}0001\;n)\ \text{kg/mm}^2 \\ k &= \frac{2{,}8}{\sqrt[3]{N\,z_r + 5}} + 0{,}12\ \text{kg/mm}^2 \end{aligned}\right\} \quad . \ . \ . \ . \ (21),$$

für Walzenquerlager mit stillstehendem Außenring:

$$\left.\begin{aligned} k &= \frac{5\,P}{z_w\,d\,l}\,\varphi_{w_a}\,(1 + 0{,}0001\;n)\,\text{kg/mm}^2 \\ k &= \frac{10}{\sqrt[3]{N\,z_a + 5}} + 0{,}5\ \ \text{kg/mm}^2 \end{aligned}\right\} \quad . \ . \ . \ . \ (22).$$

In Gl. (19) bis (22) ist nunmehr ein Mittel ge-...eben, die zulässige Belastung der Wälzquerlager zu be-...echnen. Hierzu ist allein erforderlich, den Kugeldurch-...esser bei Kugellagern oder den Walzendurchmesser und ...ie Walzenlänge bei Walzenlagern sowie die Wälzkörper-...ahl und die Laufbahn-Halbmesser bei beiden Lagerarten ...u kennen. Die Drehzahl kann stets als bekannt voraus-...esetzt werden, so daß zur Bestimmung der zulässigen ...elastung nur die Lebensdauer N festzulegen ist.

Zeichnerische Darstellung. Für den prak-...ischen Gebrauch empfiehlt es sich, die zulässige Be-...astung P eines Wälzquerlagers einer Linientafel zu ent-...ehmen. Die zeichnerische Darstellung der Gleichung für ...ie zulässige Belastung ist nicht einfach, da es sich um ...ine Gleichung mit vier Veränderlichen handelt; veränder-...ich sind hierin:

1. die Lagerabmessungen,
2. die Drehzahl n,
3. die Lebensdauer N
4. die zulässige Belastung P.

In Abb. 12 ist die Linientafel für Walzenlager der Bauart mit der üblichen Bezeichnung NM mit umlaufendem Innenring dargestellt.

Die Walzenlager der Bauart NM sind normale Walzenlager mit zylindrischen Walzen; die Konstruktion der Lager ist aus Abb. 2 ersichtlich, die Einbaumaße entsprechen DIN 613.

Zur Darstellung dient am besten ein logarithmisches Koordinatensystem, um die wichtigsten Werte für N in möglichst gedrängter Form zu erhalten. Für unveränderliche Lagerabmessungen, also für eine Lagergröße, ergibt sich ein Linienzug, der die Beziehung zwischen P und N darstellt. Die Linien haben zwei Wendepunkte, da sich für $N = 0$ und für $N = \infty$ endliche Werte für P ergeben. Der Einfluß der Drehzahl n wird auf dem unteren Teil der Linientafel berücksichtigt. Zur Ausrechnung der Lebensdauer B in Betriebstunden dient die Gleichung

$$B = \frac{10^6\,N}{60\,n}\,.$$

Der Zusammenhang zwischen B und N ergibt für $n =$ konst. im logarithmischen Koordinatensystem Geraden, die sämtlich parallel zueinander verlaufen. Verhalten sich die Basen der logarithmischen Teilung wie 1 : 0,577, so sind die Geraden unter 30° gegen die B-Achse geneigt.

Zusammenfassung

Die Berechnung der zulässigen Belastung von Wälzquerlagern ist hier zusammenfassend dargestellt. Die einzelnen Ursachen, die zu einer Zerstörung der Lager führen, sind zu dem Zweck verbunden worden, für jeden Belastungsfall die zulässige Belastung ermitteln zu können. Die Lösung ist wegen der gemachten Voraussetzungen nur für den Fall gültig, daß es sich um stoßfreie Belastungen handelt; liegt Lagerbelastung durch Stoß vor, so muß die Wirkung dieser Stöße durch eine besondere Umrechnung der entsprechenden Lebensdauerzahlen berücksichtigt werden. [B 1885]

Hochofenwinderhitzer in England

Man findet in England[1]) häufig Anlagen, bei denen der Brennstoffverbrauch für die Winderhitzer bis zu 40 vH der Gesamtmenge des erzeugten Hochofengases beträgt, während es durch sorgfältiges Reinigen und Verbrennen des Gases in neuzeitlichen Brennern bei wissenschaftlich durchgearbeiteter Verbrennungsregelung möglich ist, den Brennstoffverbrauch auf 20 vH und weniger zu vermindern. Die Herstellung von Roheisen in Hochöfen erfordert einen Koksverbrauch zwischen 865 und 1525 kg/t, je nach dem Eisengehalt des Erzes, der Beschickung, dem Zustande des Ofens, der Beschaffenheit des Kokses und andrer Einflüsse. 1 t im Hochofen verbrauchter Koks ergibt ungefähr 4250 m³ Gas bei Normaltemperatur, so daß die auf 1 t Roheisen erzeugte Gasmenge bei Normaltemperatur 3600 und 6400 m³ beträgt.

Die Gaszusammensetzung schwankt in gewissen Grenzen. Das Gas hat beim Entweichen eine Temperatur zwischen 150 und 450 °C, je nach Höhe des Ofenschachtes, der Beschickungshöhe und des Zwischenraumes zwischen zwei Beschickungen. Der Feuchtigkeitsgehalt beläuft sich auf 20 bis 100 g/m³ im kalten Zustand, je nach den Arbeitsbedingungen des Ofens. Das Hochofengas, das 1 bis 10 g/m³ Flugstaub enthält, wird in Trocken- oder Naßreinigern bis auf 0,1 bis 0,2 g/m³ Staubgehalt vorgereinigt. Zur Verwendung in Gasmaschinen wird eine Nachreinigung in Theißen-Waschern, in Halberg-Beth-Gasreinigern oder in elektrischen Lodge-Coterell-Reinigern notwendig, die das Gas bis auf 0,1 g/m³ Staubgehalt reinigen. Für kleinere Hochofenanlagen sind diese Reiniger jedoch zu teuer.

Winderhitzer, mit nur vorgereinigtem Gas beheizt, erfordern Durchgangsquerschnitte des Gitterwerkes von mindestens 150 × 200 mm², während bei vollkommen gereinigtem Gas Durchmesser gerader Durchgänge von 115 mm² genügen. Um günstige Ergebnisse bei Winderhitzern zu erreichen, sollten 6,5 m² Heizfläche auf 1 m³/min Heißwind vorhanden sein. Solche Winderhitzer haben bis zu 70 vH Nutzwirkung bei Windtemperaturen bis zu 700 °C und 260 °C Abgastemperatur, sofern geeignete Brenner vorhanden sind, und die Verbrennung genau geregelt wird.

[N 2353] *Ste.*

[1]) Iron and Coal Trades Review Bd. 117 (1928) S. 762 u. f.

Die Herstellung von Kakaopulver

Von Ingenieur HANSGEORG LOTTES, Dresden

Die Kakaobohne und ihre Vorbehandlung im Heimatland — Besprechung der Verfahren und Maschinen, die in neuzeitlichen Fabriken zur Erzeugung von Kakaopulver gebräuchlich sind.

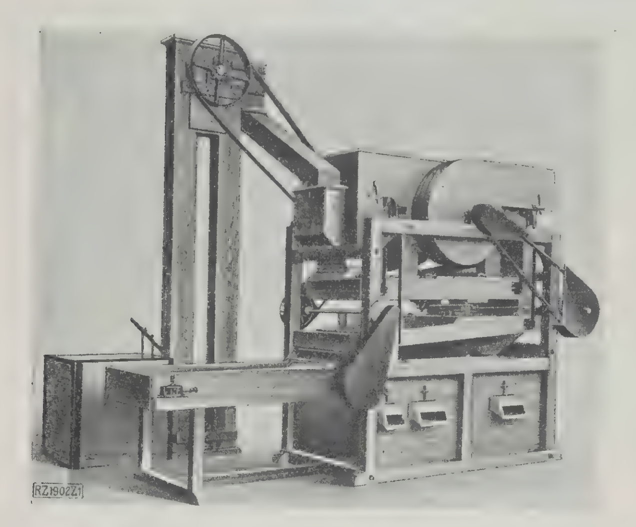


Abb. 1
Bohnenreinigungs- und Auslesemaschine von J. M. Lehmann, Dresden.

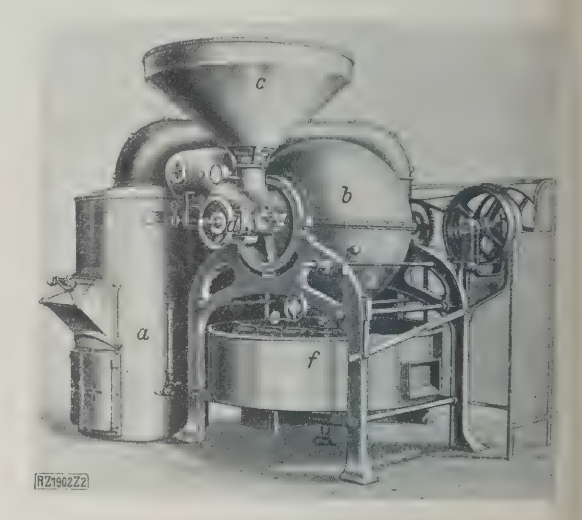


Abb. 2
Schnellröstmaschine mit Heißlufterzeuger, von J. M. Lehmann.

a Heißlufterzeuger
b doppelwandige Röstkugel
c Einfülltrichter
d Handrad zum Öffnen
e Kühlsieb
f Rührwerk
g Probestecher

Der Kakaobaum, Theobroma cacao L., gedeiht nur in warmen und feuchten Ländern. Die mittel- und südamerikanischen Staaten, die Gebiete am Golf von Guinea (Kamerun), die Sundainseln und Ceylon sind die Hauptausfuhrländer. Die Frucht hat die Form eines langgestreckten rot bis gelb gefärbten Kürbisses. In das Fruchtmus (Pulpa) in fünf Längsreihen eingebettet liegen die Kerne, die etwa Form und Größe einer dicken plattgedrückten Bohne haben. Nach Dr. *P. Zipperer* setzen sie sich zusammen aus 42,79 vH Fett (Kakaobutter), 0,97 vH Theobromin, 10,51 vH Albumin, 2,35 vH Zucker, 4,67 vH Stärke, 20,39 vH Zellstoff und Lignin, 3,70 vH Mineralstoffe und 5,18 vH Wasser.

Die Kakaobutter ist ein hartes, weißgelbliches Fett, dessen Schmelzpunkt zwischen 32 und 35 ° und dessen Erstarrungspunkt zwischen 21,5 und 23 ° liegt. Es wird im menschlichen Körper fast so gut wie Milchfett, etwa zu 92 vH, ausgenutzt. Dem Theobromin, das dem Koffeïn der Kaffeebohne entspricht, verdankt der Kakao seine nervenbelebende Wirkung. Der Zellstoff bildet die Schale und das Baugerüst der Bohne.

Die abgeernteten, vom Fruchtmus oberflächlich gereinigten Bohnen werden zuerst einem Gärverfahren unterworfen, das man als Fermentieren oder Rotten bezeichnet. Sie werden in flachen Kästen aus Beton oder Holz, 10 cm hoch aufgeschichtet, mit Bananenblättern und Tüchern bedeckt, einige Tage gelagert. Dabei bewirkt das noch anhaftende Fruchtfleisch eine Alkohol- und Essigsäuregärung, und in der gesteigerten Temperatur von 50 bis 70 ° kommen die Bohnen zum Keimen. Das Fruchtfleisch, das ursprünglich weiß war, färbt sich rotbraun bis braunviolett. Nach dem Rotten, das für die feineren Sorten (Criollo) ein bis vier Tage, für die derberen (Forastero) bis zu vierzehn Tage dauert, unterbricht man das Keimen durch schnelles Trocknen, das am besten in der Sonne erfolgt. Nunmehr werden die Bohnen in die Verbrauchsländer zur weiteren Verarbeitung verschickt.

Vorreinigung

Die in hellen Speicherräumen luftig und trocken gelagerten Bohnen müssen vor der eigentlichen Verarbeitung noch von dem vom Rotten anhaftenden Gärschleim, den Sackfasern und andern Unreinigkeiten sorgfältig gereinigt werden. Bei der in Abb. 1 dargestellten Reinigungsmaschine fallen die Bohnen zuerst in einen Schüttelkasten, dessen Boden mit einem schräg seitwärts gezackten Wellblech bezogen ist. Der durch die Rüttelbewegung erzeug[t]
Staub und die leichteren Teile werden durch zwei Exha[u]storen abgesaugt, während die schweren Körper, also d[ie] Steine, zu Boden sinken und durch die zackigen Rinne[n] nach einem Ende des Kastens gedrängt und von Zeit z[u] Zeit durch einen Schieber entleert werden. Die Bohne[n] wandern zum andern Ende und fallen auf ein Schüttelsie[b], das die kleinen Unreinigkeiten aussondert. Die Vielgesta[l]tigkeit der Fremdkörper macht deren völlig selbsttätig[e] Entfernung unmöglich. Die sich weder durch Größe noc[h] Gewicht von den Bohnen unterscheidenden Unreinigkeite[n] wie taube und angefaulte Bohnen, müssen von einem lan[g]sam laufenden Transportband mit der Hand ausgelese[n] werden. Vorher fallen die Kerne über einen Magnetappa[rat], der die Eisenteile zurückhält.

Für das nachfolgende Brechen und Rösten ist notwen[dig], daß möglichst nur Bohnen gleicher Größe verarbeit[et] werden. Einesteils deshalb, weil sich nur dann ein gleic[h]mäßig geröstetes und gebrochenes Produkt erzielen läß[t], zum andern aber, weil die großen Bohnen besser durc[h]gereift sind und für feinere Schokoladen Verwendun[g] finden. Die Trennung in meistens drei verschieden[e] Größen besorgt ein Zylindersieb mit zunehmende[r] Maschenweite. Der Gewichtsverlust beim Vorreinigen be[trägt] etwa 1 bis 2 vH.

Rösten

Das Rösten hat den Zweck, dem Kakao einen wenige[r] herben Geschmack zu geben und den Geruch zu verfei[]nern. Ferner werden die Schalen durch das scharf[e] Trocknen spröder, wodurch sie beim Brechen leichter ab[]springen.

Die Röstmaschinen bestehen aus zylindrischen, k[e]geligen oder kugelförmigen Trommeln, die mit Röstgut ge[]füllt und in langsame Drehung versetzt werden. Di[e] Kugelform hat den Vorteil, dem Röstgut die kleinste Be[]rührungsfläche zu bieten. Ein Flügelwerk in ihrem Inner[n] sorgt für gleichmäßiges Durchrösten aller Bohnen. Ma[n] heizt entweder mittels Koks oder Gas unmittelbar di[e] Trommelwand oder bläst, was vorzuziehen ist, heiße Luf[t] durch die Trommel. Beide Verfahren werden auc[h] gleichzeitig angewandt. Die Rösttemperatur liegt zwische[n] 130 und 140 °. Damit im Fall eines plötzlichen Aus

ɜtzens der Antriebkraft: Zerreißen des Riemens, Ausleiben des Stromes, das Röstgut nicht verbrennt, kann die laschine immer noch mit einer schnell aufsteckbaren .andkurbel in Gang gehalten werden.

Eine Schnellröstmaschine neuester Bauart zeigt Abb. 2. ɪer Lufterhitzer *a* hat Schrägrostfeuerung. Die heiße uft wird durch eine Reihe von Prallplatten und tangential .ehenden Rippen von allen mitgeführten Ascheteilchen ereinigt und von einem Exhaustor durch die Röstkugel *b* esogen. Bevor die Luft durch den Schornstein abzieht, ·ird sie mittels eines Fliehkraftscheiders von den aus der :östkugel mitgeführten Unreinigkeiten, wie verkohlten ackfasern und abgesplitterten Unreinigkeiten, befreit. Die :östkugel ist zwecks besserer Isolierung doppelwandig ebaut. Die Innenkugel wird durch den Trichter *c* mit :östgut beschickt und nach Beendigung des Röstvorganges urch Auseinanderziehen ihrer beiden Hälften mittels des Iandrades *d* auf das darunter befindliche Kühlsieb *e* entɜert. Ein Rührwerk *f* breitet die Bohnen auf dem Sieb us, während ein Exhaustor die entstehenden Dämpfe durch as Sieb absaugt und so die Bohnen kühlt. Aus den Dämpfen werden, bevor sie in den Schornstein gelangen urch einen zweiten Fliehkraftscheider die durch das Sieb :efallenen kleineren Kernstücke zurückgewonnen.

Der Gewichtsverlust beim Rösten beträgt je nach Dauer 3 bis 7 vH. Dies kann man benutzen, um den Arɪeiter durch ein Klingelzeichen auf das Ende des Röstvor:anges aufmerksam zu machen. Mit Sicherheit kann dies ıur durch eine Geruchs- und Zerdrückprobe festgestellt verden, die der Arbeiter mit dem Probenstecher *g* entıimmt.

Brechen, Schälen und Entkeimen

Die gerösteten Bohnen müssen sofort der Brechnaschine zugeführt werden, da die schnell Feuchtigkeit ınziehenden Schalen sonst ihre Sprödigkeit verlieren. Die ɾollständige Entfernung der Kakaoschalen ist in den neisten Kulturstaaten gesetzlich vorgeschrieben. Früher ɔereitete das Trennen der gebrochenen Kakaoteile von den Schalen und Keimen große Schwierigkeiten; man mußte immer mit einem Verlust von 30 vH rechnen, während er heute nur 12 bis 15 vH beträgt.

Eine Brechmaschine des heute herrschenden Saugluftsystems zeigen die Abbildungen 3 und 4. Die Bohnen werden in einer aus einer Zackenwalze und der dagegen gedrückten Zackenplatte bestehenden Brechvorrichtung *a* in kleine Stücke zerbrochen und fallen samt den absplitternden Schalen über einen Magneten auf das Schüttelsieb *b* mit allmählich zunehmender Maschenweite. Das in sieben Größen gesonderte Gut fällt durch Schüttrinnen in die Trennschächte *c*, in denen es von einer Schrägfläche zur andern fällt. Der Exhaustor *d* saugt nun Luft durch die Jalousieöffnungen *e* ein und zieht diese unter den Schrägflächen fort nach den gegenüberliegenden Öffnungen *f*, wobei die schwersten Teile der Bohnen, die reinen Kerne, frei nach unten fallen, die leichteren Teile aber nach dem Raume *g* mitgerissen werden. Hier breitet sich die Luft aus. Infolge ihrer dadurch verminderten Geschwindigkeit sinken die mit Kernen noch beschwerten Schalenteile nach unten. Im Raume *h* wiederholt sich der Vorgang, hier sondern sich die reinen Schalen ab. Die Jalousien *e* sowie die Scheidewände *i* sind verstellbar und gestatten somit eine Reglung der Luftstromstärke und Aussonderung für jede Körnung. Bei *k* verlassen die Schalen die Maschine, während das bei *l* austretende Gut noch einmal aufgegeben wird. Die Fächerwalzen bei *k* und *l* verhindern das Eintreten von „falscher" Luft.

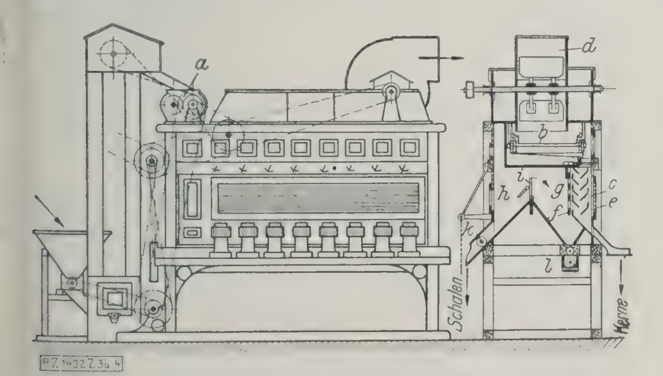


Abb. 3 und 4
Brech- und Reinigungsmaschine für Kakaobohnen, Bauart Bauermeister, Altona-Ottensen.

a Brechvorrichtung
b Schüttelsieb
c Trennschächte
d Exhaustor
e Ansaugschlitze
f Durchsaugschlitze
g, h Expansionsräume
i verstellbare Scheidewand
k, l Fächerwalzen

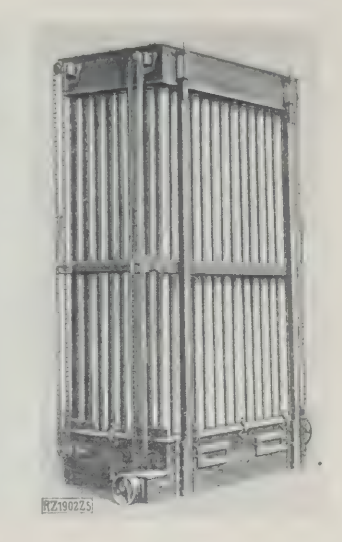


Abb. 5
Druckschlauchfilter der Seck-Werke, Dresden.

Die durch die Brechmaschine gesogene Luft führt naturgemäß viel Staub mit sich und wird deshalb zum Reinigen durch ein Druckschlauchfilter, Abb. 5, gedrückt. Das in der Mitte sichtbare Gitter bewegt sich langsam auf und ab, um den sich im Innern der Flanell- oder Moltonschläuche ansetzenden Staub abzuschütteln. Wenn die Luft ins Freie geleitet wird, kann man statt des Schlauchfilters auch einen Fliehkraftscheider verwenden.

In den gebrochenen Bohnen sind nun noch die Keime enthalten. Obwohl ihrer Mitverarbeitung in Deutschland kein gesetzliches Verbot entgegensteht, müssen sie doch für Kakaoerzeugnisse guter Beschaffenheit entfernt werden. Man leitet deshalb den Kakao über ein Schüttelsieb, dessen Maschen so fein sind, daß nur die Keime und gleich große oder kleinere Kakaostücke hindurchfallen können. Das ausgesiebte Gut gelangt in eine Trommel, die kleine Vertiefungen an der Innenseite ihres Mantels hat. Die runden Kakaokörnchen sinken in diese Vertiefungen ein, während die Keime wegen ihrer länglichen Form darin keinen Platz finden. Bei der Drehung der Trommel werden die Kakaokörnchen mit hochgenommen und durch Bürsten in eine Sammelrinne abgestrichen, die sie einem Behälter zuführt. Die zurückgehaltenen Keime entleeren sich am Ende der schrägliegenden Trommel in einen andern Behälter.

Die Schalen und Keime sind das einzige Abfallprodukt der Kakaobohne. Daher hat man sich seit langem bemüht, ein Absatzgebiet für sie zu finden. Wegen ihres hohen Gehalts an Theobromin, im Mittel 0,33 vH, brachte man sie als Kakaotee in den Handel, auch werden sie auf Gewinnung des Theobromins für pharmazeutische Zwecke verarbeitet. Neuerdings kaufen chemische Fabriken alle Kakaoabfälle auf, um daraus mittels Benzin Kakaobutter auszuziehen. Diese minderwertige Butter wird leider häufig zu Verfälschungen mißbraucht.

Aufschließen des Kakaos

Als Vater der neueren Kakaopulverherstellung gilt der Holländer *van Houten*, der Begründer der bekannten Fabrik in Weesp, Holland, der sich vor etwa 100 Jahren mit der Entfettung von Kakaomassen beschäftigte, weil sich aus den geschälten Bohnen, die 50 bis 56 vH Kakaobutter enthalten, nicht ohne weiteres ein vollkommen staubfeines und trockenes Pulver erzielen läßt. Freilich standen *van Houten* damals keine leistungsfähigen Pressen zur Verfügung; er filterte die Masse lediglich durch ein Tuch. Die Verarbeitung des zurückgebliebenen Breies zu Pulver ging aber trotzdem nicht wunschgemäß von statten, deshalb versuchte *van Houten*, das noch immer reichlich darin enthaltene Fett durch einen geringen Alkalienzusatz zu verseifen. Dieses Verfahren hatte Erfolg und wurde im Lauf der Zeit in fast allen Fabriken unter der Bezeichnung „Präparieren" oder „Aufschließen" eingeführt. Es gibt fast so viele Verfahren des Aufschließens als Fabriken bestehen, und jede hütet das ihre als wertvolles Geheimnis.

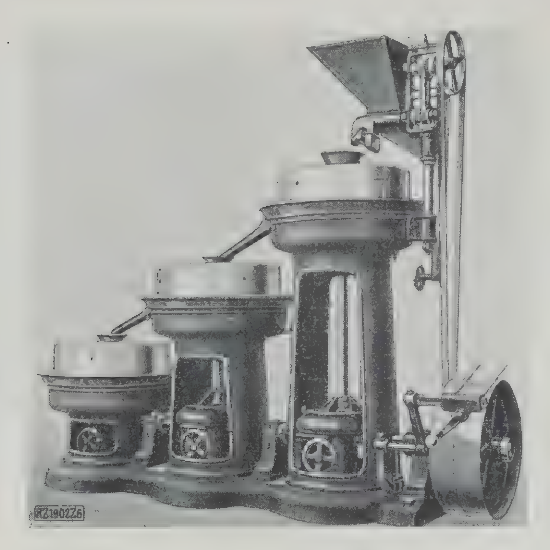


Abb. 6
Drillingsmühle von J. M. Lehmann.

Man kann vor oder nach dem Rösten oder auch erst nach dem Pressen aufschließen, doch erfolgt es meist vor dem Vermahlen. Die Bohnen werden in eine hölzerne Maischtrommel gefüllt, mit der alkalischen Lösung besprengt und durch Drehen der Trommel vermengt. Man verwendet sowohl feste (Natron, Pottasche, Soda) als auch gasförmige (Ammoniak) Alkalien.

Was für *van Houten* notwendig war, ist heute nur noch eine alte Gewohnheit. Die heute üblichen, stark entfetteten Kakaopulver bedürfen keiner Behandlung mit scharfen, den Wohlgeschmack schädigenden Laugen mehr, um locker und staubfein in die Packung zu kommen. So verliert das Aufschließen, das einst der Kernpunkt der Kakaopulverherstellung war, immer mehr an Bedeutung.

Vermahlen der Bohnen

Zum Vermahlen der gebrochenen Kakaobohnen wird meist die Oberläufermühle verwendet. Bei diesen Mühlen steht der untere, durch Rippenheizkörper mit Dampf beheizte Mahlstein fest, während der obere, durch dessen Mitte das Mahlgut eingefüllt wird, sich dreht und durch sein Gewicht das Zerkleinern des Mahlguts bewirkt. Um eine bessere Vermahlung zu erzielen, werden mehrere Steinpaare schräg untereinander angeordnet. Am gebräuchlichsten sind die Drillingsmühlen, Abb. 6. Die Steine bestehen aus sehr hartem französischen Feuerstein, den man nur jährlich einmal aufhauen muß. Der die Mühle verlassende, braunglänzende Brei wird in geheizten Rührwerken gesammelt, ehe das überschüssige Fett abgepreßt wird.

Neuerdings sind verschiedene Fabriken dazu übergegangen, den gebrochenen Kakao nicht mehr stark zu rösten, sondern nur noch zu darren und zu trocknen. Derartiges Mahlgut, das im Gegensatz zum gerösteten noch 3 bis 5 vH Feuchtigkeit enthält, läßt sich auf Mühlen der oben geschilderten Bauart nur unter großen Schwierigkeiten verarbeiten, da sich die Masse infolge des Wassergehaltes zwischen den Mahlsteinen festsetzt. Diesen Mißstand beseitigen die Kakaowalzenmühlen, Abb. 7 und 8, die nach Überwindung anfänglicher Schwierigkeiten heute zu hohen

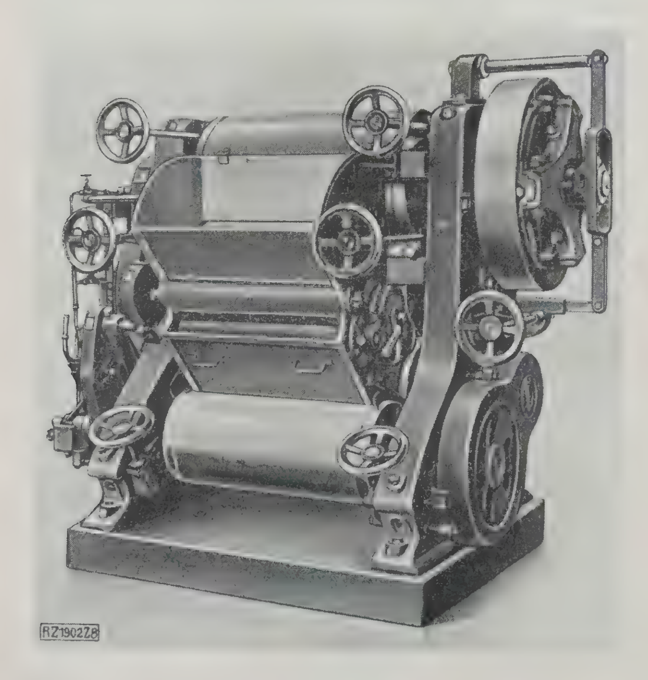


Abb. 7
Kakao-Vierwalzwerk mit angebautem Riffelstuhl, erbaut von J. M. Lehmann.

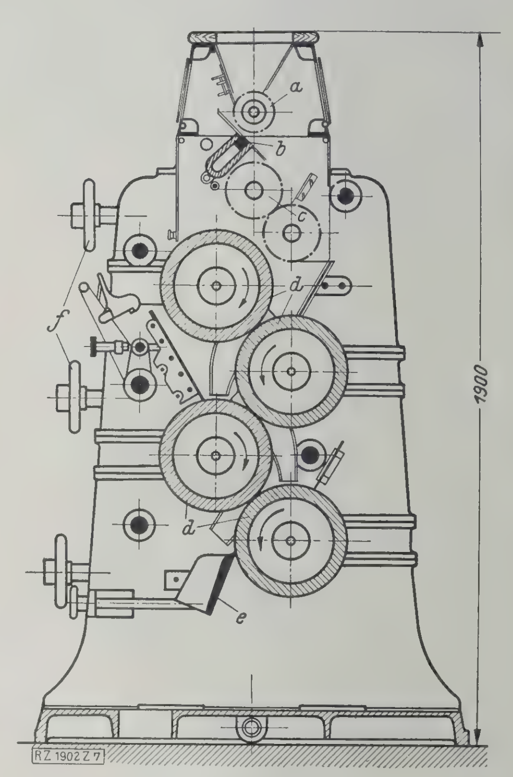


Abb. 8
Kakaowalzenmühle, Bauart Bauermeister.
a Zuführwalze, *b* Magnet, *c* Vorbrechwalzen, *d* Mahlwalzen, *e* Abstreichmesser, *f* Handräder zum Einstellen

Vollkommenheit gebracht sind und die Drillingsmühle immer mehr ersetzen. Das Mahlgut wird durch eine Zuführwalze *a* der Maschine in gleichmäßigen Gaben zugeführt. Nach Überlauf über einen Magneten *b* wird der Kakao zunächst durch zwei Riffelwalzen *c* vorzerkleinert, ehe ihn die eigentlichen Mahlwalzen ergreifen. Die oberste dieser Walzen dreht sich am langsamsten und jede der folgenden etwas schneller als die vorhergehende. Da sie gleichen Durchmesser haben, wird das Mahlgut nicht nur zerdrückt, sondern auch fein zerrieben. Von der untersten Walze wird es dann durch eine breite Stahlklinge *e* abgestrichen. Mittels der Handräder *f* werden die Walzen eingestellt.

Abpressen des Fettes

Die hydraulischen Kakaopressen werden mit untenstehendem Preßzylinder gebaut. Zwischen den Preßkolben und das obere Querhaupt werden die Preßtöpfe eingeschoben, deren jeder etwa 13 kg Kakaomasse faßt. Boden und Deckel der Preßtöpfe bilden durchlöcherte, axial verschiebbare Platten, vor die noch Filtertücher aus Baumwolle oder Kamelhaar gelegt werden. Zwischen den Preßtöpfen befinden sich die Topfkolben, die ebenso wie das

…erhaupt mit Dampf beheizt werden. Jede Presse ist …t zwei vollständigen Topfsätzen ausgerüstet, die abwech…nd gefüllt und abgepreßt werden. Die Pressen arbeiten …t einem Flüssigkeitsdruck von 400 at, was einem Druck …n 640 at auf die Kakaomasse entspricht. Als Preßflüssig…it dient dünnflüssiges Mineralöl oder Glyzerin.

Eine nach neuzeitlichen Grundsätzen arbeitende Ma…hine, Bauart Hänel, wurde in dieser Zeitschrift schon …iher besprochen[1]). Das Andrücken (Schließen) der Preß…fe erfolgt hier selbsttätig, das Öffnen durch Flüssig…itsdruck. Um ein schnelles Sinken des Kolbens zu er…ichen, wird ebenfalls Flüssigkeitsdruck zum Herunter…ücken des Kolbens angewandt. Auch das Herausdrücken …r steinharten Preßkuchen aus den Töpfen, das den …rbeiter, da es bisher mit einer an jeden Topf anzusetzen…n Schraubenspindel geschah, viel Zeit kostete, erfolgt …i dieser Bauart ganz selbsttätig, so daß nur noch die

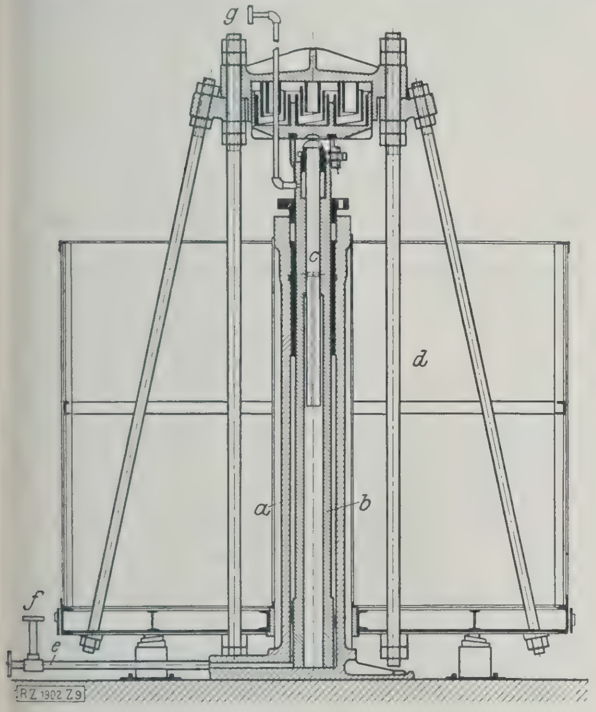


Abb. 9
Hydraulischer Zweikolbenakkumulator, Bauart Hänel, J. M. Lehmann.

a Preßzylinder
b Niederdruckkolben
c Hochdruckkolben
d Belastungsgewicht
e Pumpenleitung
f Pressenleitung
g Hochdruck-Überlaufrohr

…uchen fortzunehmen sind. Die Preßtöpfe werden mittels …ahnes gefüllt, der an eine Rohrleitung für die Kakao…masse angeschlossen ist.

Noch recht selten wird zwischen Pumpe und Presse …in Akkumulator eingeschaltet. Die Kakaopressen darf …nan nur mit geringem Druck anlassen, und so muß man, …wenn mehrere große Pressen vorhanden sind und ein wirt…schaftliches Arbeiten erreicht werden soll, einen Hoch…druck- und einen Niederdruckspeicher aufstellen, was …meist am Platzmangel scheitert. Einen Zweikolbenakkumu…lator, Bauart Hänel, der Hoch- und Niederdruck ver…einigt, zeigt Abb. 9 im Schnitt. Er besteht in seinen Hauptteilen aus dem Druckzylinder *a*, dem Niederdruck…kolben *b*, dem konzentrisch in ihm sitzenden Hochdruck…kolben *c* und dem Belastungsgewicht *d*. An den Rohr…stutzen *e* ist die Pumpe angeschlossen, der Stutzen *f* führt zu den Pressen. Eine Kakaopresse braucht zum Anheben der Preßtöpfe zunächst viel Preßflüssigkeit von nur geringem Druck. Dementsprechend hebt sich nur der Niederdruckkolben *b*. Beim Beginn der eigentlichen Pressung, sobald die Preßtöpfe den Leergang überwunden haben, erreicht der Kolben *b* schnell seine höchste, durch Anschlag begrenzte Stellung, bei der sich die Niederdruckförderung

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1307 u. f.

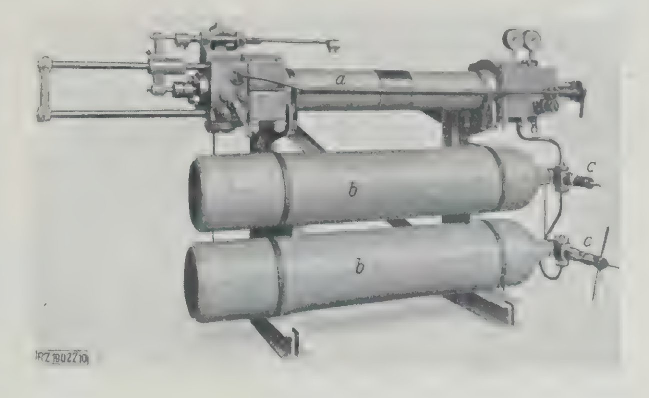


Abb. 10
Hydraulischer Druckluftakkumulator, erbaut von Werner & Pfleiderer, Stuttgart-Cannstatt, 600 at Höchstdruck.

a Arbeitszylinder *b* Druckluftflaschen *c* Luftflaschenventile

der Preßpumpe selbsttätig abschaltet. Unter dem Druck der Pumpe einerseits und dem wachsenden Widerstand der Presse anderseits hebt sich nun auch der Hochdruckkolben *c*. Beim Anlassen einer zweiten Presse sinkt er wieder herab, um nach der kurzen Zeit, die das Schließen ihrer Töpfe erfordert, aufs neue Hochdruck aufzuspeichern. So erfüllt dieser Akkumulator selbsttätig die Bedingungen: beim Anlassen viel Preßflüssigkeit von geringerem Druck, beim Pressen wenig Preßflüssigkeit von hohem Druck.

Die höchste Stellung des Kolbens *c* wird durch eine Bohrung in seinem Innern begrenzt, die den Akkumulator durch einen gelochten Zwischenring in seiner oberen Stopfbüchse überlaufen läßt. Das Überlaufrohr *g* wird an die Pressenleitung angeschlossen.

Die Firma Werner & Pfleiderer, Cannstatt, baut hydraulische Akkumulatoren mit Druckluftbelastung, Abb. 10. Ein solcher besteht aus dem Arbeitszylinder *a* mit selbsttätiger Steuerung, die bei Druckflüssigkeitsentnahme die Preßpumpenförderung einsetzen läßt und einer Anzahl von Druckluftflaschen *b*. Die Presse wird liegend oder stehend angeordnet. Zum Inbetriebsetzen werden die Flaschen durch einen Füllkompressor auf 20 bis 100 at aufgeladen. Die erforderliche Erhöhung der Spannung auf den Betriebsdruck von beispielsweise 600 at wird dadurch erreicht, daß die über dem Kolben des Arbeitszylin-

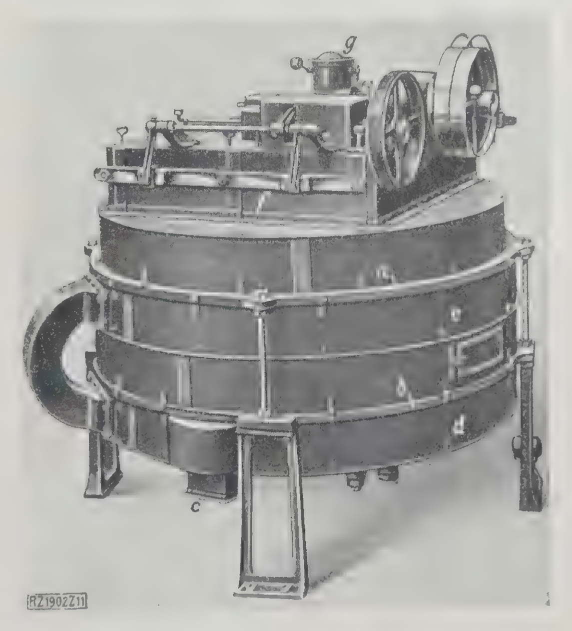


Abb. 11
Kakaopulver-Kühlmaschine von J. M. Lehmann.

a, *b* Kühlplatten
c Auslauf
d Kühlschlangenkammer
e Plattenkühlkammer
f Zackenfilter
g Absaugstutzen

ders sich befindende Luft durch Einpumpen von Druckflüssigkeit unter den Kolben in die Luftflaschen hinuntergedrückt wird. Nach Abschluß der Luftflaschenventile *c* wird der Luftraum des Arbeitszylinders erneut durch den Kompressor mit Druckluft von Kompressorhöchstspannung gefüllt und diese Luft wieder, wie vorher, in die Flaschen gedrückt. Diesen Vorgang wiederholt man so oft, bis in den Luftflaschen der gewünschte Betriebsdruck herrscht. Diese eingepumpte Luft dient als Druckerzeuger und bleibt ständig in der Anlage.

Druckluftakkumulatoren arbeiten sehr ruhig und stoßfrei, außerdem haben sie nur geringes Gewicht und beanspruchen wenig Platz. Das macht sie besonders zur Aufstellung in Stockwerken geeignet. In der Druckabgabe sind sie jedoch schwankend, da mit der Flüssigkeitsentnahme auch der Druck sinkt. Demgegenüber weist der Akkumulator mit Gewichtbelastung ein großes Gewicht auf, weshalb er nur im Erdgeschoß gut gegründet aufgestellt werden kann. Wegen seiner Einfachheit ist er aber billiger in der Herstellung, anspruchsloser in der Wartung, und die Druckabgabe bei jeder Flüssigkeitsentnahme bleibt durchaus unverändert.

Mit Kakaopressen stärkster Bauart läßt sich das Fett bis auf einen Rückstand von 8 bis 10 vH abpressen. Die heute im Handel befindlichen Kakaopulver haben meist einen Buttergehalt von 18 bis 22 vH, während die früher hergestellten rd. 30 vH enthielten. Heute bildet die Kakaobutter eine wertvolle, stets knappe Handelsware, da allen feineren Schokoladen und besonders den Überzugsmassen für Pralinen zu ihrem eignen Gehalt an Fett noch reichlich Kakaobutter zugesetzt wird.

Mahlen, Kühlen und Absieben des Kakaopulvers

Der die Presse verlassende Kakaokuchen ist fast so hart wie Ziegelstein und wird deshalb durch Brechwalzen in nußgroße Stücke zerkleinert. Diese Brocken werden zermahlen, erwärmt, wieder abgekühlt und dann gesiebt. Das Erwärmen gibt dem Kakao eine feurig rote Farbe, das schnelle Abkühlen macht diese Färbung dauerhaft und erleichtert das Absieben, da warmes Pulver gern die Siebe verstopft. Das Pulver darf nur bis nahe an den Schmelzpunkt der Kakaobutter, auf rd. 30 °, erwärmt werden, damit die Butter nicht an die Oberfläche der Körnchen tritt und dem Pulver ein unschönes graues Aussehen gibt. Sehr fettarmes Pulver wird neuerdings, um ihm die blasse Farbe zu nehmen, sehr stark erwärmt.

Der Preßkuchen wurde früher ausschließlich mittels eines staubdicht gekapselten Kollergangs (Pulverisator), dessen umlaufender Bodenstein durch dampfbeheizte Rohre erwärmt wird, vermahlen. Die Schlagkreuzmühle liefert aber ein gleich feines Pulver in kürzerer Zeit bei geringerem Aufwand an Anschaffungskosten und Bodenfläche. In der Schlagkreuz- oder Schlagstiftmühle, in der auch die Würzstoffe, wie Zimt, Vanille, Kardamom, zugesetzt werden, kann man die durch Reibung erzeugte Wärme durch Zuführen von Frischluft beliebig regeln.

Um das Pulver abzukühlen, stäubt man es in
Raum, den kalte Luft durchzieht und worin es lan
zu Boden sinkt. Nach einem andern Verfahren arbeit
Kühlmaschine, Abb. 11. Das Pulver tritt durch einen
Einfüllschacht in die Maschine ein, wird durch Scha
nacheinander auf mehreren kreisrunden Platten *a* u
auseinandergestrichen und verläßt die Maschine in ge
tem Zustande durch die Öffnung *c*. Die kalte Luft,
Kühlschlangen im Raume *d* erzeugt, zieht durch die P
räume *a* und *b* und durch die Plattenkühlkammer *e*
wird durch ein oben aufgesetztes Zackenfilter *f* bei
gesogen. In kurzen Zeitabständen entspannt man
Filter stoßweise, um das sich festsetzende Kakaop
abzustäuben.

Auf Trommel- oder Plansiebmaschinen wird dan
Pulver abgesiebt. Die Trommelsiebe werden bei man
Konstruktionen regelmäßig erschüttert und durch
aus Leder abgestaubt. Im Innern läuft außerdem
Ventilator. Die Bespannung besteht aus feinster Se
oder Bronzegase, die sich trotz aller Vorrichtungen
verstopft.

Diesen Nachteil vermeiden die Windsichter, Abb
die auf dem Grundgedanken beruhen, daß feine Stau
chen von schwachem Wind fortgetragen werden, wä
die gröberen zu Boden sinken. Das Kakaopulver ge
durch den Schacht *a* auf den umlaufenden Streutell
der das Gut in den kegelförmigen Sichtraum *c* schleu
Durch den Sichtraum strömt ein mittels des eingeb
Exhaustors *d* erzeugter Luftstrom von unten nach
Die Luft wird durch den Gitterschieber *e* eingef
Auf ihrem durch Pfeile angedeuteten Wege n
sie das Pulver mit in das äußere Gehäuse *f*. Hier r
der feine Staub infolge der verringerten Luftgeschwi
keit an den Wänden herunter und verläßt bei *h* die
schine als fertiges Pulver, während die gröberen S
teilchen, die für den Luftzug zu schwer sind, bei *g*
treten. Die beabsichtigte Feinheit wird durch die S
des Luftstromes bestimmt, den man durch Einstellen
Gitterschieber regeln kann.

Das den Windsichter verlassende feine Pulver
stets noch durch eine Siebmaschine laufen, um die im P
befindlichen Fasern, die sich von den Preßdeckeln g
haben, zu entfernen. Doch kann diese Kontroll
maschine eine größere Maschenweite haben.

Alle zum Pulverisieren des Kakaos dienenden
schinen werden durch Becherwerke und Förderschne
zu einer selbsttätig und fortlaufend arbeitenden Ei
verbunden. Das Schema einer solchen Anlage
Abb. 13. Das fertige Kakaopulver wird mittels Ve
kungsmaschinen abgewogen und verpackt und d
Förderbänder dem Lager oder dem Versandraum z
führt. [B 190

Abb. 12 (links) Windsichter, Bauart Bauermeister.
a Einfüllschacht
b Streuteller
c Sichtraum
d Exhaustor
e Gitterschieber
f äußeres Gehäuse
g Überlauf
h fertiges Pulver

RZ 1902 Z 12

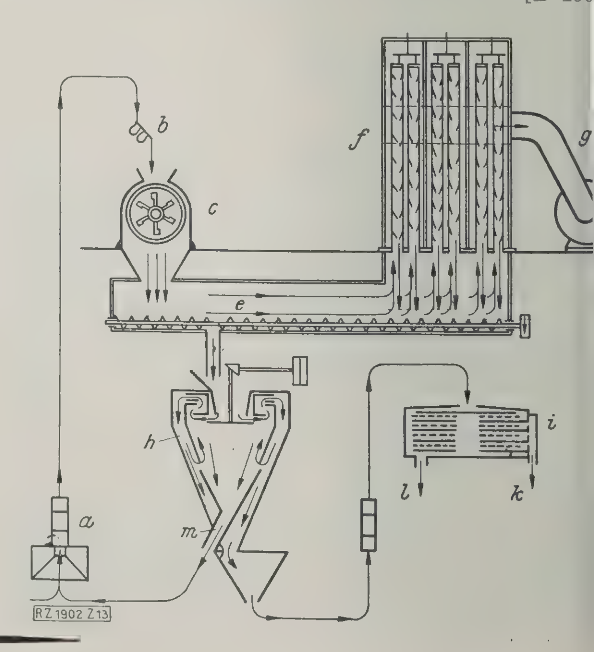


Abb. 13 (rechts) Kakaopulverisieranlage, Bauart Bauermeister.
a Aufgabetrichter
b Magnetapparat
c Schlagkreuzmühle
e Kühlkammer
f Saugschlauchfilter
g Exhaustor
h Windsichter
i Plansichter
k Pulveraustritt
l Haaraustritt
m Überlauf des Windsichters

RUNDSCHAU

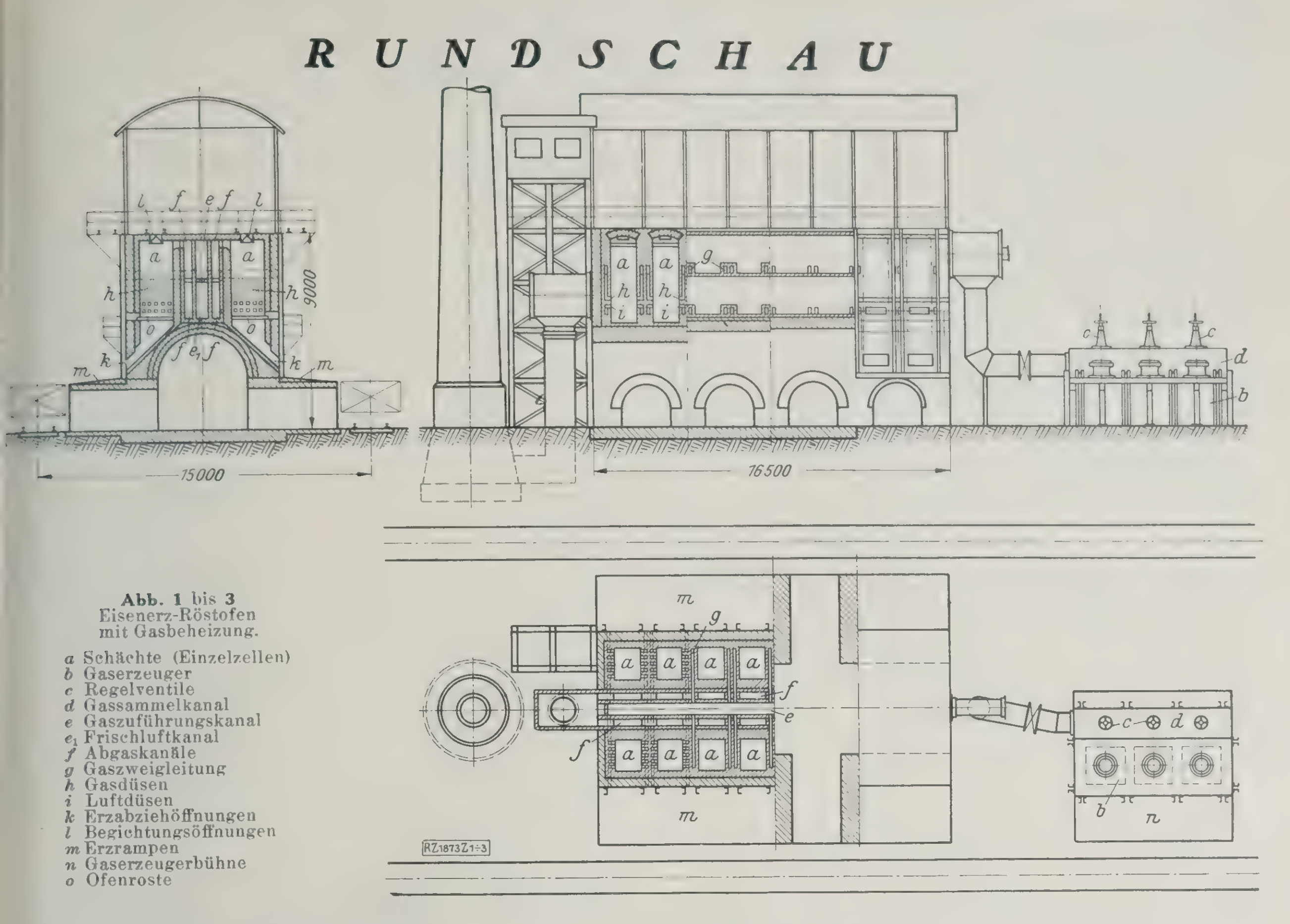


Abb. 1 bis **3**
Eisenerz-Röstofen
mit Gasbeheizung.

a Schächte (Einzelzellen)
b Gaserzeuger
c Regelventile
d Gassammelkanal
e Gaszuführungskanal
e_1 Frischluftkanal
f Abgaskanäle
g Gaszweigleitung
h Gasdüsen
i Luftdüsen
k Erzabziehöffnungen
l Begichtungsöffnungen
m Erzrampen
n Gaserzeugerbühne
o Ofenroste

Feuerungstechnik

Eisenerz-Röstofen mit Gasheizung

Die zur Zeit gebräuchlichen Röstöfen bestehen aus einem hen Schacht mit eisernem Blechmantel, den man innen smauert. Die Öfen werden mit Streufeuerung betrieben. r Ofenblock des mit Gas beheizten Röstofens, Abb. 1 bis 3, tzt sich dagegen aus einer Anzahl von Einzelzellen *a*, in zwei einander gegenüberliegenden Reihen liegen und nen rechteckigen Querschnitt mit abgerundeten Ecken ben, zusammen. Die Schächte sind verhältnismäßig edrig. In dem Ofen kann man stückige und mulmige senerze rösten. Da der Ofen eine verhältnismäßig niedrige hütthöhe hat und das unter Druck stehende Gas und die ft die Erzschicht leicht durchdringen können, werden Erze fast vollkommen geröstet. Der Brennstoffver-auch des Ofens ist gering.

Man kann den Ofen mit Erdgas, Hochofengas, Koks-engas, Gas aus Gaserzeugern bei Verwendung minder-rtiger Brennstoffe usw. beheizen. Sind einfache Schacht-serzeuger vorhanden, so kann man in ihnen kleinstückige einkohlen unter Beimischung von 20 bis 30 vH Staub-hlen vergasen. Bei Wahl von Drehrost-Gaserzeugern kann n bis 50 vH feinkörnige Bestandteile beimischen; auch nn man in ihnen Braunkohlen oder Braunkohlenpreß-ge vergasen.

Die Gaserzeuger *b* werden mit Druckluft betrieben. der einzelne ist mit einem Absperr- oder Regelventil *c* sgerüstet. Die Gase werden in einen feuerfest ausge-uerten Gassammelkanal *d* geleitet, der mit dem Ofen ver-nden ist. In der Mitte der Ofenanlage, zwischen den iden Zellenreihen, liegen zwei übereinander angeordnete anäle *e*, e_1, die an ihren Längsseiten von je zwei weiteren, ereinander liegenden Kanälen *f* begrenzt sind. Von den iden erstgenannten mittleren Kanälen dient der obere als szuführungskanal *e* und ist mit dem Gassammelkanal *d* rbunden. Durch den unteren, e_1, wird die Frischluft zuge-hrt. Die vier seitlichen Kanäle *f* sind Abgaskanäle und rmen das Frischgas und die Frischluft an. Durch je eine veigleitung *g*, die zu beiden Seiten jeder Zelle liegen, römt das Gas in je fünf schräg nach ihrer Mündung aus-ufende Düsen *h* in die einzelnen Zellen. Unter den Gas-isen liegen die Luftdüsen *i*. Das einströmende Gas mischt h mit der Frischluft und verbrennt. Eine weitere Luft-enge wird den Zellen durch die Verschlußtüren der Erz-abziehöffnungen *k* zugeführt, die mit regelbaren Luftöffnun-gen versehen sind. Hierdurch wird die Verbrennungsluft angewärmt und auch die durchgerösteten Erze werden ange-kühlt. Der 3 m hohe Schacht der einzelnen Zellen hat quadratischen Querschnitt ($1{,}2 \times 1{,}2\ m^2$).

Innerhalb 24 h liefert jede Zelle 10 t geröstete Erze, so daß die jährliche Leistung einer Zelle, bei Annahme von 300 Arbeitstagen 3000 t beträgt. Der durchschnittliche Brennstoffverbrauch in gleicher Zeit beträgt, unter Verwen-dung von Steinkohlen mit rd. 6500 kcal je nach dem Feuch-tigkeitsgehalt der Erze und ihrer Struktur rd. 75 t, also rd. 2,5 vH des Ausbringens. Bei einer Röstofenanlage mit einer Jahresleistung von 100 000 t gerösteten Eisenerzen be-trägt der Brennstoffverbrauch in gleicher Zeit 2500 t. Für die Vergasung von jährlich 3000 t Erz genügt ein Gas-erzeuger mit Drehrost von 2 m lichtem Schachtdurchmesser oder zwei einfache Schachtgaserzeuger mit einem lichten Schachtquerschnitt von $1{,}75 \times 1{,}75\ m^2$. Für ein jährliches Ausbringen von 100 000 t gerösteten Erzen sind 100 000 : 3000 = rd. 34 Zellen erforderlich.

Jede Ofenzelle hat eine Begichtungsöffnung *l*, die mit einem dichtschließenden, kegelförmigen Verschluß ausge-rüstet und durch Gegengewicht ausgewuchtet ist. Die Ver-schlüsse liegen zwischen den Schmalspurbahngleisen, auf denen die vom Aufzug nach der Ofengicht beförderten Wagen, mit Erzen beladen, den einzelnen Begichtungsöffnungen zu-geführt werden. Die Wagen verjüngen sich am Boden und haben an diesem Segmentverschlüsse. Nach Öffnung der Verschlüsse fallen die Eisenerze auf die kegelförmigen Be-gichtungsverschlüsse der Zellen, öffnen sie durch ihr Eigen-gewicht und stürzen in den Ofenschacht, worauf sich die Verschlüsse selbsttätig schließen. Die fertig gerösteten und stark abgekühlten Erze werden nach den an beiden Längs-seiten der Ofenbatterie liegenden Erzrampen *m* entleert und in Eisenbahnwagen verladen. Die Brennstoffe werden in Eisenbahnwagen nach der Gaserzeugerbühne *n* befördert und dort entladen. Zur leichten Beobachtung der einzelnen Zellen und zur Abhilfe bei etwa eintretenden Störungen sind Beobachtungs- und Stochlöcher angeordnet. Die Ofenroste *o* sind nur für die Inbetriebsetzung bestimmt und werden nach einigen Stunden aus den Zellen herausgezogen. Der Ofen-betrieb geht ununterbrochen durch.

Infolge der zweckmäßigen Konstruktion des Ofens und der leichten Begichtungs- und Entlademöglichkeit wird zwei-fellos an Arbeitern gespart. Die Arbeiter werden von den

Rauchgasen nicht belästigt, da die Abgase durch den Kamin aus den einzelnen Zellen abgesogen werden. Bei Neuzustellungen oder andern Ausbesserungen der Zellen ist mit einem weit geringeren Betriebsausfall zu rechnen als bei Schachtöfen mit großem Fassungsraum, da bei Ausschaltung von ein oder zwei Zellen der Leistungsausfall gering ist.

Kattowitz [M 1873] *H. Hälbig*

Technische Mechanik

Spannungsermittlung in Druckstäben

Der Konstrukteur ist gewohnt, mit zulässigen Spannungen zu rechnen. Will er aber auf Druck belastete Stäbe berechnen, so ist er auf Formeln angewiesen, die von der Knicklast oder der Knickspannung ausgehen, und wobei er dann eine Sicherheitszahl wählen soll, die schon wegen der weiten dafür angegebenen Grenzen sein Mißtrauen erregen muß. Dazu kommt, daß die „Sicherheit" sich bei der Euler-Formel auf die Belastungen, bei der Tetmajer-Formel auf die Spannungen bezieht.

In einem durch eine axiale Druckkraft belasteten Stabe treten Druck- und Biegungsspannungen auf. Maßgebend ist die höchste gesamte Druckspannung

$$\sigma = \frac{P f}{W} + \frac{P}{F},$$

f = Durchbiegung des Stabes in der Mitte in cm, W = kleinstes Widerstandsmoment in cm³. Bei der zulässigen Höchstspannung k ist dann die zulässige Belastung

$$P = \frac{k}{\frac{f}{W} + \frac{1}{F}}.$$

Ist der Stab an den Enden drehbar gelagert, so ist die Biegungslinie eine Sinuslinie mit

$$\varrho_{\min} = \frac{l^2}{\pi^2 f} = \frac{E J}{W k_b}$$

und

$$\frac{f}{W} = \frac{k_b l^2}{E J \pi^2} = \frac{k_b}{P_K},$$

somit

$$P = \frac{k}{\frac{k_b}{P_K} + \frac{1}{F}} = \frac{1}{\frac{k_b}{k}\frac{1}{P_K} + \frac{1}{F k}}.$$

Wir können $k_b = k$ setzen, für Stahl ohne weiteres, für Gußeisen jedoch ebenfalls, weil Zugspannungen nur bei schlanken Stäben auftreten und auch da in ausschlaggebender Größe erst bei ganz ungewöhnlichen Verhältnissen, wie aus dem Nachfolgenden noch zu ersehen sein wird. Es ist also

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{P_K} + \frac{1}{F k} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

und

$$\sigma + \sigma_b = \frac{P_K P}{F (P_K - P)} \quad \ldots \ldots \quad (2),$$

d. h. die Gesamtspannung ist nur abhängig von F und dem Verhältnis von $P : P_K$.

Setzt man $P_K = 1$, so ergibt sich das Anwachsen der Gesamtspannung $\sigma + \sigma_b$ in Abhängigkeit von $P : P_K$, Abb. 4. Für $P = 0{,}5\, P_K$ wird $\sigma + \sigma_b = 1 : F$, wodurch der Maßstab für die Spannungen bestimmt ist. Für $P = 1$ wird die Druckspannung $\sigma = 1 : F$. Man erhält durch die Tangente im Punkte $P = 0$ die Teilung der Gesamtspannung in σ und σ_b. Die Biegungsspannungen bleiben mit wachsendem $P' = P : P_K$ zunächst klein, nehmen dann aber rasch zu und werden für $P = P_K$ unendlich groß.

Für den Maschinenbauer ist nun durch die Proportionalitätsgrenze die Grenze für P' gezogen. Über die Fließgrenze hinaus darf der Werkstoff überhaupt nicht beansprucht werden. Es sei z. B. $P = 40$ t, $k = 300$ kg/cm² und $P_K = 140$ t gewählt, somit $P' = 0{,}2857$. Durch die Wahl von P_K ist J bestimmt und aus Gl. (2) auch F. Es ergibt sich $\sigma = 214$ kg/cm² und $\sigma_b = 86$ kg/cm². Steigt jetzt die Belastung von $0{,}2857\, P_K$ auf $0{,}8\, P_K$, so wird die Gesamtspannung = 3000 kg/cm², $\sigma = 840$ und $\sigma_b = 2160$ kg/cm². Für Flußeisen ist also die Proportionalitätsgrenze bei dieser Belastung erreicht, so daß wir $0{,}8 \cdot 140 = 112$ t als $P_{\max}$ bezeichnen können.

Die Sicherheit, bezogen auf die Belastung, ist bei 40 t somit $112 : 40 = 2{,}8$ bezogen auf die Spannungen dagegen 10fach. Nach *Euler* erhält man dagegen $\sigma = 3{,}5$. Die Sicherheit von 2,8 wird durchaus genügen, wenn eine Überschreitung von $P_{\max}$ ausgeschlossen ist.

Außer dem Einfluß von $P : P_K$ ist die Spannungs teilung in Abhängigkeit vom Schlankheitsgrad $\lambda = l :$ untersuchen. Durch Einsetzen von $\sigma + \sigma_b = k$ und $P : F$ in Gl. (1) erhält man

$$\frac{\sigma}{\sigma_b} = \frac{P_K - P}{P}.$$

Weiterhin kann σ eliminiert werden:

$$\frac{P}{P_K - P} = \frac{\sigma_b}{k - \sigma_b}$$

$$\frac{\sigma_b}{k} = \frac{P}{P_K} = \frac{P}{\pi^2 E F}\frac{l^2}{i^2} = \frac{P}{\pi^2 E F}\lambda^2$$

$$\sigma_b = (k - \sigma_b)\frac{1}{\pi^2 E}\lambda^2 k$$

$$\sigma_b = \frac{k^2 \lambda^2}{E \pi^2 + k \lambda^2}.$$

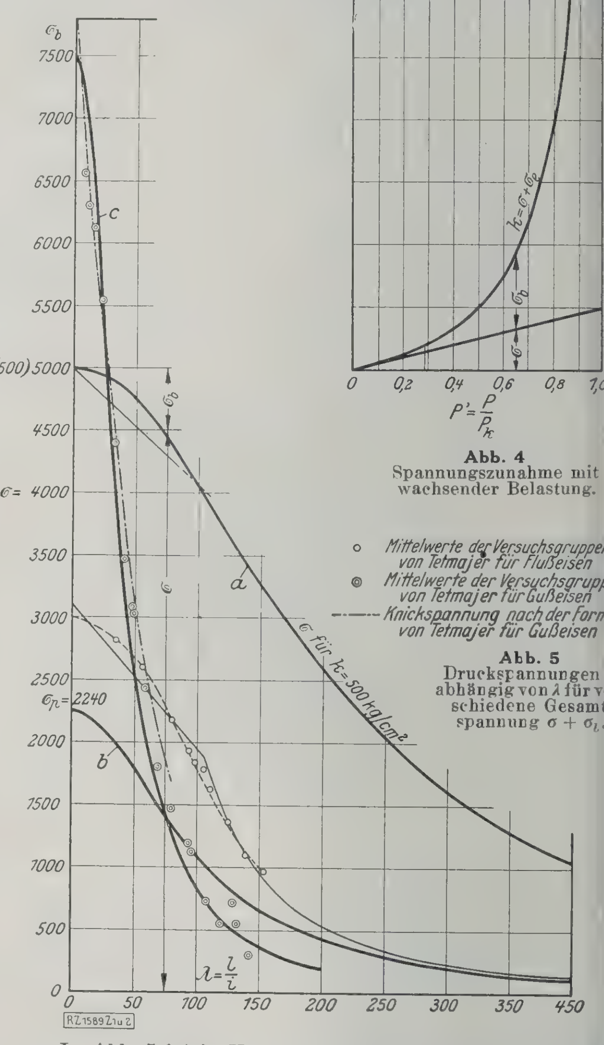


Abb. 4 Spannungszunahme mit wachsender Belastung.

Abb. 5 Druckspannungen abhängig von λ für verschiedene Gesamtspannung $\sigma + \sigma_b$.

In Abb. 5 ist in Kurve *a* die Spannnung σ abhängig λ für $k = 500$ kg/cm² dargestellt. Zur leichteren Beurteil ist die Spannungsgrade von *Tetmaier* für Flußst mit $\sigma = 6{,}65$ eingezeichnet, was für $\lambda = 0$ ebenfalls 500 kg/cm² ergibt. An Stelle dieser Geraden, die ja a nur Mittelwerte nach den *Tetmajer*schen Versuchen wie geben soll, erhalten wir für λ bis 90 einen Verlauf, den Versuchsergebnissen von *Tetmajer* besser entspri als die von ihm gewählte Gerade. Im weiteren Verl hat die Kurve dann Ähnlichkeit mit der *Euler*schen Ku Der Übergang ist nicht wie bei den bisherigen Bere nungen durch einen scharf ausgeprägten Grenzwert geke zeichnet. Ebenso verschwindet die bisher übliche Gre länge, bis zu der ein Stab nur auf Druck berechnet wer sollte. Bemerkenswert sind nun aber die Kurven *b* und Die Kurve *b* ist gezeichnet für $k = 2240$ kg/cm², die P portionalitätsgrenze, die für das von *Tetmajer* verwend Flußeisen angegeben ist. Darüber sind die Versuchserg nisse von *Tetmajer* eingezeichnet.

Daß die gestrichelte Kurve durchweg höher verläuft als die berechnete, ist nicht verwunderlich, da es sich ja bei ersterer um Knickspannungen handelt. Diese werden von der Fließgrenze abhängen, die für die Berechnung auf zulässige Beanspruchung nicht in Frage kommen kann. Die b-Linie verläuft jedenfalls ähnlich der gestrichelten Linie nach den Versuchsergebnissen. Noch deutlicher zeigt sich die Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen an Gußeisen. Hier gibt es weder Proportionalitäts- noch Fließgrenze. Die Linie c ist deshalb mit der hier maßgebenden Druckfestigkeit $\sigma_B = 7500$ kg/cm² bestimmt worden. Sie deckt sich mit den Versuchsergebnissen *Tetmajers* auch noch bei Werten für λ, für die die Tetmajer-Formel nicht mehr angewendet werden soll. Die durch die Formel bestimmten Knickspannungen sind durch die strichpunktierte Linie wiedergegeben. Beachtenswert ist diese weitgehende Übereinstimmung besonders auch mit Rücksicht darauf, daß für $\lambda > 45$ bereits Zugspannungen auftreten müssen, da hier $\sigma_b > \sigma$ wird.

Die Linie a, für das beliebige $k = 500$ kg/cm², mußte der Deutlichkeit wegen in zehnfachem Maßstab gezeichnet werden. Dennoch sieht man beim Vergleich der drei Linien, daß je höher c gewählt ist, die Linie um so steiler verläuft, d. h. daß schon bei kleinerem λ das Verhältnis $\sigma : \sigma_b = 1$ erreicht wird.

Zu den *Tetmajer*schen Versuchswerten ist die Gerade der Tetmajer-Formel für Flußeisen und daran anschließend die Euler-Kurve gezeichnet. Letztere nähert sich für sehr große Werte von λ der berechneten Linie b. Es mag noch darauf hingewiesen werden, daß auch die Versuche *Kármáns* ähnliche Kurven ergeben. Nur liegen die Knickspannungen bei sehr kurzen Stäben, $\lambda < 30$, wesentlich höher. Da es sich auch hier um Knickspannungen handelt und diese besonders bei kleinem λ zweifellos noch von andern Dingen als von den einfachen Beziehungen abhängen, die der oben aufgestellten Formel zugrunde liegen, so braucht darauf nicht weiter eingegangen zu werden, zumal diese Abweichung höchstens bedeuten würde, daß die Sicherheit noch größer ist, als wir sie mit dieser Formel berechnen können.

Wird z. B. der Stab vorübergehend durch eine quergerichtete Kraft durchgebogen, so kann die dadurch hervorgerufene Biegungsspannung berechnet werden. Der Konstrukteur ist nun in der Lage, entweder die vorübergehende Überschreitung des zugelassenen k zu berechnen oder von vornherein σ_b entsprechend klein zu wählen. Aus $P f = W \sigma_b$ läßt sich die Durchbiegung f berechnen.

Ein Beispiel möge die Anwendung der Gleichungen (1) und (2) erläutern. Eine Schubstange sei für $P = 20$ t zu berechnen bei $l = 200$ cm, $E = 2\,200\,000$ und $\sigma_b = 3500$ kg/cm². Durch Fliehkräfte werde die Stangenmitte ausgebogen um $f' = 0{,}0233$ cm und durch Reibungsmomente an den Zapfen um $f'' = 0{,}0037$ cm. Wir schätzen den Stangendurchmesser zu 120 mm mit $J = 1017$ und $F = 113$. Es ergibt sich $P_K = 550$ t.

Nach Gleichung (2) ist . . . . $\sigma + \sigma_b = 183{,}6$ kg/cm²
$\sigma + P : F = 177{,}0$ „
$\sigma_b = 6{,}7$ kg/cm²
Durch Fliehkräfte entsteht . . . . . $\sigma_b{}' = 92{,}5$ „
Durch Reibung . . . . $\sigma_b{}'' = 14{,}8$ „

Durchbiegung durch P . . . . $f_P = 0{,}058$ cm
„ „ Fliehkräfte . . . $f' = 0{,}0233$ „
„ „ Reibung . . . . $f'' = 0{,}0037$ „
Gesamtdurchbiegung $f = 0{,}0850$ cm.

Dabei wird $\sigma_b = \dfrac{P f}{W} = 28{,}8$ kg/cm².

Die gesamte Biegungsspannung wird:
$28{,}8 + 92{,}5 + 14{,}8 = 136{,}1$ kg/cm²
$\sigma = 177{,}0$ „
Gesamtspannung 313,1 kg/cm².

Für die Proportionalitätsgrenze wird aus Gl. (1) $P = 232$ t. Mit Rücksicht auf die Einflüsse von Fliehkraft und Reibung schätzen wir die Höchstbelastung zu 220 t.

Dann wird $\sigma + \sigma_b = 3250$ kg/cm²
$\sigma = 1940$ „
$\sigma_b = 1310$ kg/cm².
Durchbiegung . . . . $f_P = 1{,}02$ cm
$f' = 0{,}0233$ „
$f'' = 0{,}0410$ „
Gesamtdurchbiegung $= 1{,}0843$ cm.

Dabei wird nun . . . . $\sigma_b = \dfrac{P f}{W} = 1380$
$\sigma_b{}' = 92{,}5$
$\sigma_b{}'' = 163$
Gesamte Biegungsspannung = 1635,5 kg/cm²
$\sigma = 1940{,}0$ „
$\sigma + \sigma_b = 3575{,}5$ kg/cm².

Nun ergibt sich folgende Sicherheit:
bezogen auf die Belastungen . . . . . 220 : 20 = 11 fach
„ „ „ Spannungen . . . . 3500 : 313,1 = 11,2 „
nach *Euler* . . . . 550 : 20 27,5 „
„ *Tetmajer* $= \dfrac{3350\,(1 - \lambda \cdot 0{,}00185)\,F}{20}$ . . . 16,6 „

Ein Blick auf Abb. 4 zeigt uns, daß nur deshalb, weil die Spannungen für die Normalbelastung so klein oder J so groß gewählt wurde, sich für Belastungen und Spannungen fast gleiche Sicherheitsgrade ergeben. Auch für die Proportionalitätsgrenze bleibt in diesem Fall $P' = P : P_K = 0{,}4$ klein.

Die sonst übliche statistische Behandlung, die einen vollkommen gleichartigen Stoff und durchaus regelmäßige Spannungsverteilung voraussetzt, führt somit auch hier zum Ziele, während sie bei Versuchen, die Knickspannung oder die Knicklast zu bestimmen, stets nur angenähert richtige Werte ergeben kann, da das eigentliche Ausknicken von kleinen Unregelmäßigkeiten des Stoffes und der Spannungsverteilung sehr stark beeinflußt werden kann.

Für den Konstrukteur sind nur die Verhältnisse bis zu den praktisch zulässigen Belastungen von Bedeutung. Nun kann der Berechnung das Verhältnis $\sigma_f : k = \alpha$ oder das Verhältnis $P_{max} : P = \beta$ oder auch beide zugrunde gelegt werden. Wie Abb. 1 zeigt, muß für eine axiale Belastung stets $\alpha > \beta$ sein. Es werde α und β gewählt, dann ist nach Gl. (1)

$$k F = \frac{\dfrac{P}{P_K}}{1 - \dfrac{P}{P_K}} = \frac{x}{1 - x}.$$

Es sei $P : P_K = x_1$ und $P_{max} : P_K = x_2$.

$$F k = \frac{x_1}{1 - x_1}; \quad F \sigma_f = \frac{x_2}{1 - x_2}$$

$$F \alpha k = \frac{\beta x_1}{1 - \beta x_1}$$

$$\frac{x_1}{1 - x_1} = \frac{\beta}{\alpha} \frac{x_1}{1 - \beta x_1}$$

$$1 - x_1 = \frac{\alpha}{\beta} - \alpha x_1$$

$$x_1 = \frac{\alpha - \beta}{\beta (\alpha - 1)} \quad (\alpha > \beta !).$$

Es ist also $P = P_K \dfrac{\alpha - \beta}{\beta (\alpha - 1)} = \dfrac{\pi^2 E J}{l^2} \dfrac{(\alpha - \beta)}{\beta (\alpha - 1)}$

$$J = \frac{\beta (\alpha - 1)}{(\alpha - \beta)} \frac{l^2 P}{\pi^2 E}; \quad P_K = \frac{P}{x_1}.$$

Aus Gl. (1)

$$\frac{1}{F} = \frac{k}{P} (1 - x_1)$$

$$F = \frac{P}{k} \left(\frac{1}{1 - x_1} \right) = \frac{P}{k} \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{\alpha - 1}{\beta - 1} \right).$$

Das heißt: Es kann jetzt nicht nur J, sondern auch das kleinste F ermittelt werden, was also den Stab mit kleinstem Gewicht ergibt. Statt wie bisher von der Knicklast oder von der Knickspannung auszugehen, kann der Konstrukteur auch bei Druckstäben die tatsächlich auftretenden Spannungen seiner Berechnung zu Grunde legen und die wirklich vorhandene Sicherheit bestimmen. [M 1589]

Berlin-Waidmannslust. *H. Frey* und *R. Frey*

Gesundheitsingenieurwesen

Neuerungen im Krankenhausbau

Der Deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege hielt am 10. und 11. September 1928 in Leipzig eine Tagung ab, auf der u. a. das Thema „Neuerungen im Krankenhausbau" behandelt wurde. Stadtmedizinalrat Prof. Dr. *v. Drigalski*, Berlin, wies einleitend

darauf hin, daß die letzten Jahre den deutschen Krankenhäusern eine dauernde Erhöhung der Zahlen für die Verpflegungstage, die mittlere Belegungsstärke und die Zugänge an Kranken gebracht haben. Diese „Spitzenleistung“ belastet die Gemeinden mit außerordentlich hohen Kosten, deren Herabsetzung unbedingt notwendig und auch durchaus möglich erscheint, wenn man sich vergegenwärtigt, daß z. B. in Amerika die durchschnittliche Verpflegungszeit eines Kranken nur 15 bis 18 Tage beträgt, während sie bei uns fast die doppelte Höhe erreicht. Um nun günstigere Verhältnisse zu erzielen, müssen wir also darauf hinarbeiten, die für den einzelnen Patienten erforderliche Behandlungsdauer möglichst zu verkürzen, ein weiterer Weg bietet sich in der Herabsetzung der jetzigen äußerst hohen Baukosten für Krankenhäuser.

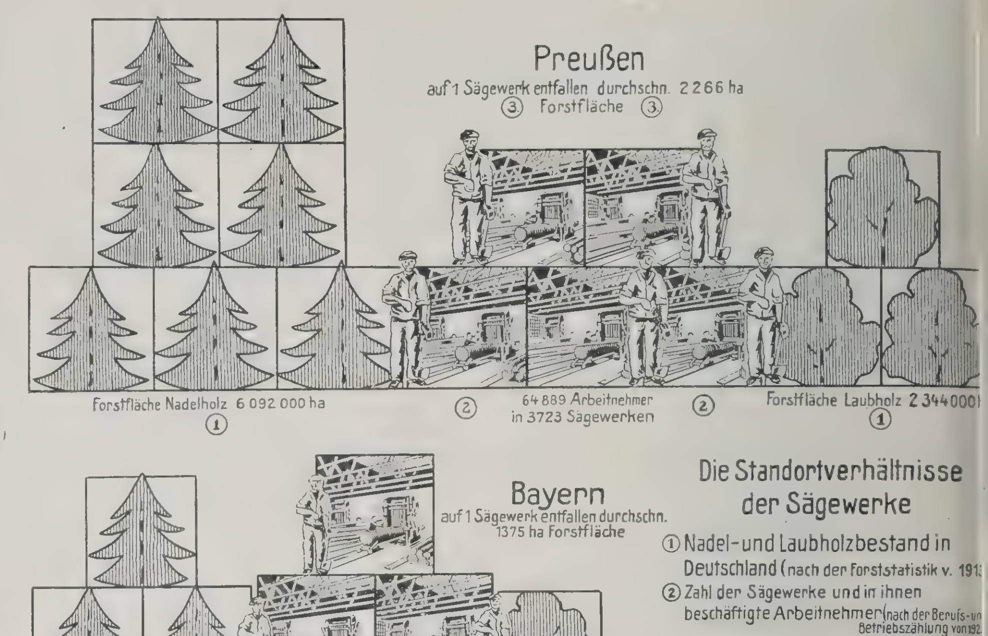


Abb. 6. Bildliche Darstellungen für die Untersuchung

Nach näheren Ausführungen über verschiedene ansteckende Krankheiten, die für die Aufenthaltsdauer im Krankenhause maßgebend sind, bezeichnete der Vortragende als Hauptursache für die geringere Widerstandfähigkeit gegenüber Krankheiten die sogenannten „Domestikationserscheinungen“, die bei einer ursprünglich-einfachen Lebensführung nicht auftreten würden und auf einem Mangel an Lebensreizen beruhen. Von der allergrößten Wichtigkeit ist für Krankenhäuser größte Reinheit der Luft und als bestes Hilfsmittel hierfür reichste Lichtzufuhr; gründen doch berühmte Heilstätten wie Davos und Arosa ihren Ruf in erster Linie auf die bakterien- und keimfreie Luft, die durch die reich strahlende Lichtfülle geschaffen wird. Regelmäßige, gründliche Durchlüftung, ungehinderter Zutritt des Sonnenlichtes bringen die Krankheitskeime zum Absterben, von der Sonne bestrahlter Schmutz ist nicht mehr schädlich. Will man dies erreichen, so muß der alte, feste Kasernenbau mit seinen zahlreichen Stockwerken verschwinden, leicht gebaute Baracken, deren in Fenster aufgelöste Wände Licht und Luft ungehinderten Zutritt gewähren, strahlendes Weiß der Decken und Wände können allein zu dem gewünschten Erfolge führen. Bei der verhältnismäßigen Billigkeit derartiger einfacher Bauten fällt ihre vielleicht kürzere Lebensdauer kaum ins Gewicht.

Reg.-Baumeister Dr.-Ing. *Petrick*, Berlin, erörterte das gleiche Thema vom Standpunkt des Architekten und Technikers. Auch er ging von dem neuzeitlichen therapeutischen Grundsatz aus, daß eine wirkungsvolle Krankenbehandlung nur in genügend durchlüfteten Räumen möglich ist. Da die Lebensweise des Kranken sich denkbar weitgehend der natürlichen anpassen soll, muß die Luft im Innern der Zimmer und Säle der Außenluft entsprechen, soweit sich das irgend erreichen läßt. Alle künstlichen Lüftungs- und Luftreinigungsanlagen haben diese Forderung bisher nicht im erforderlichen Maß erfüllen können, man muß daher eine völlig neue Krankenhaus-Bauart schaffen, die der Vortragende als „Freiluftpavillon“ bezeichnete.

Bei dem nur einstöckigen Bau wird die Vorderwand ganz in dreiteilige Fenster aufgelöst, die Kranken liegen mit dem Gesicht nach dem Fenster zu, durch dünne, leicht zu entfernende Zwischenwände von einander getrennt, die den gegenseitigen Verkehr von Ohr zu Ohr nicht unterbinden; im Sommer wie im Winter, am Tage wie in der Nacht kann ganz nach Wunsch die Freiluftbehandlung durchgeführt werden. Der ungehinderte Ausblick auf die freie Natur trägt zweifellos dazu bei, die seelische Stimmung der Kranken zu heben, die ideale Luftdurchspülung beseitigt nicht nur alle Gerüche, sondern nimmt auch den Bakterien und schädlichen Keimen die Lebensfähigkeit. Endlich bringt die leichte und einfache Bauart der Freiluft-Krankenhäuser auch erhebliche wirtschaftliche Vorteile, die der Vortragende einleuchtend zur Geltung brachte.

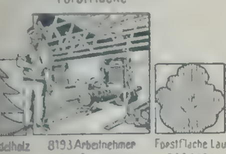
Im anschließenden Meinungsaustausch wurde mehrfach darauf hingewiesen, daß kostspielige Luxusbauten, für die heute noch häufig große Vorliebe besteht, in gesundheitlicher Beziehung oft viel weniger vollkommen sind als einfache, zweckmäßig gegliederte Häuser. Wenig Anklang fand eine Äußerung gegen die reinweiße Farbe, die sich auf das „leichte und schnelle Schmutzen“ stützte, gerade die deutliche Kenntlichmachung selbst geringerer Unreinlichkeiten und Staubmengen ist einer ihrer größten Vorteile. Dagegen wurde die Frage, ob man auch den Fußboden mit weißem Anstrich versehen solle, als entschieden zu weitgehend bezeichnet, wenn auch auf Fugenlosigkeit und Staubfreiheit der größte Wert zu legen ist.

Sanitätsrat Dr. *Dosquet*, Berlin-Niederschönhausen, wies darauf hin, daß er die von den Vortragenden geschilderte neue Bauweise und die Freiluftbehandlung bereits seit zwei Jahrzehnten in seinem Krankenhaus „Nordend“ mit bestem Erfolge praktisch durchgeführt habe. Das neuzeitliche Krankenhaus muß die Behandlung von akut wie chronisch Kranken und Genesenden in gleich zweckmäßiger Weise gestatten, es soll einfach und leicht gebaut sein, am Rande der Großstadt inmitten eines großen, schönen Gartens liegen und reichlich von freien, unbebauten Flächen zwecks Förderung natürlicher Durchlüftung umgeben sein. Die durch Flachbau bedingte größere Grundfläche wird hier weniger ausschlaggebend sein, bei einer späteren Ausdehnung der Stadtgrenzen wird das Steigen des Grundwerts voraussichtlich die Kosten der Verlegung und des Neubaues decken.

Von besonderer Wichtigkeit für die Behandlung des Kranken ist der Grundsatz der „Entwärmung“, der allerdings noch vielfach angefochten wird, aber sich mehr und mehr durchzusetzen vermag. Der Kranke, in erhöhtem Maße der Fiebernde, muß zur Erhaltung seiner Eigentemperatur durch Haut und Atmungsorgane ständig Wärme abgeben, durch Strahlung kann das nicht in genügendem Umfange geschehen, weil die Umgebung meist höhere Wärmegrade aufweist, womöglich sogar Heizkörper am Kopfende des Bettes aufgestellt sind. Ferner vermögen selbst die vollkommensten Lüfteinrichtungen nicht zu verhindern, daß infolge der stündlichen Ausscheidung von 50 g Wasser durch den Kranken die relative Feuchtigkeit zugleich mit der Wärme steigt und schädliche Wirkung ausübt.

Dr. *Dosquet* hat daher in seinem Krankenhaus große und tiefe Säle oder Einzelzimmer durch lange, flache Hallen ersetzt, deren Frontseite offen und nur durch besonders gebaute Schiebefenster verschließbar ist; durch Heben des unteren Fensters entsteht eine Öffnung von 1,80 m Höhe. Die Betten sind zwecks unbehinderten Durchgangs mit ihrem Fußende 60 cm vom Fenster entfernt, dadurch auch vor Regen geschützt, von einander durch etwa mannshohe,







s Absatzmarktes von Sägewerkmaschinen.

20 m lange, 20 cm vom Fußboden abstehende, abwaschbare vischenwände, die leicht zu entfernen sind, getrennt, am pfende durch einen verschiebbaren Vorhang gegen den hinter befindlichen Gang abschließbar. Die dauernde eitgehende Verbindung mit der freien Atmosphäre ver-sacht eine durch keine künstliche Vorrichtung zu ersetzende ftbewegung; trotzdem kommen Erkältungen weit seltener r als unter sonstigen Verhältnissen. Im Winter sorgen Hintergrund der Halle befindliche Dauerbrandöfen für nügende Raumerwärmung vor den Mahlzeiten, wenn etwa ne Viertelstunde vorher die Schiebefenster geschlossen rden[1]). [N 2090]

Berlin Dr. phil. H. W. Wolffram

[1]) Vergl. hierzu Z. f. öffentl. Gesundheitspflege, Jg. 1925/26 Heft 9/10 d „Gesundheits-Ingenieur" Bd. 43 (1920) S. 595.

Vertrieb

Aus einer Marktuntersuchung für Sägewerkmaschinen

Beim Absatz von Maschinen kommt es wesentlich darauf an, eine klare Vorstellung von den Bedingungen zu gewinnen, unter denen die Ausrüstung vorhandener Betriebe mit den neuesten, leistungsfähigsten Maschinen möglich ist. Die Fachgruppe für Vertriebsingenieure im Verein deutscher Ingenieure hat kürzlich begonnen, eine Untersuchung über den Absatzmarkt von Sägewerkmaschinen durchzuführen; ein Teilergebnis hieraus gibt Abb. 6 wieder.

Jede derartige Untersuchung muß mit den am wichtigsten erscheinenden Zusammenhängen des Absatzmarktes beginnen. Das ist z. B. bei Sägewerkmaschinen die Höhe der Vorfrachten für den Rohstoff der Sägewerke; es wird viel vom günstigen oder ungünstigen Standort eines Sägewerkes abhängen, ob man den Werkleiter für die Neuanschaffung von Maschinen gewinnen kann oder nicht. Der erste, in Abb. 6[1]) wiedergegebene Teil der Untersuchung wurde dementsprechend auf die Klärung der Standortverhältnisse der Sägewerke in deutschen Landesteilen beschränkt, um festzustellen, wieviel Forstfläche an Nadel- und Laubholz auf die im jeweiligen Gebiete heimischen Werke entfällt, wie viele Sägewerke sich in den einzelnen Landesteilen befinden und wie groß die Betriebe, an der Belegschaft gemessen, im Mittel sind. Naturgemäß erfordert die Auswertung der Ergebnisse weitere umfangreiche Arbeit; sie bieten aber auch in der vorliegenden Gestalt bereits wertvolle Einblicke in die außerordentlich verschiedene Rohstoffversorgung und in die unterschiedlichen mittleren Betriebsgrößen in den einzelnen Gebieten.

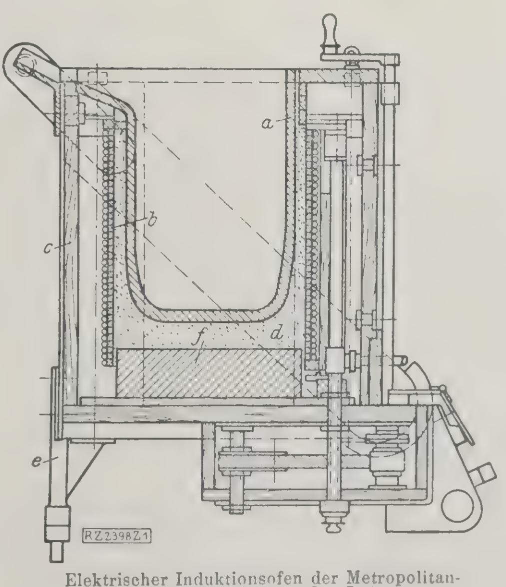
[M 1898] *Zdl.*

[1]) Farbige Wandtafeln aus der Wanderschau „Der Vertriebsingenieur" des Vereines deutscher Ingenieure.

Kleine Mitteilungen

Hochfrequenz-Schmelzofen der Metropolitan-Vickers Electrical Co., Ltd.

Zum Schmelzen von Stahl und Nichteisenmetallen hat e Firma Metropolitan-Vickers Electrical Co., Ltd. Indukonsöfen entwickelt; sie sind für einen Fassungsraum von . 145 bis 230 kg bei 500 Per./s gebaut worden. Ein Tiel *a*, s. Abb., ist innerhalb der Induktionsspule *b* aufgeellt und von dieser durch eine Sandlage *d* getrennt, die iederum auf einem Zementblock *f* ruht. Alle Teile sind einem kräftigen Holzgehäuse *c* untergebracht. Ein benderer Vorzug liegt in der starken Bauart der Induktionsule, die man mittels Wasser kühlen kann. Die Indukonswicklung kann man teilweise ausschalten, um die ärmezufuhr dem Bedarf anzupassen. Zur Erzeugung des romes von 500 Per./s wird ein Zweimaschinenumformer nutzt; zwei Sätze Kondensatoren sowie ein Druckkontakthalter regeln die Leistung. („Engineering" 21. Dember 1928 S. 769*) [M 2398 a] *Ste.*



Elektrischer Induktionsofen der Metropolitan-Vickers Electrical Co., Ltd.

a Schmelztiegel
b Induktionsspule
c Holzgehäuse
d Sandisolierung
e Rahmen zum Kippen
f Betonboden

ochdruck-Wasserkraftanlage von 780 m Gefälle

In Kalifornien hat die Feather River Power Companie e Bucks Creek Anlage errichtet. Diese umfaßt zwei Pelnräder mit wagerechter Welle, je zwei Düsen von 200 mm mr. und mit je einem Stromerzeuger gekuppelt, die 000 kW leisten und bei einem Leistungsfaktor von 8 Drehstrom von 60 Per./s und 11 000 V erzeugen. Für den Maschinensatz ist ferner eine Erregermaschine vornden, die mittels eines Peltonrades mit einer Leistung n 450 PS bei 900 U/min angetrieben wird. Die Hauptrbinen leisten je 35 000 PS bei 780 m Gefäll und 450 U/min.

Die obere Hälfte der Rohrleitungen besteht aus genieteten Rohren von rd. 1,37 bis 1,06 m Dmr. und zunehmender Wanddicke von 16 bis 22 mm, die untere Hälfte aus Rohren von 915 mm Dmr. und 16 bis 25 mm Wanddicke, die mit stählernen Ringen bewehrt sind. Diese bewehrten Rohre teilen sich im Krafthaus je in zwei Rohre von 660 mm Dmr., die zu den Düsen führen. Die Abschlußorgane am Staubecken, am Tunnel und im Wasserschloß werden vom Krafthaus aus gesteuert. („The Engineer" 21. Dezember 1928 S. 685) [M 2398 b] *Ls.*

Messung der Fahr- und Bremseigenschaften von Kraftwagen

Ein sehr einfaches Verfahren zum Aufzeichnen des Weg-Zeit-Diagrammes eines Kraftwagens, des sichersten Mittels zum Beurteilen der Fahr- und Bremseigenschaften eines Kraftwagen, hat *J. Lipschitz* angegeben. Bei der Versuchsfahrt läßt man mit dem zu prüfenden Wagen das Laufrad eines gewöhnlichen Fahrrades mitlaufen, das an einem leichten Hilfsrahmen am Wagen so befestigt ist, daß man es im gewünschten Augenblick mit der Fahrbahn in Berührung bringen oder von ihr abheben kann. Die Drehung dieses Rades wird mittels eines Kettenzuges auf die obere Spitze des Hilfsrahmens und von da mittels biegsamer Welle auf eine Gewindespindel übertragen, auf der sich der Stift eines Schreibgerätes führt. Dieser Stift zeichnet dann auf einem Papierstreifen, der sich vermöge eines Uhrwerkantriebes gleichförmig proportional der Zeit fortbewegt, eine Linie, deren Ordinaten den insgesamt zurückgelegten Wegen des Wagens in aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten entsprechen. Aus diesem Diagramm lassen sich in bekannter Weise die Linien der Geschwindigkeiten und der Beschleunigungen über der Zeit ableiten. Der Vorzug des Verfahrens ist, daß es sich auch für die laufende Prüfung von Kraftfahrzeugen, z. B. für die Nachprüfung der Güte einer Ausbesserung, eignet und Werte liefert, die ausreichend genau und vom persönlichen Einfluß des Prüfers unabhängig sind. („Der Motorwagen" 10. Dezember 1928 S. 829/31*) [M 2398 c] *H.*

Luftverkehr in Kanada 1927

Nach dem Bericht des Canadian Department of National Defence bestanden im Jahre 1927 in Kanada 20 Luftverkehrsunternehmungen, die über 67 einmotorige Flugzeuge verfügten. Im ganzen wurden 1 326 400 km geflogen und 18 932 Fluggäste, 4943,6 t Fracht und 66,1 t Post befördert. 36 Flughäfen waren in Betrieb. 246 900 km² Wald wurden überwacht, um Waldbrände rechtzeitig zu melden. In den Jahren 1924 bis 1927 sind 163 000 Luftbilder im Auftrag von sieben verschiedenen staatlichen Behörden hergestellt worden, wodurch 515 980 km² erfaßt wurden. Die senkrechten Luftbildaufnahmen werden besonders für die Planung von Wasserkraftanlagen und andern Ingenieurbauten bevorzugt. Zahlreiche Flüge wurden im Auftrage der Marine und der Fischerei zur Untersuchung der Eisverhältnisse in der Hudson-Straße unternommen. Ferner wurden Flugzeuge zur Überwachung der Küsten und zur Bekämpf[ung] von Schädlingen in Wäldern eingesetzt. 75 000 $ wur[den] vom Parlament zum Ausbau der Flugpostlinien bewil[ligt] und 400 000 $ wird das Government of the Dominion für [den] weiteren Ausbau im Jahre 1929 bereitstellen. („Engin[eer]ing" 14. Dezember 1928 S. 733) [M 2398 d] *G.*

Bearbeitbarkeitsprüfung von Stähle[n]

Im Cutting Tools Research Committee of the In[sti]tution of Mechanical Engineers hat *E. G. Herbert* einen [Be]richt vorgetragen über seine Untersuchung der Bearbeit[bar]keit verschiedener Stähle. Die Proben, Wellen von 38,1 [mm] Dmr., wurden mit 18,59 m/min Schnittgeschwindigkeit [,] 0,462 mm/U Vorschub und 6,35 mm Spantiefe abgedreht. [Im] Verhältnis zum Durchmesser erscheint diese Spantiefe s[ehr] groß. Nur bei besonders harten Stählen wurden Schnitt[ge]schwindigkeit und Spantiefe herabgesetzt. Bei allen V[er]suchen verwendete man ohne Rücksicht auf den Werks[toff] Drehstähle gleicher Form und Abmessung. Bei der Be[en]digung des Abdrehens ließ man den letzten Span in V[er]bindung mit der Probe, schnitt mit der Handsäge e[ine] Scheibe dieser Welle ab und untersuchte die Härte [von] Welle und Span mit einem *Herbert*-Pendelhärteprüfer[1]) [mit] einer Diamantkugel von 1 mm Dmr. *Herberts* Ansicht laut[et]: „Die Härte des Spanes ist das Maß der Bearbeitbarkeit" u[nd] „da die Kalthärtung der Metalle bei der Verformung v[er]schieden ist und die Bearbeitungsverfahren sich in der [von] ihnen hervorgerufenen Verformung unterscheiden, ist [die] Bearbeitbarkeit keine Eigenschaft der Metalle, die getre[nnt] vom einzelnen Bearbeitungsvorgang meßbar ist." („Am[e]rican Machinist, London" 22. Dezember 1928 S. 267 E [und] 270 E*) [M 2398 e] *Pa*

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 431.

Abwasserklärschlamm als Düngemitt[el]

Mit dem Abwässerschlamm der Stadt Baltimore [hat] man in den Jahren 1923 bis 1927 planmäßige Düngev[er]suche an verschiedenen der Ernährung dienenden Pflan[zen] unternommen. Wenn auch die Ergebnisse dieser Versuc[he] insbesondre infolge vielfach ungünstiger Witterung u[nd] andrer schwer abzuwägender örtlicher Einflüsse, nur [mit] einer gewissen Vorsicht aufzunehmen sind, so konnte m[an] doch wichtige Schlüsse auf das Verhalten der verschieder[nen] Pflanzen gegenüber dieser Art der Düngung ziehen.

Gedüngt wurden Kartoffeln, Zuckerrohrpflanzen, Spin[at,] Tomaten, verschiedene Kohlarten und grüne Bohnen. [Bei] allen Pflanzen, mit Ausnahme des Zuckerrohrs, ergab [sich] 20 t an der Luft getrockneten Schlammes eine bessere Er[nte] als 40 t nassen Schlammes. Besonders günstig wirkte [die] Düngung auf Zuckerrohr, sodann auf Kartoffeln und Ko[hl,] Spinat und Tomaten zeigten dagegen die geringste W[ir]kung. Die Düngewirkung erstreckte sich bei Zuckerr[ohr] und Kohl sogar noch auf das der Düngung folgende zwe[ite] Jahr. („Engineering News-Record" 6. Dezember 19[28] S. 837*) [M 2398 f] *Sd.*

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204).

Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Herausgeg. von *L. Graetz.* 5. Bd. 1. bis 3. Liefg.: Zeitliche Vorgänge — Technik. Leipzig 1926 bis 1928, Johann Ambrosius Barth. 5. Bd. vollst. 896 S. m. 836 Abb. Preis 76 *RM.* Einzelne Lieferungen werden nicht abgegeben.

Der durch sein Werk „Die Elektrizität" weit über die Fachkreise bekannte Herausgeber hat in dem neuen Handbuch ein Werk geschaffen, das die Bezeichnung „Handbuch" in vollem Maße verdient. Mit der nunmehr erschienenen dritten Lieferung ist der fünfte Band „Zeitliche Vorgänge — Technik" zum Abschluß gekommen. Durch die Heranziehung von namhaften Mitarbeitern aus den Fachgebieten der Praxis ist es gelungen, das Wesentliche gründlich und klar darzustellen. „Induktion" und „Elektrische Schwingungen" sind von dem Herausgeber selbst bearbeitet. In den einzelnen Abschnitten werden sodann behandelt: Theorie der Wechselströme, Gleichstrommaschinen, Transformatoren, Umformer, Gleichrichter, Kraftwerke, Kommutatormaschinen, Hochfrequenztechnik.

Die theoretischen Zusammenhänge sind durchweg gut zu verfolgen. Infolgedessen bietet das Werk dem Physiker wie dem Techniker vorzüglich Gelegenheit, sich das physikalische Verständnis solcher Fragen anzueignen, die ihm im Beruf nicht unmittelbar nahe liegen. Auch die Praxis ist zu ihrem Recht gekommen. Konstruktion und Berechnung von Maschinen und Anlagen nehmen in den entsprechenden Abschnitten den gebührenden Raum ein.

Von besonderem Wert sind für den Gebrauch des Han[d]buches die ausführlichen Nachweise des Schrifttums, d[as] weitgehend unterteilte Sachverzeichnis und das umfassen[de] Namenverzeichnis. Zahlreiche drucktechnisch gut wied[er]gegebene Bilder ergänzen den Text. [E 2284] *Fi.*

Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechn[ik]. Herausgeg. vom Elektrotechnischen Verein E. V. 1. B[d.] Berlin 1928, Julius Springer. 98 S. m. 99 Abb. Pr[eis] 7 *RM.*

Schon vor dem Kriege hatte der Elektrotechnische V[er]ein zu Berlin beschlossen, durch seinen geschichtlich[en] Unterausschuß die Veröffentlichung von Arbeiten zur G[e]schichte der Elektrotechnik zu fördern, der Krieg u[nd] seine Folgeerscheinungen haben jahrelang verhindert, di[e] Absicht in dem gewollten Umfang auszuführen. Jetzt tr[itt] der Elektrotechnische Verein zum ersten Male mit ein[em] nach Inhalt und Ausstattung ausgezeichneten Bändchen g[e]schichtlicher Einzeldarstellungen an die Öffentlichkeit, u[nd] es ist zu wünschen, daß ihm noch recht viele folgen mög[en].

Der erste Teil des vorliegenden Bandes enthält ein[en] Neudruck des von *L. Schüler* in der ETZ Bd. 38 (191[7]) S. 185 veröffentlichten Aufsatzes über die Geschichte d[es] Transformators. Daran schließt sich, ein nachahmung[s]werter Gedanke, ein Neudruck zweier für die Theorie d[es] Transformators geradezu klassisch gewordener Arbeiten v[on] *Gisbert Kapp* aus den Jahren 1888 und 1895, sowie ein

ufsatzes von *Dolivo-Dobrowolsky* aus dem Jahr 1892. Den chluß bildet ein von *W. Stumpner* in der ETZ Bd. 47 (1926) 601 bereits abgedruckter Aufsatz über die Geschichte s Elektrizitätszählers. [E 2246] *Schn.*

ie Methodik der Fermente. Unter Mitarbeit von Fachgenossen herausgeg. von *Carl Oppenheimer* und *Ludwig Pincussen.* 4. Liefrg. Leipzig 1928, Georg Thieme. S. 945 bis 1264 m. 59 Abb. Preis 28 *RM.*

Die Hauptabschnitte der vierten Lieferung des umngreichen Werkes, auf dessen Bestimmung als ausführches Hilfsbuch bei experimentellen Untersuchungen auf ochemischem Gebiet ich in dieser Zeitschrift Bd. 72 (1928) 1691 bereits hingewiesen habe, betreffen Arbeiten mit Proasen und mit Desmolasen. Von den Proteasen sind namentch die im Tierkörper wirksamen (Trypsin und Pepsin) von 'ichtigkeit, und die ausführlichen Angaben, die über die ethodik ihrer Untersuchung gemacht werden, dürften, benso wie die sich anschließenden Vorschriften und Beerkungen über die Methodik der Untersuchung des Labes nd über die der neuen und neuesten Zeit angehörige Methok der Untersuchungen über die Autolyse einer häufigen eachtung sicher sein. Unter den die Desmolasen behanelnden Abschnitten ist, neben vielen andern, besonders der on *C. Neuberg* und *Maria Knobel* verfaßte Abschnitt ber den Abbau der Hexosen von Interesse, der zahliche Einzelangaben über die die Vergärung in ihren rei Formen betreffenden Versuche bringt, jene Versuche, ie seinerzeit zu umfangreichen technischen Anlagen geihrt haben, in denen Glyzerin durch Vergärung von Zuckerrten in alkalischer Lösung in großem Maßstab (1 Million g im Monat) gewonnen wurde, und die für unser Vaternd von unschätzbarer Bedeutung gewesen sind, als die ewinnung von Fettglyzerin durch die feindliche Blockade nserer Küsten unmöglich gemacht wurde. — Das Erscheien der vierten Lieferung in verhältnismäßig kurzer Zeit ach der dritten ist eine Gewähr dafür, daß dieses Standarderk in absehbarer Zeit vollendet vorliegen wird.
[E 2257] *Böttger*

öschens Lehrbücherei; 1. Gr. 12. Bd.: **Methoden der praktischen Analysis.** Von *Fr. A. Willers.* Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 344 S. m. 132 Abb. Preis 21,50 *RM.*

Der Verfasser hat, vom Standpunkt der Mathematiker usgehend, ein Gebiet bearbeitet, das für das Ingenieuresen von außerordentlicher Wichtigkeit ist: einmal weil ie sich dauernd anhäufende Menge von Versuchsergebissen der Ingenieurlaboratorien zur Übersicht eine zummenfassende Bearbeitung erfordert und außerdem, weil ich viele Rechnungen, die Ingenieure dauernd auszuführen aben, durch ein zweckmäßiges Rechenverfahren bedeutend bkürzen lassen. Behandelt sind: das Zahlenrechnen und eine Hilfsmittel, die Interpolation, die angenäherte Integration und Differentiation, praktische Gleichungslehre, nalyse empirischer Funktionen, angenäherte Integration ewöhnlicher Differentialgleichungen. Dabei werden die Ierstellung von Rechenblättern, der Gebrauch vom Rechenchieber, Rechenmaschinen, Planimetern und Integraphen erlärt, ferner verschiedene numerische und zeichnerische 'erfahren im Anschluß an theoretische Betrachtungen erıutert. Natürlich läßt sich keine Regel für jeden Fall eben, aber die Frage hätte noch mehr in den Vordergrund estellt werden können, wie man bei einer Reihe von geebenen Werten ohne viel Mühe feststellen kann, nach velchem Gesetz sie sich wahrscheinlich ändern. Die „Darte'lung durch Exponentialfunktionen" ist etwas kurz ausefallen. Die Abbildungen sind oft zu stark verkleinert. edenfalls ist jedes derartige Werk vom Ingenieurstandunkt aus zu begrüßen. [E 2237] *W. Schmidt*

Anweisung für Mörtel und Beton. Herausgeg. v. d. Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Berlin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 66 S. m. 15 Taf. Preis 4 *RM.*

Das übersichtliche, trefflich geordnete Buch enthält eine Zusammenfassung wichtiger Erkenntnisse über die Bestandteile sowie über die Eigenschaften von Mörtel und Beton. Hieran schließen sich Richtlinien für die Wahl des Mörtels und des Betons, ferner Zahlentafeln für den Stoffbedarf. Schließlich ist die Bauüberwachung ausführlich behandelt.

Das vorliegende Buch wird die oft recht schwierige Aufgabe, aus den zur Verfügung stehenden Baustoffen auf Baustellen Mörtel oder Beton mit bestimmter Druckfestigkeit oder Biegefestigkeit oder Undurchlässigkeit oder mit andern bestimmten Eigenschaften zu schaffen, wirksam unterstützen. Allerdings dürfte es wegen seines Umfanges eher als Nachschlage- oder Lehrbuch denn als Anweisung wirken. [E 2343] *Graf*

Financial and Business Forecasting. Von *Warren F. Hickernell.* Bd. 1 und 2. New York 1928, Bureau of Business Conditions, Alexander Hamilton Institute. 426 S. m. Abb. 488 S. m. Abb. Preis 10 $.

In diesen beiden Bänden ist in klar ersichtlicher Entwicklung die Methodik behandelt, die amerikanische Wirtschaftstheoretiker und -praktiker zur Aufhellung des Konjunkturproblems anwenden: es ist nicht mehr von Konjunkturforschung die Rede, sondern von Vorausschätzung des Finanzbedarfes und der Verkaufsmengen.

Im ersten Bande wird, zurückgreifend auf das Jahr 1815, ein Abriß über die wirtschaftliche Entwicklung Amerikas unter dem Gesichtspunkt gegeben, aus dieser Betrachtung durch Analyse für die zukünftige Entwicklung etwas vorauszusagen. Betrachtung und Analyse, die sich im wesentlichen auf die gegenseitigen Beziehungen der drei Märkte: Geld, Effekten und Ware erstrecken, sind ebenfalls in geschichtlicher Form gehalten. Schon im Vorwort des zweiten Bandes kommt die Abkehr von allgemeiner Wirtschaftsprognose und die Umkehr zur speziellen Marktforschung zum Ausdruck. So sind die neueren Arbeitsverfahren, die in der Vorausschätzung drüben angewendet werden, beschrieben, und an einer Reihe von Beispielen aus den verschiedensten Märkten sind diese Verfahren erläutert. Das Buch ist kein volkswirtschaftlich-theoretisches, es will vielmehr dem Praktiker Verfahren zeigen, die er in seinem Unternehmen nutzbringend verwenden kann. Volkswirtschaftliche Theorie und betriebswirtschaftliche Praxis sind in eine Form gegossen, die dem Beschauer wertvolle Anregungen gibt. [2344] *J. A. Bader*

„Hütte", Taschenbuch für Betriebsingenieure. Herausgeg. vom *Akademischen Verein Hütte, E. V.* und *A. Stauch.* 3. Aufl. Berlin 1929, Wilh. Ernst & Sohn. 1215 S. m. Abb. Preis 32 *RM.*

Systematische Fabriks-Rationalisierung. Von *R. von Holzer.* München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 152 S. m 20 Abb. u. 2 Tab. Preis 6 *RM.*

Wärmetechnik im Schmiede-, Glüh- und Härtereibetrieb. Von *Friedrich Böhm.* Berlin 1928, Verkehrswissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn. 108 S. m. 40 Abb. Preis 5 *RM.*

Report on Tabulating the Results of Heat Engine Trials. Presented to the Council of the Institution of Civil Engineers by the Heat Engine Trials Committee. 1927. London, William Clowes & Sons, Ltd. 330 S. m. Abb. Preis 5 sh.

Festigkeitslehre. Von *S. Timoshenko* und *I. M. Lessells.* Ins Deutsche übertragen von *I. Malkin.* Berlin 1928, Julius Springer. 484 S. m. 391 Abb. Preis 28 *RM.*

Fördermittel zum Bekohlen und Besanden von Lokomotiven. Von *Max Gottschalk.* Berlin 1928, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft bei der Deutschen Reichsbahn. 172 S. m. 58 Abb. Preis 7 *RM.*

Die Reichweite von Grundwasserabsenkungen mittels Rohrbrunnen. Von *Hermann Weber.* Berlin 1928, Julius Springer. 57 S. m. 22 Abb. Preis 4,50 *RM.*

Rohre. Unter besonderer Berücksichtigung der Rohre für Wasserkraftanlagen. Von *Victor Mann.* München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 208 S. m. 138 Abb. Preis 13,50 *RM.*

Der Einfluß des cos φ auf die Tarifgestaltung der Elektrizitätswerke. Von *Hans Nissel.* Berlin 1928, Julius Springer. 52 S. m. 44 Abb. Preis 4,50 *RM.*

Sammlung Göschen, 197. Bd.: **Elektrotechnik.** Von *J. Herrmann.* 2. T.: Die Gleichstromtechnik. 5. Aufl. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 135 S. m. 121 Abb. u. 16 Taf. Preis 1,50 *RM.*

Berichte aus dem Institut für Mechanische Technologie und Materialkunde der Technischen Hochschule zu Berlin. Herausgeg. von *P. Riebensahm.* 2. H.: **Über die Anlaßvorgänge in abgeschreckten Chrom- und Manganstählen.** Von *Hans Goerisch.* Berlin 1928, Julius Springer. 35 S. m. 27 Abb. Preis 3,60 *RM.*

Motorshipping. Von *A. C. Hardy.* London 1928, Chapman & Hall Ltd. 166 S. m. Abb. Preis 15 sh.

Die deutschen Forschungsstätten. Dargest. von *Leopold Lehmann.* Berlin 1929, Verlag für Kulturpolitik. 163 S. m. Abb. Preis 8 *RM.*

RKW-Veröffentlichungen, Nr. 24: **Die neuzeitliche Reparatur-Werkstatt für Automobile.** Herausgeg. vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung. Berlin 1928, Beuth-Verlag. 92 S. m. 28 Abb. Preis 1,80 *RM.*

Sammlung Göschen, 695. Bd.: **Graphische Statik** mit besonderer Berücksichtigung der Einflußlinien. Von *Otto Henkel.* 2. T. 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 175 S. m. 91 Abb. Preis 1,50 *RM.*

Bildungswerte der Technik. Von *Hermann Weinreich.* Berlin 1928, VDI-Verlag. 151 S. m. Abb. Preis 7 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 6,30 *RM.*

Deutscher Ausschuß für Eisenbeton, 59. H.: **Abbrucharbeiten und Brandversuche am Feuerwehrturm der „Gesolei 1926“, Düsseldorf.** Berichterstatter *Petry, Schulze* und *Krüger.* Berlin 1928, Wilh. Ernst & Sohn. 48 S. m. 50 Abb. u. 6 Taf. Preis 7,40 *RM.*

Social Work and Legislation in Sweden. Veröffentlicht auf Veranlassung der Schwedischen Regierung. Stockholm 1928, P. A. Norstedt & Söner. 289 S. m. Abb. Preis 3 Kr.

Lehrbücher und Grundrisse der Rechtswissenschaft, 8. Bd **Urheber- und Erfinder-, Warenzeichen- und Wettbewerb recht.** Von *Alexander Elster.* 2. Aufl. Berlin und Lei zig 1928, Walter de Gruyter & Co. 611 S. Preis 19,50 *R*

Musterbuch der deutschen Papier-Erzeugung. Ausgabe 192 Herausgeg. vom Wochenblatt für Papierfabrikatio Biberach-Riß/Württ. 1928, Güntter-Staib. 536 Papie muster. Preis 18,50 *RM.*

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Der Webstuhlantrieb

Der Aufsatz von Direktor *Spinka* in Z. Bd. 72 (1928) Nr. 26 S. 916, der für den Verbraucher recht übersichtlich und bemerkenswert ist, bedarf noch einiger ergänzender Bemerkungen. Den Hauptwert legt *Spinka* auf die Dämpfung der Drehzahlschwankungen des Webstuhles und des Motors. Durch das erste soll hauptsächlich die Erhöhung der Stuhldrehzahl möglich sein, durch das zweite der Motor geschont werden.

Hierzu ist zu bemerken, daß eine vollständige Vergleichmäßigung der Drehzahl des Webstuhles für das Weben durchaus nicht vorteilhaft ist; dies ließe sich ja z. B. ohne weiteres durch Schwungräder oder Schwungmassen erreichen. Versuche in dieser Richtung hatten keinen Erfolg, da die einzelnen Arbeitsphasen des Stuhles ineinander gezogen werden, sondern man muß im Gegenteil z. B. die Lade während des Schusses etwas verlangsamen, um dem Schützen genügend Zeit zum Zurücklegen seines Weges zu geben. Die Steigerung der Drehzahl beim Einzelantrieb ist dadurch möglich, daß der Webstuhl die einmal eingestellte Schußzahl, die gerade noch ein störungsfreies Arbeiten ermöglicht, immer genau einhält und daß sie beim Anfahren s o f o r t erreicht wird, so daß der erste Schlag so stark ist wie die folgenden. Diese Eigenschaft haben mehr oder weniger alle elektrischen Einzelantriebe, sofern bei ihnen ein Schlupf der Antriebsmittel nicht möglich ist.

Wippenantriebe sind für den Webstuhl nicht deshalb ungeeignet, weil sie Riemenrutsch zulassen und den Gang des Webstuhles nur ungenügend dämpfen, sondern, weil sie den Stuhl nicht kräftig genug durchziehen können und daher auch die Schlagstärke nicht genügend einhalten. Durch richtig angewendete Spannrollen wird der Riemenschlupf herabgesetzt, allerdings auf Kosten der Haltbarkeit des Riemens, der unter der wechselnden Biegung stark leidet und dauernder Wartung und häufiger Erneuerung bedarf. Die Biegearbeit, ebenso wie das fortwährende Spannen der Feder oder das Anheben des Belastungsgewichtes der Spannrolle, müssen durch den Antriebmotor aufgebracht werden, der hierdurch sicher nicht besonders geschont wird.

Im übrigen hat sich im Betrieb gezeigt, daß der Motor mit Kurzschlußläufer sich zum Einzelantrieb mittels Zahnrädern von Webstühlen eignet und nicht im geringsten angegriffen wird. Größere Stöße, wie beim „in die Puffer fahren“, kann man hier durch genau einstellbare Rutschkupplungen unschädlich machen, was man beim Spannrollenantrieb nicht mit gleicher Sicherheit erzielen kann. Der Unterzeichnete hat selbst beobachtet, wie bei einem Baumwollwebstuhl, der durch einen Motor mit gewichtbelasteter Spannrolle angetrieben wurde, das „in die Puffer fahren“ zu einer starken Formänderung der Kurbelwell führte. — Vorstehende Ausführungen sollen den Spann rollenantrieb nicht herabsetzen, sondern nur eine Klärun der Eigenschaften der einzelnen Antriebe herbeiführen, vo denen der Zahnrad-Einzelantrieb zweifellos immer noch a vorteilhaftesten sein dürfte.

Paul Treuherz.

Erwiderung

Das Streben nach vollständiger Vergleichmäßigung d Drehzahl des Webstuhles bezeichnet Ing. *Treuherz* a unvereinbar mit den einzelnen Arbeitstufen, bestätigt abe daß der elektrische Einzelantrieb den verschiedenartige Vorgängen im Webstuhl Rechnung trägt. Hierzu bemerk ich, daß man natürlich nicht die Arbeitstufen beeinfluss darf, sondern die im Gefolge liegenden Verzerrungen. Da sind also Überschreitungen in der Bewegung, wie sie dur die Eigenart der Arbeitsweise des Webstuhles ausgelö werden.

Von dem Wippmotor mit federnder Spannrolle darf ma nicht auf Mängel des Spannrollenmotors schließen. B reits in meinem Aufsatz hatte ich diese verfehlte Baua abgelehnt. Verschiedene andere fehlerhafte Bauarten b einträchtigten die Einführung des Spannrollenmotors zu Antrieb von Webstühlen sehr. Mir selbst wurde auf d Suche nach dem richtigen Antrieb von einer bedeutende Motorenfabrik ein Webstuhlmotor mit fester Spannrolle g liefert. Die Verdrehung einer Kurbelwelle beweist al nichts. Bei unrichtiger Einstellung der Rutschkupplun am Zahnradmotor sind ähnliche Beschädigungen am We stuhl möglich. Die Nachteile, wie Biegearbeit und E neuerung des Riemens sind, wie die Praxis zeigt, erträ lich. Beim Zahnradmotor dürfen die Einstellarbeit an d Rutschkupplung, Pflege und Erneuerung des Zahnradritze am Motor nicht vergessen werden.

Einfach aber ist die Kontrolle, ob auch die nahez schlupflose Verbindung zwischen Spannrollenmotor u Webstuhl, z. B. bei Saisonwechsel, d. h. bei Übergang v leichten auf schwere Gewebe, beibehalten ist. Die ei schwingende Spannrolle und das Einziehen des ablaufende Riementrums zeigen richtiges Arbeiten, was man auch b einer großen Anzahl von Antrieben leicht feststellen kan Dies ist wesentlich, weil sonst die erwartete Mehrerzeugun nicht erreicht wird.

Zu dem Vorteil der erschütterungsfreien Aufstellun des Spannrollenmotors gesellt sich noch dessen geringere Platzbedarf, wobei man auch den Webstuhl nicht abände muß. Die zahlreichen an mich gerichteten Zuschriften u meine weiteren Beobachtungen haben ergeben, daß mit de richtig gebauten Spannrollenmotor in der Weberei wesen liche Vorteile erreicht werden können.

[D 2298] *R. Spinka.*

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

ıd. 73 SONNABEND, 19. JANUAR 1929 Nr. 3

/ersuche mit Drahtseilen und Seilscheibenlagern für das ıchiffshebewerk Niederfinow

Von Regierungsbaurat Dr.-Ing. A. FREUND, Schwedt a. d. O.

Auf einem für diesen Zweck in Berlin-Dahlem errichteten Versuchsturme sind Seilscheibe, Lager, Drahtseile, Seiltöpfe und Spannvorrichtungen für das neue Schiffshebewerk Niederfinow in natürlicher Größe erprobt und die Anfahr- und Bewegungswiderstände mittels besonderer neuartiger Vorrichtungen ermittelt worden.

Allgemeiner Überblick über die Versuche

Im Zusammenhang mit den Vorarbeiten zum Bau des Schiffshebewerkes Niederfinow[1]) hat die Reichs-vasserstraßen-Verwaltung (Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen, Neubauamt Eberswalde) in den Jahren 924/1925 auf dem Gelände des staatlichen Materialprü-ungsamtes, Berlin-Dahlem, eine Versuchsanlage errichtet, uf der Seile, Seilscheiben und Seilscheibenlager in natür-icher Größe unter voller Belastung erprobt werden.

Die Untersuchungen über Lagerreibung mußten sowohl auf Gleitlager wie auf Wälzlager (Rollenlager) usgedehnt werden. Für die beim Schiffshebewerk herr-schenden Verhältnisse, sehr geringe Umlaufgeschwindig-keit bei hohen Flächendrücken, kurzer Laufzeit und lauernd wiederholtem Richtungswechsel zeigten sowohl las Schrifttum als auch der Erfahrungsschatz der be-fragten Fachstellen eine klaffende Lücke. Die bei hohen Umdrehungszahlen und langen Laufzeiten ohne Rich-tungswechsel gewonnenen Erfahrungen in bezug auf Reibungsbeiwerte in Verbindung mit Schmierung, Schmiermittel, Lagermetallen, zulässigen Flächenpres-sungen usw. lassen sich nicht auf die Arbeitsbedingungen ler Gleitlager beim Schiffshebewerk übertragen. Ebenso fehlte es an Unterlagen für die Ermittlung des aus der Seilsteifigkeit zu erwartenden Widerstandes.

Als Ausgangspunkt für die Versuche diente die vom Reichsverkehrsministerium vorgesehene doppelrillige Seil-scheibe von 3,50 m Dmr. in der Seilachse. Als höchste Seillast wurden 22,5 t zugrunde gelegt, so daß auf eine Seilscheibe 90 t und bei einem Eigengewicht der Seil-scheibe von 5 t auf jedes Seilscheibenlager ein höchster Druck von 47,5 t entfällt.

Der Hub des Schiffshebewerks Niederfinow schwankt ie nach den Wasserständen der Haltungen zwischen 35,6 und 37,11 m. Die mittlere Hubgeschwindigkeit ist nach len Erfahrungen am Schiffshebewerk Henrichenburg zu 12 cm/s angenommen. Mit Rücksicht auf die Kosten mußte bei der Versuchsanlage darauf verzichtet werden, den vollen Hub des Schiffshebewerks herzustellen; man be-schränkte sich darauf, wenigstens eine halbe Umdrehung der Seilscheibe zu erzeugen, damit die gekrümmte Seil-strecke einmal gerade gestreckt werden konnte.

Die Drahtseile

Da eine fünffache Bruchsicherheit auf Grund der mit Drahtseilen im Förderbetrieb und im Aufzugbau gesammelten Erfahrungen ausreichend schien, so wurde zunächst die fünffache Sicherheit unter Berücksichtigung der Seilkrümmung als erste Grundbedingung für die Be-messung der Drahtseile festgelegt. Hiernach würde das Normseil C 56 DIN 655 mit $k_z = 13\,000$ kg/cm² den An-forderungen genügt haben. Die ratgebenden Fachstellen hatten jedoch gewisse Bedenken. Diese Bedenken wur-den noch bestärkt durch die beiden damals gerade er-schienenen Aufsätze von *Herbst*[1a]) und von *Woernle*[2]) gegen die große Zahl der Drähte, da diese eine ungleichmäßige Kraftverteilung im Seilquerschnitt sowie eine Auflockerung der äußeren Drähte zur Folge haben könne. Weiterhin ergebe eine zu niedrig ge-wählte Bruchfestigkeit der Drähte von $k_z = 13\,000$ kg/cm² ein zu dickes und zu steifes Seil, wobei zu beachten ist, daß sich der Elastizitätsmodul des Stahles mit zunehmen-der Festigkeit nicht merklich ändert.

Nach Ansicht maßgebender Fachstellen kann man mit der Drahtfestigkeit unbedenklich bis 16 500 kg/cm² gehen, weil die auf Sprödigkeit des Werkstoffes zurückzu-führenden Schäden an Förder- und Kranseilen im allge-meinen erst bei Festigkeiten von etwa $k_z = 18\,000$ kg/cm² ab auftreten. Mit Rücksicht auf die zulässige Abwei-chung von der vorgeschriebenen Durchschnittsfestigkeit, die nach DIN 655 ± 10 vH beträgt, wurde demnach die Festigkeit $k_z = 15\,000$ kg/cm² als zweite Grundbedingung für die Bemessung der Drahtseile festgelegt. Schließ-lich hat man von der Reihe C des Norm-Entwurfes Ab-stand genommen und ein nach Reihe B im Sinne des DIN-Blattes 655 aufgebautes, also aus 6 Litzen zu je 37 Dräh-ten, zusammen 222 Drähten, bestehendes Drahtseil ge-wählt. Dieses Seil hat bei $k_z = 15\,000$ kg/cm² einen Seil-durchmesser von 52 mm, einen Einzeldrahtdurchmesser von 2,4 mm, einen Querschnitt sämtlicher Drähte im Seil von rd. 10 cm², ein Gewicht von rd. 9 kg/m und eine rechnerische Bruchlast von rd. 150 000 kg. Nach der Formel von *Isaaksen* ergibt sich für das gebogene Seil die Beanspruchung von

$$\sigma = \frac{22\,500}{10} + \frac{1}{2} \cdot 2\,150\,000 \cdot \frac{0{,}24}{350} = \text{rd. } 2990 \text{ kg/cm}^2,$$

mithin eine Bruchsicherheit von

$$s = \frac{15\,000}{2990} = 5{,}03 \text{ fach}.$$

Während die Normung nur Rundlitzenseile vor-sieht, kommen für das Schiffshebewerk auch Drei-kantlitzenseile in Betracht.

Bei der Auslese zwischen den beiden einzig in Be-tracht kommenden Schlagarten, nämlich Kreuz- und Längsschlag, war zunächst der Umstand zu be-achten, daß Längsschlagseile weniger steif sind als Kreuzschlagseile. Dafür haben die Längsschlagseile mehr Drall, ein Mangel, der sich beim Schiffshebewerk dadurch teilweise ausgleichen läßt, daß die Seile paar-weise angeordnet werden und jedes Paar aus einem

[1]) Vergl. a. *Ellerbeck*, Z. Bd. 71 (1927) S. 787.

[1a]) Schäden in Förderseilen, „Glückauf" Bd. 59 (1923) S. 261.

[2]) Über den Einfluß der Schlagart auf die Lebensdauer der Drahtseile, „Maschinenbau" Bd. 3 (1924), „Gestaltung" S. 763.

links- und einem rechtsgängigen Seil besteht. Da auch bei der Versuchsanlage eine zweirillige Seilscheibe vorgesehen war, so konnte diese paarweise Anordnung bei den Versuchen erprobt werden. Ferner findet man die Ansicht vertreten, daß der innere Verschleiß beim Kreuzschlagseil größer ist als beim Längsschlagseil, weil die Überschneidungswinkel beim ersteren stumpfer, also die Überschneidungsflächen kleiner sind als beim letzteren. Diese Ansicht ist aus Erfahrungen im Bergbaubetrieb hergeleitet, wo aus diesem Grunde die Längsschlagseile häufig bevorzugt werden. Es dürfte aber immerhin fraglich sein, ob es ohne weiteres angängig ist, diese Erfahrungen auf den andersgearteten Betrieb des Schiffshebewerks mit seiner fast stoßfreien Beanspruchung der Seile unter den sehr langsamen Laufgeschwindigkeiten zu übertragen. Wahrscheinlich dürfte im Bergbau-Förderbetrieb der innere und im Hebewerkbetrieb der äußere Verschleiß überwiegen. Die im folgenden mitgeteilten Versuche erstrecken sich zunächst nur auf die Ermittlung der zahlenmäßigen Größe der Seilsteifigkeit. Natürlich genügen diese Zahlen noch nicht, um hiernach

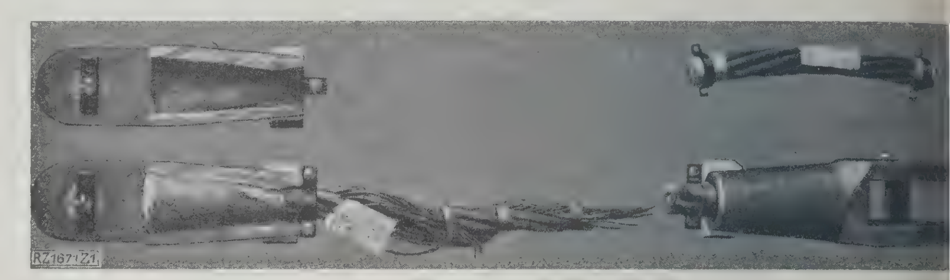


Abb. 1
Links: Aufgeschnittener Seiltopf nach einem Zerreißversuch. Rechts: unten ungeschnittener Seiltopf von dem andern Ende des zerrissenen Seiles; oben Probe des beim Zerreißversuch verwendeten Rundlitzenseils.

die für den Schiffshebewerk-Betrieb geeignetste Seilart zu finden. Es sind daher noch Dauerversuche mit einer Seilbiegemaschine in Aussicht genommen.

Die Einzeldrähte müssen beim Hebewerkbetrieb blank und verzinkt sein, weil hierbei unter Voraussetzung sorgfältiger Unterhaltung eine höhere Lebensdauer für die Seile zu erwarten ist.

Die Seiltöpfe

Der zur Verbindung zwischen den Seilenden und den Gewichten gewählte Seiltopf, Abb. 1, ist aus einem Stück Schmiedestahl herausgearbeitet.

Die Seiltöpfe sind so bemessen, daß die Beanspruchungen bei der rechnerischen Bruchlast des Seiles von 150 000 kg etwas unter der Streckgrenze bleiben. Die Versuche zeigen nun, daß die Seiltöpfe nicht nur die Bruchlast der Seile ertragen haben, die Bruchstellen der Seile lagen durchweg außerhalb der Einbandstrecke, sondern daß sie auch keine mit gewöhnlichem Meßgerät feststellbare Formänderung zeigen. Um festzustellen, wie der Bleikegel nach dem Zerreißversuch aussah, hat man einen der Seiltöpfe nach dem Zerreißversuch aufgeschnitten.

Die Spannvorrichtungen

Die Spannvorrichtungen, Abb. 2, dienen zum erstmaligen Einziehen der Seile und zum Ausgleich der Seildehnungen. Sie bestehen aus einer Spindel aus Schmiedestahl St 60, einer Hülse aus geschmiedeter Bronze oder geschmiedetem Deltametall mit einer Bruchfestigkeit von 6000 kg/cm² und einem würfelförmigen Kopfstück, ebenfalls aus Stahl. Die Spindel hat Rechts-, die Ausbohrung des Kopfes Links-, die Bronzehülse demnach innen Rechts- und außen Linksgewinde. Spindel und Kopf bleiben immer in zueinander paralleler Lage. Gegen Herausschrauben der Spindel aus der Hülse und damit gleichzeitig der Hülse aus dem Kopfe sichert eine in die Eisenkonstruktion eingreifende Hubbegrenzung am unteren Ende der Spindel.

Die Seilscheibe

Die bauliche Ausbildung der Seilscheibe ist dadurch bedingt, daß sie zweirillig ist — der Abstand der Rillenmitten beträgt 100 mm — und ungeteilt aus Gußeisen hergestellt werden soll. Sie ist mit einem Zahnkranz für den elektrischen Antrieb und mit einer a[m] Umfang angebrachten, auf die Seilmitte bezogenen Teilun[g] für die Versuchsmessungen versehen, Abb. 7. Um di[e] konzentrische Lage zu den Rillen und dadurch de[n] genauen Lauf der Seile zu gewährleisten, hat man di[e] Seilscheibe nach Einsetzen der Welle fertig gedreht.

Gleitlager

Untersucht sind einfache Gleitlager mit Kugelbewegung der Lagerschale im Lagerkörper und Ölumlaufschmierung. Nach den Vorversuchen der Bamag, Dessau auf ihrem Versuchsfelde hängt die Betriebsicherheit de[r] Gleitlager und ihr Verhalten in bezug auf die Reibungswiderstände vor allem von der Art der Zuführung des Schmiermittels, von dem Schmiermittel selbst, von dem Werkstoff der Lagerschale und von der Ausbildung der Lagerschale ab.

Die genaue Bearbeitung der Lagerflächen ist bei der Ausführung des Lagers von größter Wichtigkeit. Insbesondere wird der Öleintritt in den Lagerspalt durch die

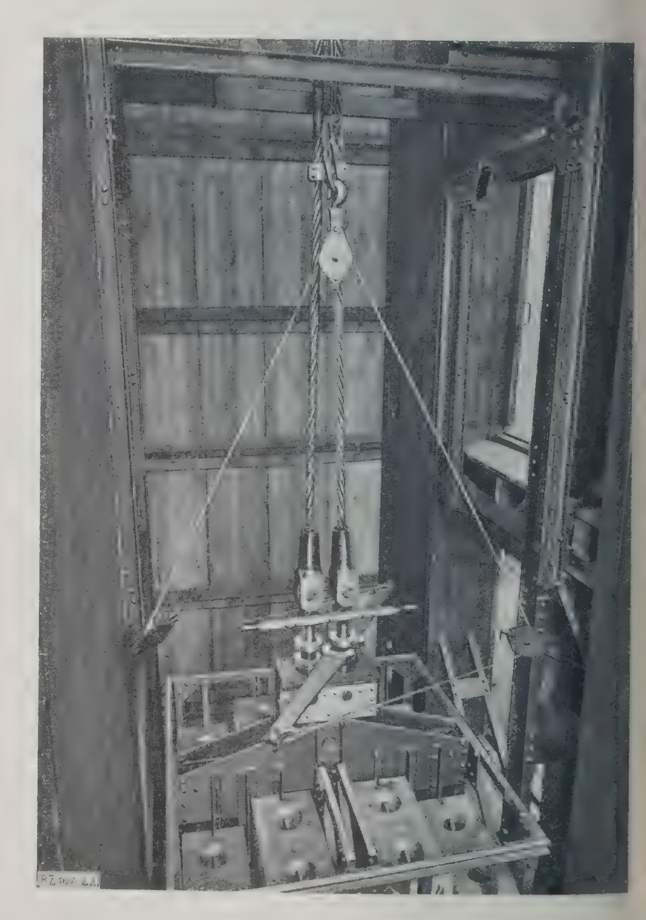


Abb. 2
Aufhängung des einteiligen Gewichtkorbes an den beiden Versuchseilen mittels Seiltöpfe, Spannvorrichtungen und Wagebalken.
Die rechte Spannvorrichtung wird gerade mittels des Kranes und einer Hilfsvorrichtung unter voller Last angezogen.

tige Ausbildung der Fase am oberen Rande der erschale beeinflußt. Die Zuführung des Schmier-els in die Zone des höchsten Druckes mittels Preß-ierung hat sich bei den vorliegenden hohen Lager-ken bis 80 kg/cm² als grundsätzlich falsch erwiesen. Lagerzapfen hat 220 mm Dmr., die Lagerschalen sind mm breit. Die Lagerwelle ist aus S.-M.-Stahl von $k_z =$ bis 6000 kg/cm², Härte 3, 20 vH Dehnung hergestellt ebenso wie die Lagerschalen auf Hochglanz poliert. Lagerkörper und Lagerdeckel bestehen aus Gußeisen, Kugelkörper aus Stahlguß. Bei den Versuchen mit hmierung befindet sich über dem Lagerzapfen ein mit pföffnungen versehenes Rohrstück. Das über die erzapfen geflossene Öl zieht durch eine Öffnung im ren Lagerkörper wieder ab. Der Ölraum wird durch itzringe abgedichtet. Für die Versuche mit Fettschmie-g hat man eine Messingkappe hergestellt, die über die erwelle gestülpt und mit Fett gefüllt wird. Auf das polster wird ein Teller mittels einer Feder gedrückt, mittels eines Handrades nachgespannt werden kann, . 3.

Wälzlager

Für die Versuche in Dahlem hatte man zunächst Ton-lager aus der Kugelfabrik Fischer, Schweinfurt a. M., chafft. Die Erprobung weiterer Bauarten ist beab-tigt. Ein Vergleich verschiedener Wälzlagerarten wird durch Dauerversuche möglich sein. Diese sind geplant, die Versuchseinrichtung soll auch die genaue Ermitt-g der Reibungswerte ermöglichen.

Die Wälzlager haben 180 mm Bohrung, 390 mm Dmr. Außenringes und 132 mm Breite. Jedes Lager hat Rollen, die 85 mm lang sind und einen größten Durch-sser von rd. 60 mm haben. In die seitlichen Lager-deckel der Versuchslager hat man Glasfenster eingesetzt, die eine bequeme Beobachtung der Lager während der Versuche ermöglichen.

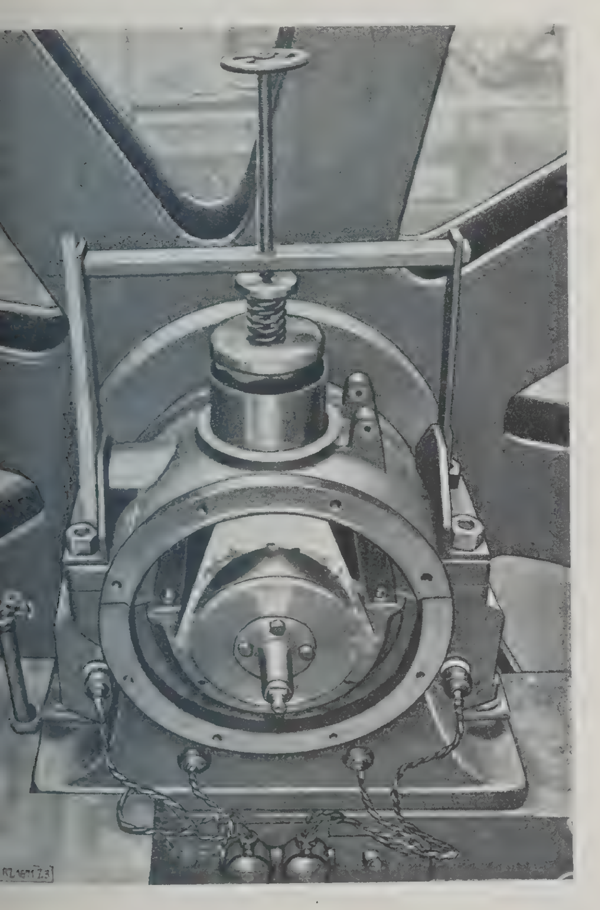


Abb. 3
Gleitlager (Bauart Bamag) mit Schmierhaube. Lagerdeckel abgenommen, um Lagerwelle und Lagerschale zu zeigen. Die verlängerte Lagerachse dient zum Anbringen der Schnurscheibe für die Meßvorrichtung. Unten die vier elektrischen Heizpatronen.

Der Versuchsturm

Das Tragwerk besteht aus zwei im unteren Teile völlig voneinander getrennten Turmhälften aus Eisenfachwerk, zwischen denen der Versuchsschacht mit einer nutzbaren Breite von rd. 2,0 m und einer nutzbaren Länge von rd. 8,5 m freibleibt, Abb. 4 und 5. Jede Gerüsthälfte hat sieben Bühnen. In der Grube unter dem Versuchsschacht laufen die Ketten zum Ausgleich des Seilübergewichtes um. Weiterhin sind darin die mit Sandsäcken abgedeckten Prellhölzer angebracht.

Gewichtskörbe mit den Belastungsgewichten

Da die Gegengewichte beim Schiffshebewerk so angeordnet werden sollen, daß alle Seile unabhängig voneinander gleich hoch belastet werden, wurde auch am Versuchsturm der eine Gewichtskorb zweiteilig ausgeführt. Um die beiden Seilenden möglichst nahe beieinander zu behalten, ist indes nicht jeder Teilkorb am Seil unmittelbar aufgehängt, sondern es ist ein Wagebalken dazwischengeschaltet, Abb. 4. Aus baulichen Gründen ist auch beim einteiligen Gewichtskorb ein solcher Wagebalken zwischen Seile und Korb eingelegt. Die Wagebalken gestatten nun auch ein voneinander unabhängiges Recken der beiden Seile. Dem Schiefstellen der Wagebalken kann man durch Nachspannen der Spannvorrichtungen begegnen. Da die Drallmomente der Seile sich nicht ganz beseitigen lassen, sind die Körbe mit einfachen Gleitführungen versehen. Als Belastungsgewichte dienen 72 gußeiserne Blöcke von je rd. 1 t, 16 von je rd. 0,5 t und 8 von je rd. 0,4 t Gewicht, im ganzen 83,2 t.

Für die Versuche mit dem Gewichtsverfahren sind auf den Gewichtskörben sowohl feste Gewichtschalen, als auch lose aufgesetzte Eisenrahmen mit Gewichtbehältern angeordnet. Die festen Gewichtschalen erhalten die zur Überwindung der Bewegungswiderstände erforderlichen Zusatzgewichte. Die losen Rahmen erhalten die Beschleunigungsgewichte beim Messen von Bewegungswiderständen und die gesamten Zusatzgewichte beim Messen von Anfahrwiderständen. Sie werden am Ende der Beschleunigungsstrecke durch Abfangvorrichtungen von den Körben abgehoben.

Da die beiden Drahtseile, je nach der Bauart, 8 bis 10 kg/m wiegen können, so verwendet man zum Ausgleich der bei den Versuchen auftretenden ungleichen Seillänge kalibrierte Ketten, die unter den Gewichtskörben angehängt sind, Abb. 5.

Meßvorrichtungen

Die von R. Fueß, Berlin-Steglitz, angefertigte Schreibvorrichtung für Zeit-, Weg- und Geschwindigkeitsaufzeichnung zeichnet zwei voneinander unabhängige Kurven auf. Die untere Kurve stellt ein Zeit-Weg-Diagramm dar, aus dem die Geschwindigkeit nachträglich ausgemessen wird. Die obere Kurve gibt für die Beobachtung der Versuche das Geschwindigkeitsdiagramm unmittelbar wieder, Abb. 11.

Das Fueßsche Gerät, Abb. 6, besteht aus einer Schreibtrommel, die von einem Uhrwerk gleichmäßig gedreht wird. Es sind zwei Geschwindigkeitsstufen vorhanden. Der Drahtzug des unteren Schreibstiftes zum Aufzeichnen des Seilweges läuft über eine Schnurscheibe, die auf der Stirnseite der Seilscheibenwelle befestigt ist, Abb. 7. Zum Aufzeichnen der Geschwindigkeit dient ein Flüssigkeitskreisel, der aus drei mit Quecksilber teilweise gefüllten kommunizierenden Röhren besteht. Die mittlere kurze Röhre liegt in der Drehachse und enthält den Schwimmer, der durch einen Drahtzug über Rollen mit dem oberen Schreibstift verbunden ist. Der Kreisel wird vom Umfang der Seilscheibe, auf dem eine gewichtsbelastete Reibungsrolle läuft, aus angetrieben. Das Übersetzungsverhältnis zwischen Seilscheibe und Kreisel kann im Verhältnis 1 : 2 verändert werden. Der Kreisel zeigt Geschwindigkeiten von rd. 2 bis 30 cm/s am Umfang der Seilscheibe an.

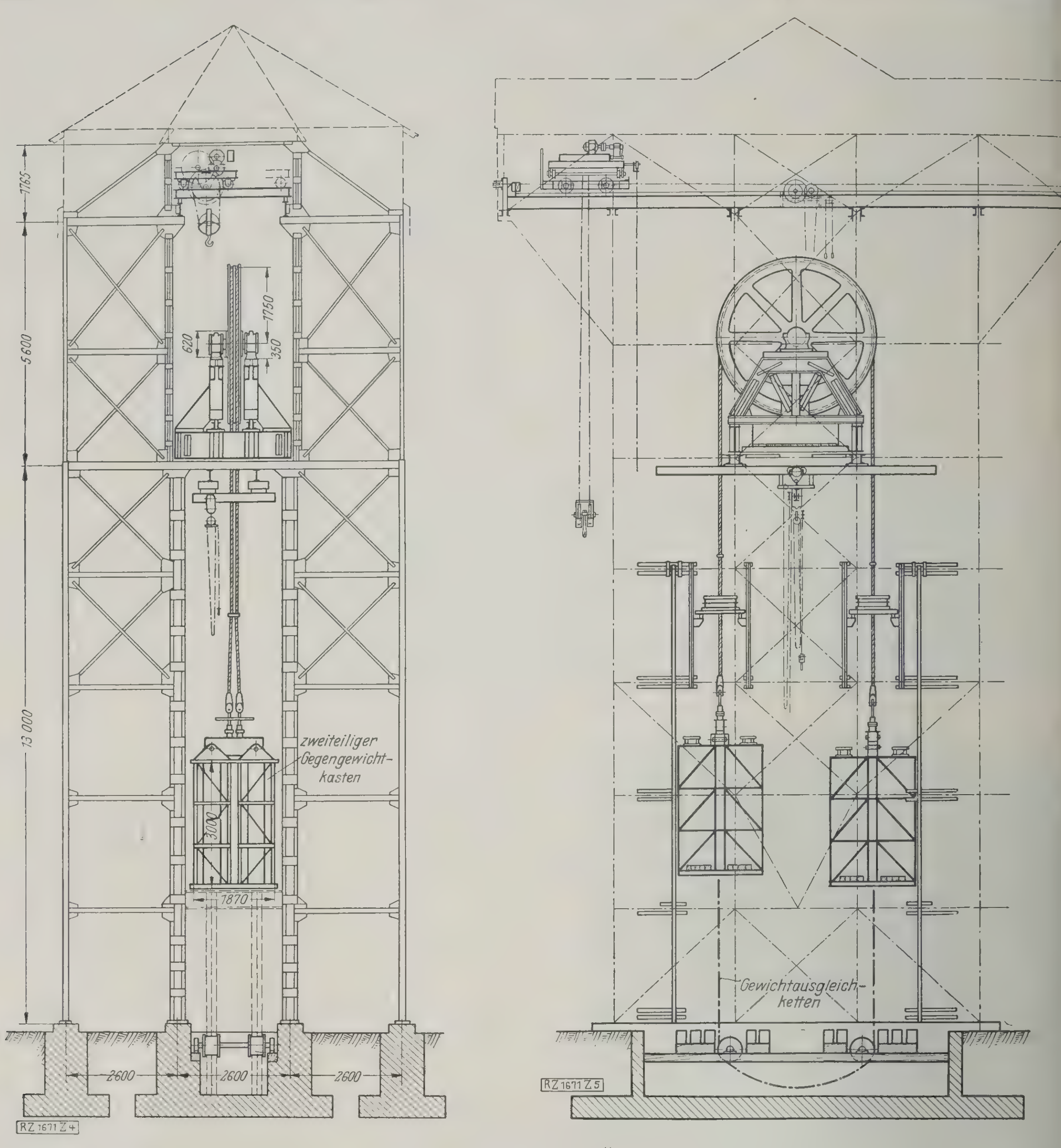


Abb. 4 und 5
Querschnitt und Längsschnitt durch den Schacht des Versuchsturmes. Die Ketten gleichen das einseitige Seilgewicht in Lagen außerhalb der Mittelstellung aus.

Elektrischer Antrieb und Torsionsdynamometer

Der nachträglich eingebaute Elektromotor treibt die Seilscheibe über Riemenvorgelege, wovon eines dreistufig ist, Schnecke und Zahnradvorgelege an. Mittels der Drehzahlregelung des Motors und des Stufenvorgeleges lassen sich alle Seilgeschwindigkeiten zwischen 5 und 30 cm/s erzielen.

Auf der letzten Vorgelegewelle ist ein Torsionsdynamometer, Bauart Bamag-Vieweg[3]), mit der dazu gehörigen Schreibvorrichtung der Firma Ott, Kempten, eingebaut. Die Verdrehung der beiden Elektronscheiben, Abb. 8 und 9, gegeneinander, die die Verdrehung der Meßwelle anzeigen, wird mittels Stahlband und Kettenzug auf die Schreibvorrichtung übertragen, die auf der einen Scheibe befestigt ist.

Da ein Teil der Versuche im Winter vorgenommen und wegen Zeitmangels auch schon im Winter abgeschlossen werden mußte, wurde eine elektrische Heizvorrichtung in die Lager eingebaut, Abb. 3. Durch d Lagerdeckel eingeführte Winkelthermometer zeigten d Lagertemperatur an.

[3]) „Maschinenbau" Bd. 2 (1923) S. 1028.

Vorversuche der Firma Bamag, Dessau

Schon bevor mit dem Bau des Seilversuchsturmes Dahlem begonnen worden war, hatte die Forschung abteilung der Bamag eigene Vorversuche mit Mode gleitlagern begonnen, um die Hauptfragen vor der He stellung der Versuchslager für Dahlem zu klären. Ei Abnutzung der Lagerschalen bei den Dauerversuch wurde nach 7600 Umdrehungen trotz der häufigen Durc schreitung des Gebietes der halbflüssigen und ha trockenen Reibung nicht festgestellt. Der kleinste reichte Reibungsbeiwert für das Anfahrmoment erg sich zu 0,067.

Auch die Tonnenlager sind dort in entsprechend Vorversuchen untersucht worden. Wesentliche Unte schiede zwischen Anfahr- und Bewegungswiderständ des Lagers allein konnten nicht festgestellt werden. Na

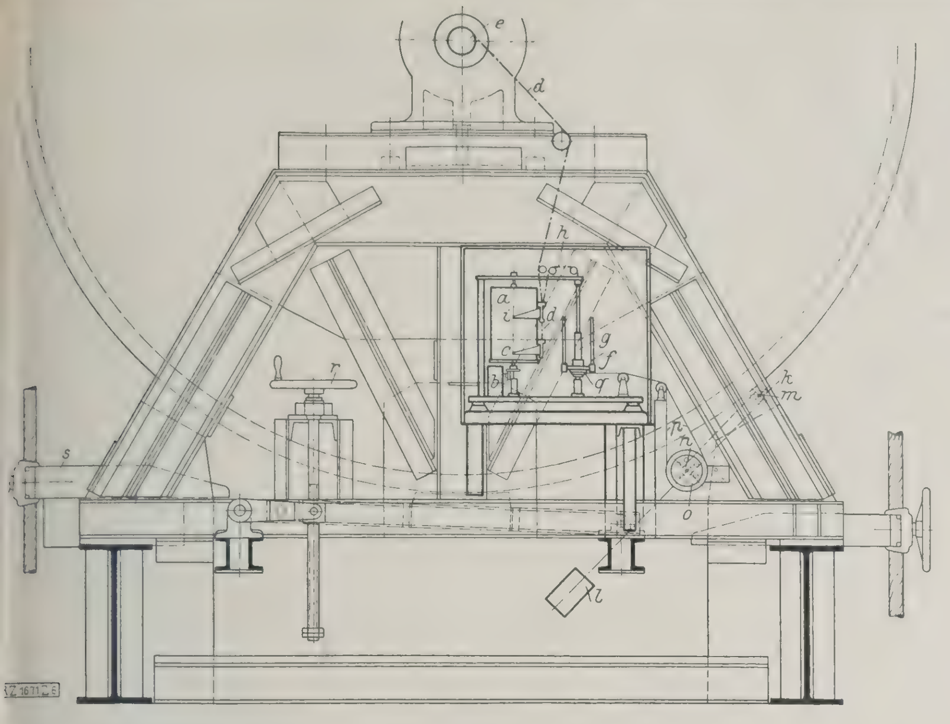


Abb. 6.
Fußsche Meßeinrichtung am Seilscheibenbock zur Bestimmung des Seilweges und der Geschwindigkeiten.

a Schreibtrommel
b Uhrwerk zum Antrieb von *a*
c Schreibstift für das Zeit-Weg-Diagramm
d Schnur und Draht zum Antrieb des Schreibstiftes *c*
e Schnurscheibe, auf der Seilwelle aufgeschraubt
Das Ende der Schnur *d* ist auf der Schnurscheibe *e* befestigt, da der Umdrehungswinkel ≦ 180° bleibt.
f verstellbare Seitenröhren des Kreisels
g Mittelröhre des Kreisels mit dem Schwimmer
h Schnur zum Antrieb des oberen Schreibstiftes *i*
i Schreibstift für die Geschwindigkeit
k Reibungsrolle zur Übertragung der Seilgeschwindigkeit vom Umfang der Seilscheibe auf den Kreisel
l Gegengewicht für *k*
m Schnurscheibe, konzentrisch zur Reibungsrolle *k*
n kleine Schnurscheibe
o große Schnurscheibe
p Schnur von der Scheibe *o* zum Kreisel
q große und kleine Schnurscheibe am Kreisel
r Handrad zur Bremse
s Seilklemmvorrichtung

. 7000 Umdrehungen hatten sich die Widerstände um va 25 vH vermindert. Rechnet man die durch die Vorrsuche gefundenen Reibungswerte der Modell-Tonnenger so um, daß sie einer in der Seilachse wirkenden aft bei den natürlichen Größenverhältnissen des Hebeerks entsprechen, so ergeben sich für die beiden Verchslager zusammen anfänglich 15 kg, später 11 kg, d. h.

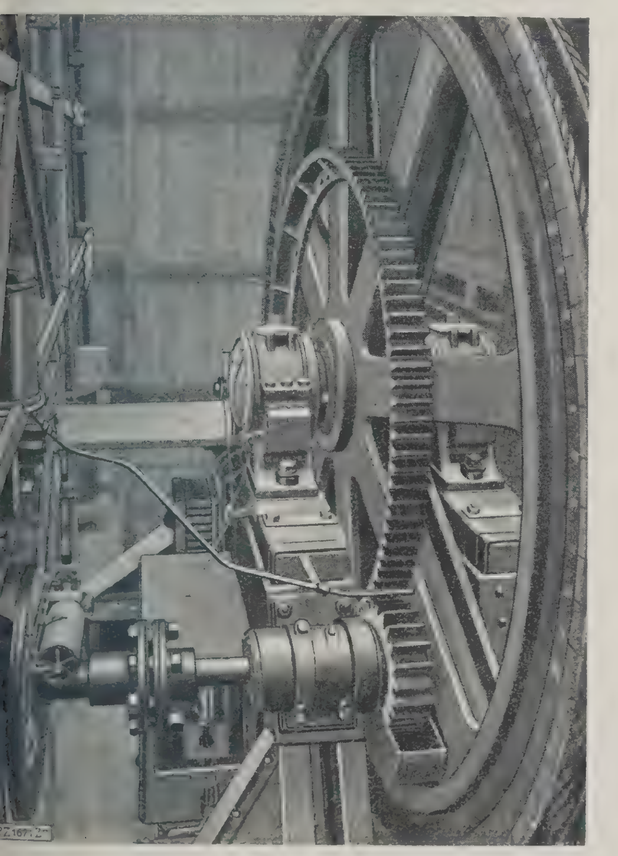


Abb. 7
Versuchstand mit Seilscheibenantrieb, Gleitlager, Fußscher Meßvorrichtung und Torsionsdynamometer, Bauart Bamag-Vieweg, mit Ottscher Schreibvorrichtung.

Abb. 8 und 9
Torsionsdynamometer, Bauart Bamag-Vieweg, mit Ottscher Schreibvorrichtung.

a Schreibtrommel
b Uhrwerk zum Antrieb von *a*
c Drehfeder (Torsionsstab)
d Rolle zum Antrieb von *f*
e Feder zur Übertragung des Drehwinkels auf die Rolle *d*
f Schreibstift

rd. 0,1 vT der Lagerbelastung. Für die Dahlemer Versuche, bei denen Lagerreibung und Seilsteifigkeit nicht getrennt werden konnten, war die Feststellung durch die Dessauer Vorversuche sehr wichtig.

Entwicklung der Versuchsverfahren auf dem Seilversuchsturm

Die Versuche wurden Ende August 1925 mit dem Gewichtsverfahren begonnen. Die Messung der Anfahrwiderstände war zuerst mit Schwierigkeiten verknüpft. Es zeigt sich vielfach, daß der Anfahrwiderstand während der ersten sehr langsamen Bewegung zunahm, so daß die Seilscheibe wieder zum Stehen kam oder die Bewegung immer langsamer und langsamer wurde, Zahlentafel 1. Die Bewegungswiderstände wurden beim Gewichtsverfahren derart ermittelt, daß man einen Teil des Übergewichtes nach einer gewissen Strecke abfing und dieses Teilgewicht oder die Beschleunigungsstrecke solange veränderte, bis die gewünschte gleichmäßige Geschwindigkeit auftrat. Bei der Ausführung der Versuche zeigte es sich, daß das beabsichtigte Verfahren nur sehr langsam zum Ziele führte, weil einmal die Anfahrwiderstände sich dauernd änderten, vor allem aber weil nach der kurzen Strecke, die zur Beschleunigung rechnerisch erforderlich erschien, der Übergang von der halbtrockenen zur flüssigen Lagerreibung noch nicht vollzogen

Zahlentafel 1
Anfahrwiderstände nach langen Stillstandzeiten mit Gleitlagern (Bamag) und Kreuzschlag-Rundlitzenseilen
Die Versuchsergebnisse sind in der richtigen Zeitfolge auszugweise wiedergegeben

		Stillstandsdauer h	Lagertemperatur °C	Widerstände bei Linksdrehung kg	kg	kg	Rechtsdrehung kg	kg	kg	Schmiermittel
Messungen nach dem Gewichtsverfahren	2. Oktober bis 4. November 1925	—	+18	616	722,5	722,5				Verschiedene Schmieröle
		1	+18				662,3	758	758	
		69	+11				722	762	772	
		15¾	+12				712	784	784	
		4¼	+ 9	682	763	763				
		18¾	+ 2	811	811	811				
		3	+ 8				734	734	734	
		15	+ 4,5				710	710	710	
		4½	+ 6,5				659	757	757	
		44¾	+ 5	626	763	763				
		16	+ 1	676	773	773				
		15¼	+ 6				720	720	720	
		16¼	+14				752,7	811	811	
		16¼	+12				901	901	901	
		5½	+16				879	879	879	
		2	+15	626	626	626				
		20¼	+10,5	875	875	875				
		44	+ 6,5	679	679	679				
		23	+ 8,5	614	614	614				
		24	+13	740	740	740				
Messungen mit Zahnradantrieb und Torsionsdynamometer	18./23. 2.*) 1926	14	+ 7	750	785		700	785		Sondermineralfett
		8½	+34,7	765	720		720	785		
		43½	+ 6,9	740	750		725	805		
		6½	+33	750	750		715	770		
		15½	+ 9,1	750	785		715	820		
	24.2.*)/1.3. 1926	14	+ 7,6	800	580		405	495		
		8	+28,6	530	520		395	475		
		16	+ 9,2	565	565		440	550		
		3	+35,3	870	760		640	690		
		44	+35,1	770	770		720	785		
	2. bis 8. 3. 1926	21	+ 5,4	775	775		720	785		Voltolöl
		15½	+ 7,8	840	775		750	810		
		6¼	+37,6	990	995		985	1035		
		15½	+ 4,9	1060	1220		1055	1220		
		8	+34,8	1070	1155		1185	1220		
	9. bis 15. 3. 1926	12	+ 4,3	1085	975		875	995		Valvolineöl
		13½	+ 3,6	940	1190		990	1205		
		17	+ 8	1120	1255		1055	1310		
		5	+ 8,3	720	805		1000	960		
		46	+ 3,4	1075	1240		1015	1270		

*) Vermutlicher Beginn der Zerstörungserscheinungen in den Lagerflächen.

Bemerkungen: 1. Bei den Messungen nach dem Gewichtsverfahren stellen die drei aufeinander folgenden Zahlen folgende Werte dar: 1. Eintritt der ersten sichtbaren Bewegung, die von selbst wieder zum Stillstand kommt; 2. Eintritt der ersten unbeschleunigten Bewegung; 3. Beginn der beschleunigten Bewegung.

2. Bei den Messungen mit dem Torsionsdynamometer bezeichnet die erste Zahl den bei Eintritt der Bewegung gemessenen Anfangswiderstand, die zweite Zahl den während einer darauf folgenden sehr langsamen Bewegung entstandenen Höchstwert.

3. Bei den Messungen mit dem Torsionsdynamometer ist die Rechtsbewegung gleich im Anschluß an die Linksbewegung oder umgekehrt ausgeführt worden. Wegen der langsamen Geschwindigkeit (0,5 bis 1 cm/s am Seil gemessen) ist der für den Widerstand allein maßgebende Zustand des Schmierfilmes für beide Drehrichtungen derselbe geblieben.

4. Bei den Messungen mit dem Torsionsdynamometer sind die Temperaturen in den Lagerschalen gemessen; die hohen Temperaturen sind durch künstliche (elektrische) Anwärmung erzielt. Die Temperaturen bei den Messungen mit dem Gewichtsverfahren sind in der freien Luft festgestellt.

war. Dieser Übergang konnte, wie die Vorversuche d Bamag auch gezeigt hatten, erst nach mindestens et 0,4 Umdrehung der Seilscheibe eintreten.

Der elektrische Antrieb wurde Ende 19 in den Versuchsturm eingebaut. Gleichzeitig wurde d elektrische Lagerheizvorrichtung angebracht. Bei ein Außentemperatur von + 4 ° C erwärmte sie in fünf Stu den beide Lager bis + 32 °C. Mit dem Anlasser des M tors wurden Vorrichtungen zum elektromagnetisch Ein- und Ausrücken der Laufwerke für die Fußsch und die Ottschen Geräte verbunden, wodurch sich der Bedienung wesentlich vereinfachte. Der elektrische A trieb mit dem Torsionsdynamometer ermöglichte, die g wünschte Geschwindigkeit ohne Probieren zu erreiche ferner durch gleichzeitige Aufnahme der Diagramme den Fußschen und Ottschen Meßgeräten den gesamt Bewegungsvorgang und den in jedem Zeitpunkt der B wegung vorhandenen Gesamtwiderstand von Lager u Seil zahlenmäßig zu erfassen und festzuhalten und die Versuchzeit bedeutend abzukürzen.

Wohl traten zweierlei Art Störungen auf. Erste entstanden beim Anfahren mit dem Motor Massenschwi gungen, zweitens überlagerte sich dem Anfahrwidersta aus Lagerreibung und Seilsteifigkeit noch der Masse trägheitswiderstand infolge der Anfahrbeschleunigun Zur Herabsetzung der Anfahrbeschleunigung wurde z nächst der Anfahrstoß durch Vorschalten eines Flüssi keitsanlassers gemildert. Dann wurde vor jeder Fah der Torsionsstab unter Vorspannung gesetzt. Auch tru die bessere Übung der Versuchsmannschaft beim Ei schalten zur Verminderung der Schwingungen bei. D eigentliche statische Anfahrwiderstand wurde schließlic gefunden, indem die Motorwelle mittels einer Handkurb vorsichtig angedreht wurde, bis die erste Bewegung ei trat. Abb. 10 und 11 zeigen zusammengehörige Diagramm blätter der Fußschen und Ottschen Meßgeräte. Vor jede Bewegungsmessung ist der statische Anfahrwiderstan mittels Handkurbel bestimmt, womit dem Torsionsstab zu gleich die zur Verminderung des Anfahrstoßes e wünschte Vorspannung gegeben wurde. Das Bewegung diagramm ergibt zunächst den dynamischen Anfahrwide stand und dann den Bewegungswiderstand.

Anfahrwiderstände nach langen Stillstandspausen mit Gleitlagern

Sämtliche nach längeren Stillstandpausen geme senen Anfahrwiderstände sind in Zahlentafel in zeitlicher Aufeinanderfolge zusammengestellt. Die g messenen Widerstände geben die Summe von Lagerre bung und Seilwiderstand an. Die später angestellten Ve suche mit Rollenlagern gestatten es jedoch unter Verwe dung der Dessauer Versuchsergebnisse, eine ungefähr Trennung vorzunehmen, und zwar sind von den Werte in Zahlentafel 1 etwa 100 bis 150 kg für den Seilwiderstan abzusetzen.

Das Verhalten der Gleitlager während der Messu gen mit dem Gewichtsverfahren und in der ersten Woc der Messungen mit elektrischem Antrieb war normal. D höchste, mit dem Gewichtsverfahren gemessene Anfah widerstand beträgt 901 kg bei Voltolöl-Schmierun + 12 °C Luft- und Lagerwärme, 16¼ h vorangegangen Stillstandzeit und 95 t Gesamtlast für beide Lage

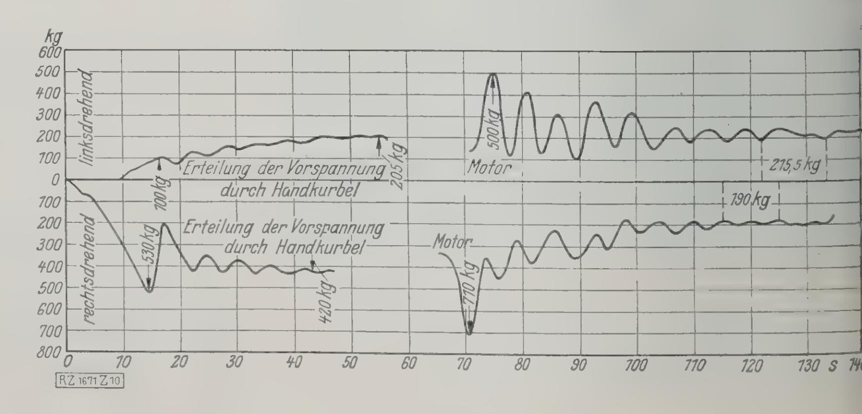


Abb. 10
Schaulinien der Anfahr- und Bewegungswiderstände, mit der Drehmoment-Meßvorrichtung von Bamag-Vieweg-Ott aufgenommen.

Zahlentafel 2

sammenstellung einiger Versuchsreihen über die Messung von Anfahrwiderständen nach rzerer Stillstandsdauer mittels Torsionsdynamometer und Handkurbelantrieb (Auszug).

Tag der Versuche	Art der Versuche	Nr. des Versuchs	Lagerwärme °C	Zahl der Fahrten vor dem Versuch	Geschwindigkeit bei den vorher ausgeführten Fahrten cm/s	Stillstandsdauer vor der Messung min	Anfahrwiderstand bei Beginn der Bewegung kg	Widerstand während der Bewegung mittels Handkurbel kg	Drehrichtung L = links R = rechts
. Febr. 1926	I. Mineralfettschmierung Ungeheizte Lager	1	8,3	—	—	170	770	786,5	L
		2	8,2	2	7,4	27	355	366,5	R
		3	8,2	3	8,0	20	360	415	L
		4	8,1	3	8,0	25	300	365	R
		13	—	3	14,4	10	220	260	L
		14	9,0	13	12,0	15	175	260	R
		15	—	3	12,4	9	150	200	L
. Febr. 1926	II. Mineralfettschmierung Geheizte Lager	1	34,6	—	—	1120	635	520	R
		2	34,6	3	9,4	25	560	540	L
		7	34,9	3	15,0	15	560	625	R
		8	31,7	13	12,0	20	485	530	L
		9	28,5	3	11,8	10	325	440	R
. März 1926	III. Voltolölschmierung Ungeheizte Lager	1	5,4	—	—	135	865	881,5	L
		2	5,5	3	9,9	20	455	410	R
		7	5,9	3	14,8	5	160	260	L
		8	5,6	13	12,0	25	160	240	R
		9	6,2	3	12,0	12	315	340	L
4. März 1926	IV. Voltolölschmierung Geheizte Lager	1	35,9	—	—	1130	1185	1084,5	L
		2	35,2	3	9,8	30	1070	1114	R
		7	32,9	3	14,7	13	790	920	L
		8	35,2	13	12,0	22	1050	1035,5	R
		9	35,7	3	12,3	5	835	941	L
9. März 1926	V. Valvolineölschmierung Ungeheizte Lager	1	9,8	—	—	450	865	695,5	L
		2	9,9	3	10,0	13	740	592	R
		3	10,0	3	9,8	8	390	483	L
		4	9,9	3	9,9	52	950	697,5	R
		7	10,0	3	15,0	5	390	453	L
		8	10,0	13	12,0	29	350	345,5	R
		9	10,0	3	12,0	8	370	461	L
10. März 1926	VI. Valvolineölschmierung Geheizte Lager Mittlere Temperatur	1	21,0	3	—	220	1265	1000,5	R
		2	21,5	3	9,7	10	780	906	L
		7	22,0	3	14,0	3	950	884	R
		8	20,5	13	12,0	18	700	699	L
		9	19,8	3	11,4	5	985	912	R
11. März 1926	VII. Valvolineölschmierung Geheizte Lager Hohe Temperatur	1	35,0	—	—	375	1010	1054	L
		2	33,4	3	9,7	19	1040	1071,5	R
		7	35,5	3	14,7	10	945	1022	L
		8	35,8	13	12,0	30	1100	1084,5	R
		9	34,6	3	12,0	10	895	1032,5	L

Die Zahlenwerte sind auszugweise in der Reihenfolge wiedergegeben, in der sie ermittelt worden sind. Die durch den Handkurbelantrieb rvorgerufene Bewegung wurde so lange fortgesetzt, bis der Höchstwert oder ein annähernd gleichmäßiger Wert des Widerstandes erreicht wurde. Die schwindigkeit bei dem Handkurbelantrieb betrug 0,5 bis 1 cm/s.

er kleinste Anfahrwiderstand beim Gewichtsverfahren rgab sich zu 614 kg bei +8,5 °C Luft- und Lagerärme, 23 h vorangegangener Stillstandzeit, alles andere ie vor. Die Anfahrwiderstände bei der Fettschmierung hwankten zwischen 680 und 830 kg. Die Lagerwärme atte keinen Einfluß auf die Anfahrwiderstände; ein Beeis dafür, daß halbmetallischer Berührungszustand vaegen mußte. Das Verhalten der Gleitlager nach dem 23. Februar kann dagegen nicht mehr als normal bezeichnet werden. Bei den Versuchen selbst zeigte sich zunächst noch nichts Auffälliges. Erst am 3. März wurde ein merkliches Anwachsen der Widerstände und am 8. März 1926 wurden die ersten Anfressungen an einem Zapfen beim Reinigen der Lager zufällig entdeckt. An den folgenden Tagen stellten sich beim Anfahren knirschende bis schlagartige Geräusche ein. Die Diagramme am Torsionsdynamometer bei den Fahrversuchen zeigten bedeutende Schwankungen. Später zeigten sich weitere Anfressungen am Zapfen.

Das Versuchstagebuch gibt an, daß am 23. Februar die Versuche zum ersten Mal in der Weise durchgeführt worden sind, daß vor der Messung erst

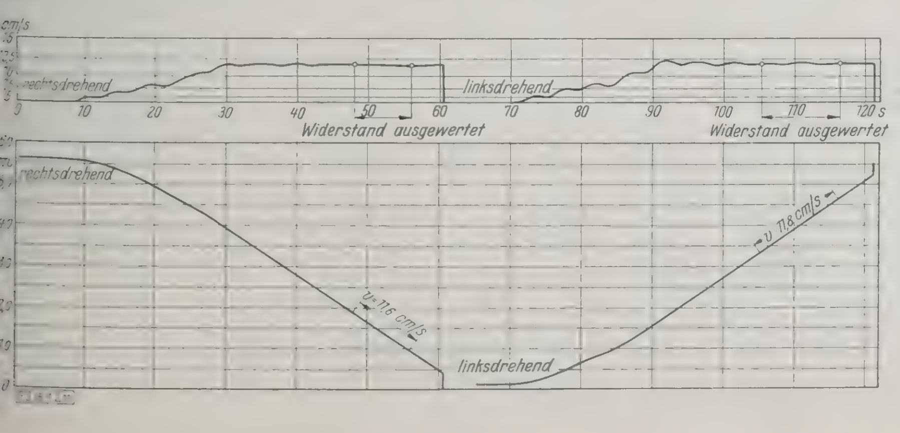


Abb. 11
Weg - Zeit - Diagramm, mit dem Fußschen Gerät aufgenommen, oben Geschwindigkeitsdiagramm, zu den beiden Motorfahrtkurven von Abb. 10 gehörig.

fünfmal, ohne zu messen, hin und her gefahren wurde. Diese unsanfte Behandlung der Lagerschalen mag der erste Anlaß gewesen sein, durch den das Gefüge der Oberflächenschicht der Lagerschale gelockert wurde; denn nach dem 23. Februar fiel der Anfahrwiderstand erst plötzlich ab und stieg dann allmählich bis zu einem Höchstwert von 1220 kg an, der am 5. März erreicht wurde; die hohen Werte blieben bis zum 15. März bestehen. Da es auch beim Schiffshebewerk möglich wäre, daß sich an den Lagern hin und wieder Anfressungen bilden, so würde man für die Bemessung der Antriebmaschinen bei Verwendung von Gleitlagern auch die hohen gemessenen Werte des Anfahrwiderstandes teilweise berücksichtigen müssen. Das Ergebnis der Anfahrwiderstand-Messungen nach längeren Stillstandpausen wäre daher einschl. der Seilsteifigkeit von 100 bis 150 kg:

Kleinstwert rd. 600 kg oder 1,33 vH der Seillast, normaler Höchstwert rd. 900 kg oder 2 vH der Seillast, außergewöhnlicher Höchstwert rd. 1200 kg oder 2,67 vH der Seillast.

Als Mittelwert ergibt sich also 2 vH der Seillast.

Anfahrwiderstände nach kurzen Stillstandzeiten

Die Anfahrwiderstände nach kurzen Stillstandzeiten sind wesentlich niedriger als die nach langen Stillstandzeiten. Die untere Grenze ist hier der Bewegungswiderstand, der vor der Messung am Ende der vorhergegangenen Fahrt geherrscht hatte. Mit wachsender Stillstandzeit und mit wachsender Lagertemperatur werden die Anfahrwiderstände immer größer. Die in Zahlentafel 2 dargestellten Meßergebnisse sind bei Handkurbelantrieb gewonnen. Die Zeitdauer vom Ende der letzten Bewegung bis zum Eintritt des Höchstwertes für den Anfahrwiderstand hängt vom Schmiermittel, von der Lagerwärme und andern Umständen ab. Sie schwankt zwischen wenigen Minuten und mehreren Stunden. Wegen der frühzeitigen Aufgabe der Gleitlagerversuche konnten die in dieser Hinsicht angestellten Beobachtungen nicht zum Abschluß gebracht werden.

Bewegungswiderstände

Die mit dem Gewichtsverfahren gewonnenen Ergebnisse sind in der Zahlentafel 3 wiedergegeben. Der kleinste Wert beträgt 170 kg bei einer Geschwindigkeit von 9,7 cm/s und einer Luftwärme von + 15 °C. Zahlentafel 4 enthält Ergebnisse der mit dem elektrischen Antrieb gemessenen Bewegungswiderstände. Bei jeder einzelnen Versuchsfahrt wurden drei Zahlenwerte gewonnen, nämlich

1. der vor der ersten Motorfahrt mit der Handkurb gemessene statische Anfahrwiderstand;
2. der beim Anziehen des Motors aufgezeichnete Ar fahr- und Beschleunigungswiderstand, dynamische Anfahrwiderstand;
3. der nach dem Übergang von der halbtrockenen zu fast flüssigen Reibung wirkende Bewegungswide stand. Es erscheint unsicher, ob die flüssige Re bung erreicht worden ist.

Der kleinste Wert des letzteren betrug 175,5 kg bei Voltolö schmierung, ungeheizten Lagern, einer Lagerwärme vo + 6,0 °C und einer Geschwindigkeit von 12 cm/s. Jede Versuch bestand aus einer Reihe von drei Fahrte Links—Rechts—Links und Rechts—Links—Rechts.

Zahlentafel 3

Übersicht über die mittels des Gewichtsver fahrens gemessenen Bewegungswiderständ bei Gleitlagern der Bamag und mit Kreuz schlag-Rundlitzenseilen von 52 mm Dm

Versuch	Geschwindigkeit cm/s	Größter Bewegungswiderstand L = Linksdrehung R = Rechtsdrehung L	R	Kleinster Bewegungswiderstand L	R	Zahl der zu Grunde liegenden Messungen
1	2,5	426				1
2	4,5 bis 5,0	516	643	256	302	5
3	5,1 „ 6,0	—	573	—	236	5
4	6,1 „ 7,0	491	570	271	196	12
5	7,1 „ 8,0	376	480	261	241	5
6	8,1 „ 9,0	376	540	251	216	14
7	9,1 „ 10,0	386	465	170	179	13
8	10,1 „ 11,0	356	480	249	179	10
9	11,1 „ 12,0	389	536	180	196	17
10	12,1 „ 13,0	311	526	190	186	18
11	13,1 „ 14,0	331	526	286	179	15
12	14,1 „ 15,0	351	345	251	189	10
13	15,1 „ 20,0	291	464	261	179	18
14	20,1 „ 25,0	301	444	256	189	33
15	25,1 „ 28,4	311	375	251	209	31
		Gesamtzahl aller Messungen				207

Der Vergleich der angegebenen Zahlenwerte läßt erkennen, daß de offenbar nur geringfügige Einfluß der Geschwindigkeit und der Luftwärm auf die Größe der Bewegungswiderstände durch den Einfluß des Zustande des Schmierfilmes völlig überdeckt wird.

Die Versuche wurden in der Zeit vom 9. bis 30. Oktober 192 angestellt.

Die Lufttemperaturen schwankten zwischen + 5 und + 15,5 ° C.

Zahlentafel 4

Zusammenstellung einiger Versuchsreihen über die Messung von Bewegungswiderstände beim elektrischen Antrieb der Seilscheibe (Auszug).

Gleitlager (Bamag). Schmiermittel: Sonder-Mineralfett (Bamag). Kreuzschlag-Rundlitzenseile. Die Messungen sind mi dem Torsionsdynamometer ausgeführt.

Tag der Versuche	Art der Versuche	Nr. des Versuchs	Lagertemperatur °C	Linksdrehung: Statischer Anfahrwiderstand (Handkurbelantrieb) kg	Linksdrehung: Statischer und dynamischer Anfahrwiderstand (Motorantrieb) kg	Linksdrehung: Kleinster Bewegungswiderstand bei der Motorfahrt kg	Linksdrehung: Geschwindigkeit bei der Motorfahrt zur Zeit des kleinsten Bewegungswiderstandes cm/s	Rechtsdrehung: Statischer Anfahrwiderstand (Handkurbelantrieb) kg	Rechtsdrehung: Statischer und dynamischer Anfahrwiderstand (Motorantrieb) kg	Rechtsdrehung: Kleinster Bewegungswiderstand bei der Motorfahrt kg	Rechtsdrehung: Geschwindigkeit bei der Motorfahrt zur Zeit des kleinsten Bewegungswiderstande cm/s
17. Februar 1926	I. Während des Versuchs allmählich geheizte Lager	1	+ 5,6	409	715	290	5,0	—	480	271	9,6
		4	+15,3	350	540	271	10 5	357,5	590	252,5	10,6
		7	+25,2	470	720	318,5	13,9	404	660	294	12,5
		11	+34,9	705	810	448	12,4	510	730	444,5	12,4
23. Februar 1926	II. Ungeheizte Lager	1	+ 8,3	786,5	1060	399,5	7,8	—	715	346	8,1
		7	+ 8,1	300	560	230	9,9	235	600	215	10,1
		11	+ 8,3	210	450	203,5	11,5	350	585	200	15,0
		16	+ 8.5	285	530	214,5	17,0	225	525	195	17,4
26. Februar 1926	III. Lager vor dem Versuch angeheizt	1	+34.6	325	650	366	9,8	635	770	301	9,4
		5	+34,9	635	890	426,5	11,7	450	780	372	10.0
		10	+34,9	470	790	412	14,8	625	940	341,5	15 2
		16	+23,9	315	640	328,5	12,0	540	815	273,5	12,2

..hlußbemerkung zu den Versuchen mit Gleitlagern

Der Vergleich mit den Dessauer Versuchen, bei ..en der Reibungsbeiwert der flüssigen Reibung ..,0033 betrug, so daß dementsprechend der Grenzwert .. Bewegungswiderstandes bei flüssiger Reibung bis .. etwa 120 kg einschl. der Seilsteifigkeit von etwa .. kg hätte herabgehen müssen, lehrt, daß bei den ..hlemer Versuchen der untere Grenzwert des Be..wegungswiderstandes nicht erreicht worden ist. Der ..inste gemessene Wert beträgt 170 kg bei Voltolöl..smierung und Lagerschalen aus Bleibronze. Es folgt ..raus weiter, daß die zur Bildung eines tragenden Öl..filmes notwendigen Grundbedingungen bei den Dah..ler Versuchen nicht gegeben waren. Die Haupt..sachen dafür mögen folgende gewesen sein:

1. Die zu kurzen Fahrstrecken, so daß ungenügende Selbstschmierung vorhanden war. Das Gebiet der reinen Flüssigkeitsreibung wurde im Gegensatz zu den Dessauer Versuchen und den beim Hebewerk zu erwartenden Verhältnissen nicht erreicht.
2. Die pendelartigen Bewegungen des Lagerzapfens, so daß der in Bildung begriffene Ölfilm zerrissen wurde.
3. Die Erwärmung der Lagerkörper.

Versuchserfahrungen mit den Rollenlagern

Über die wirklichen Anfahr- und Bewegungswider..ände der Lager ließ sich am Versuchsturm nichts fest..ellen, weil der Lagerwiderstand hier nur einen kleinen ..ruchteil des Gesamtwiderstandes von Lagern und Seilen ..smacht. Die Versuchsergebnisse haben daher ihren ..auptwert für die Feststellung der reinen Seil..teifigkeit.

Seilsteifigkeit

Zunächst wurden die beiden Kreuzschlag-..undlitzenseile (Felten & Guilleaume) untersucht, ..e bereits bei den Gleitlagerversuchen benutzt worden ..aren. Die gemessenen Anfahrwiderstände schwankten ..wischen 115 und 160 kg und lagen im Mittel bei ..30 kg. Zieht man 10 bis 15 kg für die Lagerreibung ..er Rollenlager ab, so bleibt für den Anfahrwert ..er Seilsteifigkeit ein zwischen den Grenzen 100 ..nd 150 kg schwankender Wert. Die untere Grenze ..t hierbei gleich dem Bewegungswiderstand. Stillstand..eiten hatten auf den Anfahrwiderstand keinen merk..chen Einfluß. Für ein einzelnes Seil ergibt sich ein ..nfahrwiderstand von 50 bis 75 kg oder 0,22 bis 0,33 vH ..er Seillast.

Die gemessenen Bewegungswiderstände lagen ..wischen 110 und 120 kg, die dabei gemessenen Seil..eschwindigkeiten zwischen 11,0 und 28,4 cm/s. Eine Ab..ängigkeit des Bewegungswiderstandes von der Seil..eschwindigkeit konnte innerhalb dieses Bereiches nicht ..stgestellt werden; auch Luft- und Lagerwärme mach..n nichts aus. Nach Abzug der Lagerwiderstände bleibt ..ir die Seilsteifigkeit während der Bewegung ein Wert ..on 95 bis 110 kg, oder für ein einzelnes Seil von 47,5 ..is 55 kg, d. i. 0,21 bis 0,24 vH der Seillast.

Über die Ergebnisse der weiteren Versuche sei hier ..ur noch mitgeteilt, daß bei den Längsschlag-Dreikant..tzenseilen von Felten & Guilleaume die Anfahrwider..ände einschließlich Lagerreibung der Tonnenrollen..ger zwischen 130 und 95 kg lagen, und im Mittel 110 kg ..etrugen, während die Bewegungswiderstände im Mittel ..0 kg erreichten. Bei den Längsschlag-Rundlitzenseilen ..on Felten & Guilleaume lagen die Anfahrwiderstände ..wischen 120 und 90 kg, sie betrugen im Mittel 106 kg; ..ie Bewegungswiderstände beliefen sich im Mittel auf ..5 kg. Alle Zahlen liefern nach Abzug der Lagerreibung ..on schätzungsweise 15 kg die gesuchte Seilsteifigkeit für ..ie Doppelseillast von 45 000 kg.

Seildehnung

Über die Dehnung der Seile wurden zahlreiche ..essungen angestellt. Bei jeder Messung befanden sich ..e Körbe in der Mittellage. Die Meßmarken sind auf der Oberfläche der Seile in Abständen von etwa 1,0 m angeritzt. Das Ostseil zeigte nach achtmonatlicher Liegezeit eine Gesamtdehnung von 177 mm, davon als bleibende Dehnung 111,2 mm und als elastische Dehnung 65,8 mm, das Westseil wies eine Gesamtdehnung von 169,5 mm, eine bleibende Dehnung von 81,3 mm und eine elastische Dehnung von 88,2 mm auf. Die Dehnung bei den 1 m langen Einzelstrecken verhalten sich nicht gleichmäßig, was durch das Aufdrehen der Seilenden beim Befestigen in den Seiltöpfen verursacht ist.

Reibung zwischen Seil und Seilscheibe

Bei den Versuchen über die Reibung der Kreuzschlag-Rundlitzenseile auf der Seilscheibe trat beim Entlasten des Südkorbes um 14 000 kg ganz langsames, unbeschleunigtes Gleiten ein. Der Korb wurde wieder teilweise aufgefüllt und der Versuch wiederholt. Diesmal begann das Gleiten bereits bei einer Entlastung von 12 900 kg. Ein dritter Versuch ergab wieder Gleiten bei 12 900 kg Entlastung. Darauf wurde das Gleiche beim Nordkorb versucht. Hierbei begann das Gleiten nacheinander nach einem Entlasten um 14 700 kg, 13 100 kg, 13 400 kg. Berechnet man die zugehörigen Reibungsbeiwerte μ aus der Formel

$$e^{\mu\,\alpha} = \frac{T}{t}$$

(α = Umschlingungswinkel, hier $= \pi = 3{,}14$, $T = 45\,000$ kg, $t = 45\,000$ kg abzüglich Entlastung),

so findet man für

$$t_{\min} = 30\,300 \text{ kg} \quad \mu_{\max} = 0{,}126$$

und für

$$t_{\max} = 32\,100 \text{ kg} \quad \mu_{\min} = 0{,}107.$$

Die erste Messung ergab einen größeren Wert als die folgenden, weil das Seil sich in die weiche Oberfläche der gußeisernen Seilrille eindrückt und aus dem Bett erst herausgerissen werden muß.

Bei der Vorbereitung und Durchführung der Versuche haben als Maschinenbaufachleute beratend und helfend mitgewirkt die Herren Oberingenieur *Johannes Westphal* (vom Neubauamt für den zweiten Abstieg des Hohenzollernkanals, Eberswalde), Professor *G. Fiek* (vom Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde) und Diplomingenieur *Herttrich* (von der Forschungsabteilung der Bamag-Dessau). [B 1671]

Einfluß von Aluminium und Magnesium auf die Kristallisationsfähigkeit von Glas

Die Ergebnisse der Untersuchung von 1000 der Kristallisation unterworfenen Proben 76 verschiedener Glassorten haben nach einer Arbeit von *I. I. Kitaigorodsky* zu folgenden Schlüssen geführt:

Das Vorhandensein von Al_2O_3 im Glase vermindert nicht in allen Fällen die Kristallisationsfähigkeit. Bei zunehmendem Gehalt an Alkalien wird bei sonst gleichbleibenden Nebenbedingungen die Kristallisationsfähigkeit geringer. Die Glassorten, in denen viele verschiedene Bestandteile enthalten sind, haben verhältnismäßig geringe Kristallisationsfähigkeit. Der Gehalt an CaO sollte 10 vH nicht übersteigen, auch wenn im Glase andre Bestandteile, darunter Al_2O_3, vorhanden sind. Mit abnehmendem Gehalt an CaO wird die Kristallisationsfähigkeit geringer.

Die Glassorten aber, in denen bei Vorhandensein von nicht mehr als 14 vH Alkalien der Gehalt an CaO 11 vH übersteigt, weisen hohe Kristallisationsfähigkeit auf. Dadurch, daß SiO_2 durch Al_2O_3 oder durch Al_2O_3 und MgO ersetzt wird, wird die Kristallisationsfähigkeit nicht abgeschwächt. Die Glassorten, in denen Al_2O_3 fehlt, weisen bei unverändertem Gehalt an CaO die höchste Kristallisationsfähigkeit bei geringstem Alkaliengehalt auf. Die Kristallisationsfähigkeit in einem Normalglas wird beim Ersetzen von CaO durch MgO erhöht, falls MgO als Magnesit eingeführt wird. (Bericht der Versuchsanstalt für Gesteinkunde des Plekhanoff-Institutes für Volkswirtschaftslehre, Moskau 1928).

[N 2452] *Gw.*

Thermische Eigenschaften und thermodynamische Vorgänge

Von MAX JAKOB, Berlin

Auszüge aus den Vorträgen bei der Tagung des Ausschusses für Wärmeforschung[1]), Dresden, 1. Dezember 1928.

Aus den Vorträgen ist das herausgehoben, was sich zu einer vorläufigen, schnellen Bekanntgabe eignet. Die Vorträge betrafen Eigenschaften einfacher Stoffe: Wasser und sein Satt- und Heißdampf, gasförmige, flüssige und feste Kohlensäure, und zusammengesetzter Stoffe: Lösungen, Pulver mit komprimierten Gasen in seinen Zwischenräumen, sowie thermodynamische Vorgänge: Verbrennung, Verdampfung, Verdunstung und das Arbeiten nassen Dampfes in der Dampfturbine.

Thermische Eigenschaften einfacher und zusammengesetzter Stoffe

Eigenschaften des Wassers und des Wasserdampfes

Am Tage der Sitzung des Ausschusses für Wärmeforschung in Dresden (1. Dezember 1928), über deren Ergebnisse hier berichtet werden soll, ist in dieser Zeitschrift der Vortrag erschienen, in dem *Knoblauch* die neueste Etappe der vor nahezu einem Vierteljahrhundert im Münchener Laboratorium für technische Physik begonnenen Messungen der spezifischen Wärme des überhitzten Wasserdampfes behandelt hat. Diese neuesten Versuche, von *Koch* durchgeführt, erstreckten sich auf Drücke von 30 bis 120 at und Temperaturen von Sättigung bis 450 ° und führten bis zu der spezifischen Wärme 1,967 (bei 120 at und 327 °), also bis zum Doppelten der spezifischen Wärme des Wassers. Im übrigen muß auf die Veröffentlichung verwiesen werden[2]).

Auch der Vortrag von *Jakob* über die Verdampfungswärme des Wassers und das spezifische Volumen von Sattdampf bei Temperaturen bis 250 ° soll hier erscheinen. Die Untersuchung, die gemeinsam mit *W. Fritz* ausgeführt wurde, ist eine Fortsetzung der bis 210 ° reichenden Versuche[3]) nach dem Verfahren von *Henning* und wurde mittels einer neuen Versuchseinrichtung für hohe Drücke und Temperaturen ausgeführt. Das Siedegefäß aus Chromnickelstahl ist zum Schutz gegen radiale Wärmeverluste von einem 800 mm langen und 65 kg schweren Aluminiumzylinder umschlossen, der durch drei elektrische Heizwicklungen auf die gleiche Temperatur gebracht wird wie das Siedegefäß und selbst ebenso wie Boden und Deckel des Siedegefäßes durch Aluminiumfolien und Luftschichten (Alfol-Isolierung nach *E. Schmidt*) isoliert ist. Die Ausführung der Versuche ist in der genannten Veröffentlichung[3]) genau beschrieben. Messungen wurden bei 210, 230 und 250 ° ausgeführt, Werte für Zwischentemperaturen interpoliert. Aus den Werten der Verdampfungswärme des Wassers wurden dann die des spezifischen Volumens v'' des Sattdampfes mit Hilfe der Gleichung von *Clapeyron-Clausius* berechnet. Die Genauigkeit der in Zahlentafel 1 mitgeteilten Werte wird auf etwa 2 vT geschätzt.

Wärmediagramme für feste, flüssige und gasförmige Kohlensäure

R. Plank, Karlsruhe, berichtete über eine gemeinsam mit *J. Kuprianoff* ausgeführte Untersuchung des thermischen Verhaltens der Kohlensäure. Für die Berechnung von Anlagen zur Erzeugung der „Trockeneis" genannte festen Kohlensäure, die in neuester Zeit, besonders i Amerika, industrielle Bedeutung gewonnen hat, brauch man thermodynamische Diagramme der Kohlensäure, di alle drei Aggregatzustände umfassen. Die reichliche aber in der Literatur verstreuten Versuchsangaben, wo aus die wenig bekannten Drosselversuche von *Jenki* und *Pye*, *Jenkin* und *Shorthose* sowie von *Burnett* genann werden sollen, boten genügenden Anhalt, um ein neue T, s-Diagramm und ein neues i, p-Diagramm aufzustel len, das sich über Temperaturen von — 100 ° bis + 150 und Drücke von 0,1 at bis 120 at erstreckt und alle dre Aggregatzustände wiedergibt. Wichtige, zum Teil syste matische Abweichungen von den älteren Diagrammen vo *Langen* und von *Eichelberg* wurden erörtert. Besonder wurde darauf hingewiesen, daß die Linien konstante Wärmeinhaltes in dem neuen T, s-Diagramm die Grenz kurven nach Neigung und Art so durchsetzen, wie e die Thermodynamik verlangt, z. B. die obere Grenzkurv mit einem Knick, den kritischen Punkt mit einer Wende kurve[4]).

Spezifische Wärme von Lösungen

Leitner, Berlin, hat die spezifische Wärme wässerige Kochsalzlösungen unter verschiedenen Bedingunge kalorimetrisch gemessen und ihre Abhängigkeit vo Temperatur und Konzentration im ganzen möglichen Be reich durch ein räumliches Diagramm dargestellt[5]). Hier nach steigt die spezifische Wärme bei kleiner Konzen tration mit der Temperatur zunächst ein wenig an und fällt dann in der Nähe des Siedepunktes ziemlich stei ab; bei großer Konzentration fehlt der Anstieg gänzlich

Wärmeleitung pulverförmiger Körper

Nach der klassischen kinetischen Gastheorie ist die Wärmeleitzahl der Gase vom Druck unabhängig; daher dürfte auch die „äquivalente" Wärmeleitzahl eines Pulvers durch den Druck der Luft in den Zwischenräumen nicht beeinflußt werden. Es ist das Verdienst *Smoluchowskis*, schon im Jahre 1910 durch Messungen gezeigt zu haben, daß mit abnehmendem Gasdruck die Wärmeleitzahl von Pulvern stark sinkt, z. B. bei einer Verringerung des Luftdrucks von 730 auf 0,1 mm Q-S auf $^1/_{100}$ des ursprünglichen Wertes. Er erklärte die Erscheinung mit dem von ihm noch 10 Jahre früher entdeckten Temperatursprung an der Berührungsstelle zwischen Gas und Pulverkorn. *W. Nußelt* berichtete nun über gemeinsam mit *Hengst* ausgeführte Versuche auf diesem Gebiet, wobei der Druck bis 50 at gesteigert und die Art des Gases zwischen den Pulverkörnern geändert wurde. *Nußelt* ist von der Seite der hohen Drücke her auf das Problem gestoßen, nämlich bei neueren chemischen Verfahren, bei denen hohe Drücke und Temperaturen gleichzeitig angewendet werden, was dazu führt, daß die Wärmeisolation unter Druck stehen muß, wie bei der Darstellung von Ammoniak aus der Luft nach *Haber-Bosch*.

Zur Messung der Wärmeleitzahl des Pulvers (bisher ausschließlich Diatomitmehl) haben *Nußelt* und *Hengst* das Kugelverfahren benutzt. Abb. 1 zeigt die Abhängigkeit der äquivalenten Wärmeleitzahl des Pulvers von Druck und Art des Gases bei 50 ° für Luft, Wasserstoff, Methan, Kohlensäure und ein Gasol genanntes Kohlenwasserstoffgemisch. Man beachte die verhältnismäßig hohe Wärmeleitzahl bei Füllung mit Wasserstoff. Die

Zahlentafel 1
Verdampfungswärme des Wassers und spezifisches Volumen von Sattdampf

t °C	r kcal/kg	v'' m³/kg
210	453,2	0,1041
220	443,1	0,08595
230	432,5	0,07141
240	421,3	0,05964
250	409,5	0,05006

[1]) Zum Teil nach eigenen Berichten der Vortragenden.
[2]) Os. Knoblauch und We. Koch, Z. Bd. 72 (1928) S. 1733. Auch diese Arbeiten sind zum großen Teil mit Geldmitteln des Vereines deutscher Ingenieure durchgeführt worden.
[3]) *M. Jakob*, Forschungsarbeiten Heft 310 (1928) S. 9.
[4]) Die Arbeit wird in den Beiheften zur Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie erscheinen.
[5]) *A. Leitner*, Archiv f. Wärmewirtschaft Bd. 9 (1928) S. 233.

-chleunigte Zunahme der Wärmeleitzahl mit dem ·uck bei Kohlensäure und Gasol scheint durch die Nähe res kritischen Punktes bedingt zu sein.

Die Versuche werden mit andern Pulvern und bei heren Drücken (möglichst bis 1000 at) fortgesetzt ·rden.

Thermodynamische Vorgänge

Verbrennungsvorgänge

Bošnjaković, Dresden, führte seine auf der Zustands- eichung der Verbrennungsgase beruhende Brenn- offanalyse mit der Bombe vor[6]). Bei diesem ·rfahren hat man für die Analyse keine einzige be- ndre Wägung mit der chemischen Wage nötig. hließt man die Analyse an die Heizwertbestimmung an, kann man in weniger als ½ h Heizwert und Analyse ·halten, während die übliche Analyse im Verbrennungs- en etwa 3 h erfordert. *Mollier*, Dresden, wies in der ussprache darauf hin, daß man mit diesem Schnellver- hren zugleich, wie an Normalstoffen und durch Ver- eichsanalysen nachgewiesen sei, eine große Genauig- it (etwa 2 vT) erziele.

Über die Fortschritte seiner optischen Unter- uchungen von Explosionsvorgängen be- chtete *Lindner*, Dresden. Wie bereits in der Januar- agung 1928[7]) mitgeteilt, benutzte er das *Töplersche* chlierenverfahren. Hierbei wird die in einer kugel- örmigen Bombe bei der Explosion auftretende Änderung er Dichte durch zwei Fenster der Bombe auf eine um- ufende Filmscheibe photographiert. Die Scheibe macht 0 000 U/min, und es werden jeweils 7 Bilder der Explosion während eines einzigen Umlaufes aufgenommen. Dies erfordert eine außerordentlich feine Steuerung der Zündung, des elektrischen Beleuchtungsfunkens und der Zeitmarkierung. Bei jedem Umlauf der Filmscheibe fällt zweimal ein Lichtstrahl durch eine radiale Bohrung der Welle auf eine photoelektrische Zelle, die den Lichtblitz in eine elektrische Stromschwankung umsetzt; diese Schwankung wird über Verstärkerröhren auf einen Glimmlicht-Chronographen übertragen. Außer der Glimmlichtschwankung werden auf der Filmscheibe auch die Schwingungen einer Stimmgabel aufgenommen.

Aus der Reihe der vorläufigen Versuche wurden u. a. Lichtbilder der Flammenfront der Explosionswelle für verschiedenartige Zündungen gezeigt. Man sah ferner, daß der Höchstwert der in der üblichen Weise aufgenommenen Explosionsdrucklinie eintritt, sobald die Flamme die Wand der Bombe erreicht hat. Eine Nachverbrennung würde eine weitere Drucksteigerung hervorrufen. Es ist somit bewiesen, daß das beim Auftreffen der Welle auf die Wand einsetzende Nachleuchten nicht von einer Nachverbrennung, sondern von der hohen Temperatur des Gases herrührt. Auch ein Bild der Schallwelle des Zündfunkens war zu sehen.

[6]) *F. Bošnjaković*, Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 9 (1928) S. 309.
[7]) *M. Jakob*, Z. Bd. 72 (1928) S. 380.

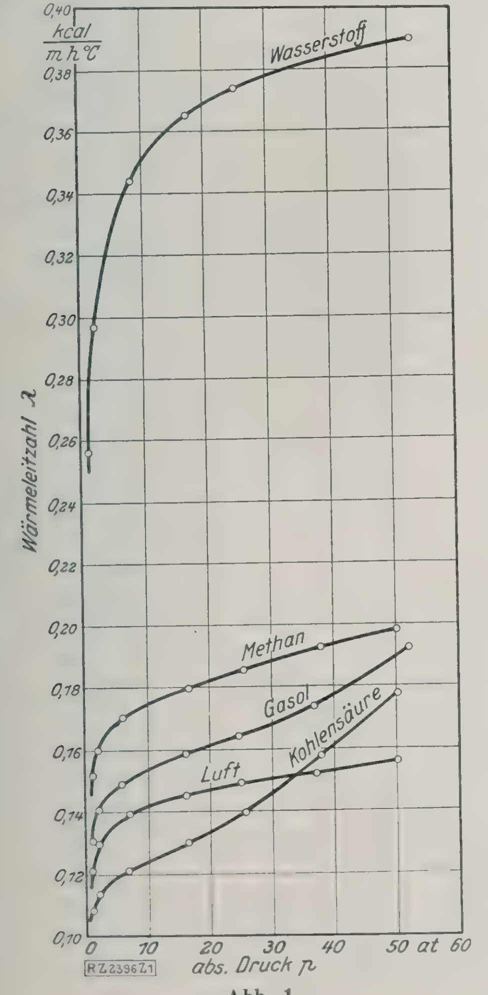


Abb. 1
Die scheinbare Wärmeleitzahl von Diatomitpulver, bedingt durch Art und Druck des seine Zwischenräume ausfüllenden Gases, bei 50 °.

Verdampfen und Verdunsten

Die bisherige Theorie des Wasserumlaufes in Siederohrkesseln vernachlässigte die Relativgeschwindigkeit der Dampfblasen gegen das Wasser und berücksichtigte nur die Dampfbildung an der Rohrwand durch äußere Wärmezufuhr. *E. Schmidt*, Danzig, führte aus, daß diese Relativgeschwindigkeit nicht vernachlässigt werden kann und daß in einer aufsteigenden Wassersäule von Sättigungstemperatur auch ohne äußere Wärmezufuhr infolge der Abnahme des Druckes von unten nach oben eine Selbstverdampfung eintritt, die in den meisten Fällen die Verdampfung an der Rohrwand erheblich übersteigt. Er zeigte ferner, wie man aus der Selbstverdampfung die oft beobachtete Umkehr des Umlaufs in Rohrbündeln erklären kann, wobei die Flüssigkeit im stark beheizten Rohr fällt und im schwach oder gar nicht beheizten Fallrohr steigt. *Schmidts* neue Theorie des Wasserumlaufes geht aus von einer Differentialgleichung für die Dichte des Dampf-Wasser-Gemisches in Abhängigkeit von der Höhe des Rohres bei gegebener Umlaufmenge und von einer aus dem Impulssatz folgenden Beziehung zwischen der Umlaufmenge und der mittleren Dichte des Gemisches. Aus diesen Gleichungen läßt sich die Umlaufgeschwindigkeit in einem Rohr bei gegebener Heizflächenbeanspruchung ermitteln, wenn die Relativgeschwindigkeit der Dampfblasen gegen das Wasser bekannt ist. Hierzu wurden Versuche mit einem offenen Rohr angestellt, worin das Wasser durch Zufuhr der Wärme von unten her verdampft und unten dafür neues Wasser zugeführt wurde. Es ergab sich, daß die Relativgeschwindigkeit vom Rohrdurchmesser abhängt, mit zunehmendem Dampfgehalt des Gemisches ansteigt und in praktischen Fällen meist zwischen 1 und 2 m/s liegt.

In der Aussprache machte u. a. *Krainer*, Berlin, darauf aufmerksam, daß das Reichsmarineamt über eine Fülle von Angaben verfügt, die auszuwerten lohnen würde. *Schack*, Düsseldorf, und *Eichelberg*, Winterthur, bemerkten, daß die von *Schmidt* seinen überschlägigen Berechnungen zugrundegelegten Verhältnisse von innerer zu äußerer Verdampfung (12 : 1 bei 1 at, 1 : 1 bei 25 at und 1 : 2 bei 100 at) von einer äußeren Verdampfung von 36 kg/m²h ausgingen, daß aber diese Verhältnisse nur für die hinteren Rohrbündel eines Steilrohrkessels angenommen werden dürften, während vorne die Verdampfung durch äußere Heizung leicht zehnmal so groß sein könne. In der Praxis sei daher der Einfluß der inneren Nachverdampfung außerordentlich viel geringer als von *Schmidt* berechnet. *Eichelberg* erklärte ferner das Eintreten des verkehrten Umlaufes daraus, daß beim Anheizen nur die vorderen Rohrbündel Dampf, die hinteren dagegen und ebenso die obere Trommel kaltes Wasser enthielten; sei hierdurch der umgekehrte Kreislauf einmal eingeleitet, so könne er dann unter Umständen nach *Schmidts* Berechnung stabil werden.

Über seine Verdunstungsversuche[8]) trug *Fischer*, Dresden, vor. Er ließ Luft von verschiedener Feuchtigkeit über eine ruhende Wasseroberfläche streichen und aus ihr Wasser aufnehmen. Die Hauptschwierigkeiten, die noch zu überwinden sind, bestehen in der Bestimmung der Temperatur der Wasseroberfläche, da bisher nur die mittlere Temperatur des Wassers gemessen werden konnte, und im Auftreten starker Wellen bei etwa 4 bis 6 m/s Luftgeschwindigkeit. Verändert wurden bei den Versuchen diese Geschwindigkeit, die Lufttemperatur bis 120 ° und die Feuchtigkeit.

Bedeuten

W die in der Zeiteinheit auf die Flächeneinheit verdunstete Wassermenge,

$x' = \frac{0{,}622\, h'}{H - h'}$ den Wassergehalt gesättigter Luft von der Wassertemperatur (s. „Hütte" 25. Aufl. Bd. 1 S. 49),

$x = \frac{0{,}622\, h}{H - h}$ den Wassergehalt der Luft,

wobei H den Barometerstand, h' den Sättigungsdruck und h den Teildruck des Wasserdampfes bedeutet, so kann man nach *Merkel* entsprechend der Wärmeübergangszahl durch $\sigma = \frac{W}{x' - x}$ eine „Wasserübergangszahl" definieren und dann für die Verdunstung ebenso wie für den Wärmeübergang dimensionslose Kenngrößen aufstellen und nach dem Ähnlichkeitsprinzip einheitliche Funktionen, z. B. Potenzgesetze, gewinnen. Dabei zeigen sich deutlich die Einflüsse der Oberflächengestaltung, indem beim Einsetzen der ersten leichten Wellen der Exponent des Potenzgesetzes plötzlich größer wird, so wie man es beim Übergang von laminarer in turbulente Strömung bei Strömungsvorgängen gewohnt ist.

Neuere thermodynamische Fragen des Dampfturbinenbaues

G. Zerkowitz, München, trug über die Wirkung der Dampfnässe in der Turbine und die geeigneten Gegenmittel etwa Folgendes vor: Nasser Dampf in der Turbine verschlechtert den Wirkungsgrad gegenüber Heißdampf aus drei Gründen: wegen Unterkühlung, vermehrter Reibung und Bremswirkung der Wassertröpfchen. Bei der vielstufigen Turbine kommt vollständige Unterkühlung gar nicht, Teilunterkühlung nur in beschränktem Maß in Betracht. Dagegen bilden sich Wassertropfen, und zwar offenbar größere, wie man aus den Anfressungen an Niederdruckschaufeln schließen muß. Im Augenblick des „Ausfallens" des Wassers entsteht kein Energieverlust, weil die Gesamtmasse des Arbeitsmittels unverändert bleibt und die Wassertröpfchen im ersten Augenblick die Dampfgeschwindigkeit beibehalten; im weiteren Verlauf stören dagegen die Wassertropfen die Strömung beträchtlich.

Ist der Dampfzustand vor der Leitvorrichtung einer beliebigen im Naßdampfgebiet arbeitenden Stufe durch den Druck p_0 und den Dampfgehalt x_0, der Dampfzustand hinter der Leitvorrichtung durch p_u und x_u gegeben, so tritt bei homogener Entspannung des Dampf-Wasser-Gemisches — von der Reibung abgesehen — bei adiabatischem Ausströmen die Geschwindigkeit c_0 auf, die sich aus

$$c_0^2 = 2\, g \int v\, \mathrm{d}\, p \approx 2\, g\, x_m \int v''\, \mathrm{d}\, p \quad . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

errechnet, worin $x_m = {}^1/_2\, (x_0 + x_u)$ bedeutet. Bei Trennung der beiden Phasen folgt der Dampf der oberen, das Wasser der unteren Grenzkurve. Der Dampf erlangt eine Geschwindigkeit c_{o_d}, entsprechend

$$c_{o_d}^2 = 2\, g \int v''\, \mathrm{d}\, p \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2).$$

Aus Gl. (1) und (2) folgt angenähert $c_{o_d} = \frac{c_o}{\sqrt{x_m}}$.

Während nun die Leistung am Radumfang der Überdruckturbine bei homogener Entspannung

$$L_{u,h} = (2\, c_1 \cos \alpha_1 - u)\, \frac{u}{g} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

(u = Umfangsgeschwindigkeit, c_1 = Dampfgeschwindigkeit) betragen würde, ergibt sich bei inhomogener Entspannung, gut angenähert,

$$L_{u,i} = (2\, c_1 \sqrt{x} \cos \alpha_1 - u)\, \frac{u}{g} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (4)$$

Setzt man nun $\lambda = \frac{L_{u,i}}{L_{u,h}}$ und $\xi = \frac{u}{c_1}$, so wird

$$\lambda = \frac{2 \sqrt{x} \cos \alpha_1 - \xi}{2 \cos \alpha_1 - \xi} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (5)$$

$(1 - \lambda)$ gibt in Hundertteilen den Arbeitsverlust durch die Wasserbildung in der Turbine an. Nach Gl. (5) wird für $\alpha_1 = 20\,°$, $x = 0{,}9$ und $\xi = 0{,}6$ der Gütegrad $\lambda = 0{,}91$ für $\alpha_1 = 40\,°$, $x = 0{,}6$ und $\xi = 0{,}8$ der Gütegrad $\lambda = 0{,}527$

Gelingt es, das Wasser aus dem Arbeitsraum zu entfernen, so entsteht dadurch nur ein geringer Arbeitsverlust.

Ein andres Mittel zur Vermeidung der schädlichen Wirkung des ausgefallenen Wassers ist die Zwischenüberhitzung, die zugleich den thermischen Wirkungsgrad des Prozesses erheblich verbessert. So ergibt sich bei 50 at Anfangsdruck des Dampfes, 400 ° Anfangstemperatur und 0,05 at Enddruck für den Clausius-Rankine-Prozeß als thermischer Wirkungsgrad $\eta_R = 0{,}381$. Bei Dauerüberhitzung, und zwar isothermischer Expansion bei 400 °, die aber nur so weit durchgeführt wird, daß die nachfolgende adiabatische Expansion am Ende gerade trocken gesättigten Dampf ergibt, erhält man einen Wirkungsgrad von 0,427. Für den idealen Grenzfall unendlich vielstufiger Anzapfvorwärmung, die zugleich mit dem obengenannten Prozeß angewendet werden möge, erhält man als Wirkungsgrad 0,469. Dies ist der höchste mögliche thermische Wirkungsgrad, der zwischen den erwähnten Druckgrenzen und bei der angenommenen Anfangstemperatur für Wasserdampf überhaupt erreichbar ist.

Der Gütegrad einer mit Zwischenüberhitzung arbeitenden Dampfturbine ergibt sich aus dem Verhältnis der erzielten zur verfügbaren Arbeit. Bedeuten p_1 und t_1 Druck und Temperatur des eintretenden Dampfes, p_2 und t_2 die bei Sättigung liegenden Endwerte von Druck und Temperatur, H_0 das adiabatische Wärmegefälle zwischen p_1, t_1 und p_2, ferner $\Sigma Q_{ü}$ die gesamte zugeführte Zwischenüberhitzungswärme, $\Sigma \Delta s_{ü}$ die gesamte hierdurch hervorgerufene Vermehrung der Entropie, so ist die verfügbare Arbeit

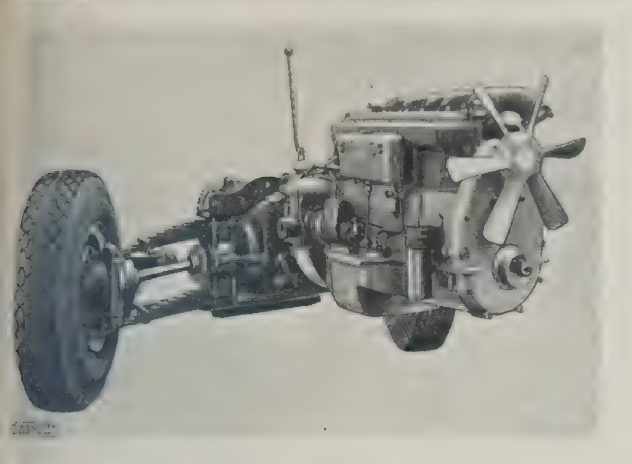
$$A\, L_0 = H_0 + \Sigma\, Q_{ü} - T_2\, \Sigma\, \Delta\, s_{ü} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (6).$$

Zum Schluß seiner Ausführungen wies der Vortragende darauf hin, wie wichtig es sei, die Zähigkeit des Wasserdampfes bei hohen Drücken zu bestimmen.

In der Aussprache erwiderte *Jakob*, daß auf Anregung des Ausschusses für Wärmeforschung Versuche hierüber bereits in den letzten Arbeitsplan der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt aufgenommen seien. Zu der Frage der Zwischenüberhitzung bemerkte *E. A. Kraft*, Berlin, daß die Verwendung nichtrostender Stähle und solcher von hohem Nickelgehalt es ermögliche, bis zu Eintrittstemperaturen von 475 ° zu gehen, was selbst bei 100 at die Zwischenüberhitzung bei Kondensationsturbinen unnötig mache. Zweifache Überhitzung komme überhaupt kaum mehr in Frage, einfache nur, wenn man für Fabrikationszwecke überhitzten Dampf der Turbine entnehmen wolle. *Zerkowitz* erwiderte, daß man bereits über 100 at gehe, z. B. beim Bensonverfahren, wobei man ohne Zwischenüberhitzung wieder in das Gebiet des Naßdampfes komme. In der Aussprache kam ferner *Lewicki*, Dresden, zu Wort, dessen Verdienste um die Zwischenüberhitzung bekannt sind[9]).

[8]) Vergl. *M. Jakob*, Z. Bd. 72 (1928) S. 342.

[9]) Vergl. *Nachrowski* und *Dahlke*, Z. Bd. 49 (1905) S. 1816.



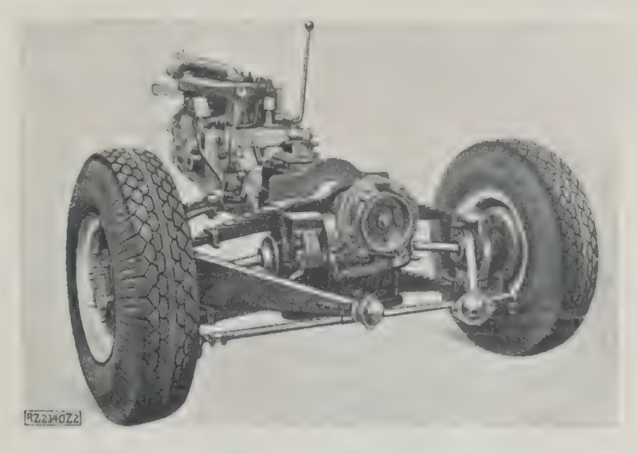


Abb. 1 und 2. Vorderradantrieb für Kraftomnibusse, Bauart der Firma Voran, Automobilbau-A.-G.

Vorderachsantrieb für Kraftwagen

Von Dr. techn. A. HELLER, Berlin

In neuerer Zeit hat der Vorderachsantrieb bei Omnibussen und Nutzkraftwagen größere Bedeutung erlangt. Wirkungsweise der Bauarten „Voran" und Rumpler.

)er Streit über die Frage, ob man die Gefahren des „Schleuderns" von Kraftwagen dadurch beseitigen önne, daß man ihre Vorderräder statt, wie heute llgemein üblich, die Hinterräder antreibt, schwebt schon eit den ersten Jahren des Kraftwagenbaues. Wenn man eneigt wäre, anzunehmen, daß die nun schon über 5jährige praktische Erfahrung gegen den Vorderradntrieb entschieden hat, so beweisen doch die immer iederholten Versuche, daß man die Hoffnung nicht aufegeben hat, zu einer brauchbaren Lösung zu gelangen.

Man sollte meinen, daß es für den Regelfall, d. h. enn der Kraftwagen mit verhältnismäßig hoher Gechwindigkeit in die Straßenkrümmung einläuft, gleichültig sei, welche Achse angetrieben wird, da dann zueist der Vergaserhebel geschlossen ist und der Wagen ur unter dem Einfluß seiner lebendigen Kraft rollt; für as Verhalten des Wagens hierbei wäre es nebensächlich, b der Antrieb auf die Vorder- oder auf die Hinterräder irkt. Allein, häufig kommen Ausnahmen von dieser egel vor, d. h. Fälle, in denen beim Einfahren in die rümmung der Motor nicht abgeschaltet werden kann, . B. auf starken Steigungen, und dann beeinflußt die age des Antriebes auch die Lage des Gesamtschwerunktes, die das Verhalten des Wagens bei schnellem ahren in der Krümmung in hohem Maß bestimmt. weifellos wäre es für das Vermeiden des seitlichen chleuderns in der Krümmung günstig, wenn der Wagenchwerpunkt weiter vorn läge als bei den heutigen Vagen mit Hinterradantrieb, so daß sich die Fliehkraftirkungen gleichmäßiger auf die Achsen verteilten. Das hren insbesondere die Erfahrungen mit dem Vorderachsntrieb bei den großen Automobilrennen.

In neuerer Zeit hat aber der Vorderradantrieb daurch eine größere praktische Bedeutung erlangt, daß r die Möglichkeit bietet, den gesamten Antrieb des raftwagens im vorderen Teil zusammenzudrängen, so aß im hinteren Teil des Wagens die Form und insbeondre die Höhe des Rahmens über der Straße ohne ücksicht auf den Wagenantrieb gewählt werden können. as ist bei gewissen Nutzfahrzeugen und vor allem bei raftomnibussen wichtig, bei denen man aus Rücksicht uf die Bequemlichkeit der Fahrgäste beim Ein- und ussteigen sowie auf die Standsicherheit der mitunter ehr hohen Wagenkasten auf möglichst tiefe Lage des Vagenkastens bedacht sein muß. Daneben finden, offenar unter dem Einfluß der Kriegserfahrungen, auch raftfahrzeuge erhöhte Beachtung, bei denen alle Räder ngetrieben werden, wegen ihrer Fähigkeit, Schwierigeiten des Geländes infolge ihrer günstigeren Abhäsionserhältnisse leichter zu überwinden.

In den weiteren Fachkreisen hat insbesondere der Entschluß der Allgemeinen Berliner Omnibus-A.-G., einen Versuch mit einem Kraftomnibus mit Vorderradantrieb im Berliner Straßenverkehr anzustellen, vor einigen Monaten Aufsehen erregt. Die Gesellschaft hat sich zu diesem Versuch entschlossen, nicht zur Sicherung gegen das Gleiten der Räder, sondern um den Fußboden der Wagenkasten noch tiefer legen zu können, als bisher möglich war. Die zur Ausführung bestimmte Anordnung, Abb. 1 und 2, der Firma Voran, Automobilbau A.-G., Berlin[1]), beruht darauf, daß im Zuge der schwingenden, am inneren Ende durch ein Gelenk mit dem Getriebe verbundenen Treibwelle zu beiden Seiten jedes Lenkzapfens zwei weitere Kreuzgelenke angeordnet sind, damit im Antrieb der Lenkräder weder durch die Lenkung noch durch das Federspiel zu große Winkelausschläge entstehen.

Die bauliche Ausführung dieses Antriebes für den erwähnten Omnibus ist aus Abb. 3 zu ersehen. Das Ende

[1]) DRP 456 925.

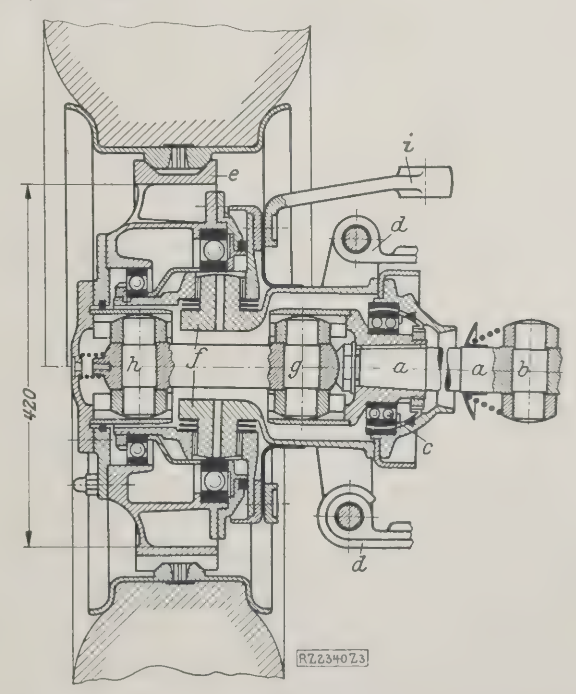


Abb. 3
Senkrechter Schnitt durch ein Treiblenkrad nach Abb. 1 u. 2.

a Antriebwelle
b Kreuzgelenk
c doppelreihiges Kugellager
d vordere Querfedern
e Laufrad
f Lenkzapfen
g, *h* Gelenke
i Lenkhebel

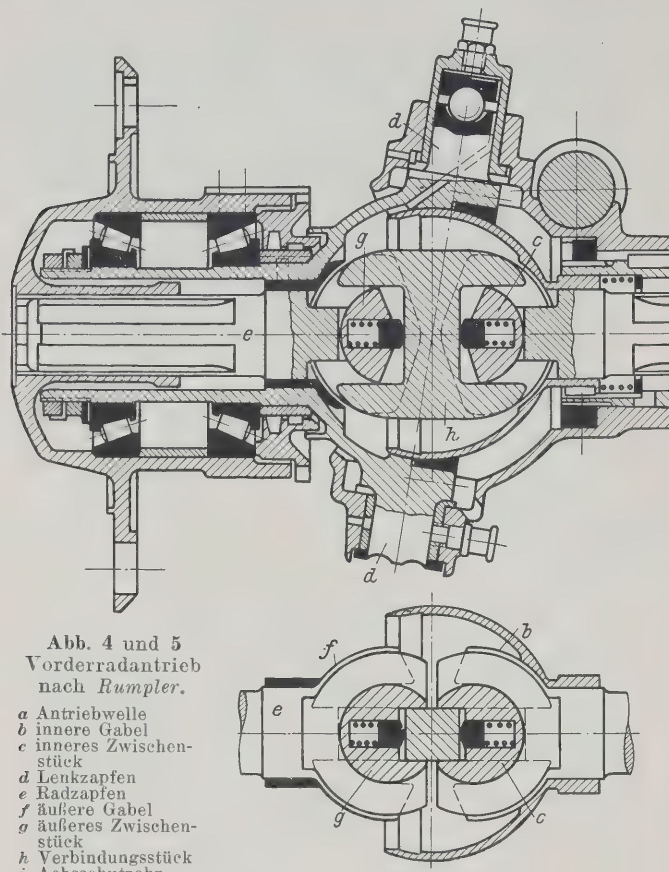


Abb. 4 und 5
Vorderradantrieb nach *Rumpler*.

a Antriebwelle
b innere Gabel
c inneres Zwischenstück
d Lenkzapfen
e Radzapfen
f äußere Gabel
g äußeres Zwischenstück
h Verbindungsstück
i Achsschutzohr

der Antriebwelle *a*, die über das Kreuzgelenk *b* mit dem im abgefederten Rahmen befestigten Ausgleichgetriebe verbunden ist, läuft in einem doppelreihigen Kugellager *c*, das an den Enden der vorderen Querfedern *d* des Wagens angebracht ist und mit diesen ebenso wie das Laufrad *e* und dessen Lenkzapfen *f* während der Fahrt senkrechte Schwingungen ausführt. Die hierdurch eintretenden Längsschwingungen und Wirbeländerungen der Antriebwelle *a* werden durch die Gleitsteine des Kreuzgelenkes *b* und die Kugelbewegung des Lagers *c* ausgeglichen, damit das äußere Ende der Antriebwelle ohne Zwang den Schwingungen der Federn folgen kann.

Zu beiden Seiten der senkrechten Ebene, die man sich durch die Achse der Lenkzapfen *f* gelegt denkt, sind in der Verlängerung der Antriebwelle zwei weitere Gelenke *g* und *h* angeordnet, von denen das äußere *h* den Antrieb auf den Radkörper überträgt. Beide Gelenke haben Längsbewegung, damit ihre Gleitflächen gegen die unvermeidlichen seitlichen Rückwirkungen der Fahrtstöße möglichst entlastet und nur durch die Drehmomente beansprucht werden, während die Fahrtstöße in der Hauptsache die Lager der Lenkzapfen *f* belasten.

Sieht man zunächst vom Federspiel ab und denkt man sich das Rad beim Lenken mittels des Hebels *i* um die Zapfen *f* geschwenkt, so verteilt sich dieser Ausschlag der Drehachse des Rades gegen die Achse der Welle *a* auf die Gelenke *g* und *h* derart, daß jedes von ihnen nur um den halben Lenkwinkel ausschlägt, im Zuge des Antriebes also nur der halbe Ausschlag eintritt. Insoweit bietet somit die Anordnung einen Vorteil gegenüber der bisher bekannten, bei der statt der Gelenke *g* und *h* ein einziges Gelenk in der Mittelebene der Lenkzapfen *f* benutzt wird.

Zweifelhaft scheint allerdings, ob diese Vermehrung der Gelenkstellen die Gleichförmigkeit des Radumlaufes verändern kann, wenn der Wagen durchfedert, weil dann das Wellenstück zwischen den Gelenken *g* und *h* gegen die entsprechende Seitenwelle des Getriebes stark geneigt sein kann. Soweit aber aus dem bisherigen Verlauf der Versuche geschlossen werden kann, scheint sich der Antrieb zu bewähren; denn der damit ausgerüstete Berliner Omn bus hat bisher 20 000 km im regelmäßigen Verkehr zu rückgelegt, ohne daß es notwendig geworden wär größere Ausbesserungen daran auszuführen. Störunge die mit dem besonderen Antrieb zusammenhängen, sin bisher überhaupt nicht aufgetreten. Es liegt so mit nahe, anzunehmen, daß etwaige Ungenauigkeiten de Antriebes durch die Nach giebigkeit der Luftreife ausgeglichen werden, wenn gleich man den Abschlu der Versuche abwarte muß. Auch darüber, o die Abstützung der Räde gegen den Rahmen, vo der die wagerechten Rück wirkungen des Fahrwider standes aufgenommen wer den, durch die beiden Druckstreben aus gepreßtem Stahlblech mit kugeligen Druckköpfen, s. Abb. 1, zweckmäßig gelöst ist, kann nu die Erfahrung entscheiden.

Gelegentlich der letzten Automobil-Ausstellung ha die Londoner Omnibus-Gesellschaft ebenfalls einen sol chen Antrieb zu Versuchzwecken bestellt, der gerade be der Berliner Omnibus-Gesellschaft zusammengebau wurde. Auf diesen Erfolg darf um so mehr hingewiesen werden, als bekanntlich auch die ersten Kraftomnibusse die in London 1903 in Verkehr gesetzt wurden, Erzeug nisse einer deutschen Fabrik waren. Die Berliner Omni bus-Gesellschaft geht mit dem Gedanken um, bei Bewäh rung des Vorderachsantriebes Fahrzeuge ohne Rahmen auszubilden, deren Stahlaufbauten vorn den gesamten An trieb und hinten in gepreßten Blechkasten die Gummiauf lage für die Federn aufnehmen sollen.

In der letzten Zeit hat Dr.-Ing. *E. Rumpler*, Berlin eine einfachere Anordnung für den Vorderradantrieb vorgeschlagen, Abb. 4 und 5, die in Verbindung mit seinem bekannten Schwingachsenantrieb[2]) benutzt werden soll. Die Antriebwelle *a*, die ohne Verwendung eines Gelenkes infolge der besonderen Anordnung der Kegelräder im Ausgleichgetriebe senkrecht auf- und abwärts schwingen kann, ohne daß dies ihren Antrieb stört, ist am äußeren Ende zu einer Gabel *b* ausgebildet, die sich in Nuten eines Zwischenstückes *c* führt. Symmetrisch hierzu, bezogen auf die senkrechte Ebene durch die Achse der Lenkzapfen *d*, sind der Radzapfen *e* mit der Gabel *f* und dem Zwischenstück *g* angeordnet. Die beiden Zwischenstücke aus Bronze sind durch ein Stahlstück *h* verbunden, das sich mit Gabeln in entsprechenden Nuten der Zwischenstücke führt. Diese Gabeln sind jeweils um 90° gegen die Gabel der Antriebwelle und des Radzapfens versetzt.

In bezug auf die Wirkung der Federschwingungen liefert diese Anordnung den beachtenswerten Erfolg, daß sich die Lage der Wellenstücke *a* und *e* beim Durchfedern überhaupt nicht ändert; infolgedessen fallen Reibungsverluste und Abnutzungen der Gelenke infolge der Federschwingungen fort, und da die Federn während der Fahrt fast ohne Unterbrechung schwingen, so wird damit der wichtigste Anlaß zur Abnutzung der Gelenke beseitigt.

Beim Fahren in Krümmungen hat diese Anordnung den Vorteil, daß sich der Lenkausschlag immer genau auf die beiden Gelenke verteilt, weil das Mittelstück *h* des Doppelgelenkes seine Lage unverändert beibehält. Dadurch lassen sich Ungleichförmigkeiten der Drehbewegung des Radzapfens *e* sicherer vermeiden.

Vereinfachend wirkt ferner, daß die Schubkräfte im angetriebenen Rad nicht über die Vorderfedern und besondre Streben, sondern durch die zylindrische Führung des Achsschutzrohres *i* auf dem Getriebegehäuse abgefangen werden sollen. Mit den äußeren Enden dieser Rohre sind die Gehäuse verbunden, in denen die Lenkzapfen und die Radlager angeordnet sind. Der Antrieb ist bis jetzt an einem Personenkraftwagen angewendet, der sich durch besonders gute Wendigkeit auszeichnet. [B 2340]

[2]) Z. Bd. 65 (1921) S. 1011.

Verhütung von Motorrückschlägen an Kraftwagen

Rückschlagsichere Andrehkurbeln

Von Obering. A. FREYMANN, Dortmund

Unfallverhütungs-Vorschriften für Kraftwagenmotoren. Sicherung von Spätzündung beim Andrehen durch Abschnappkupplung oder selbsttätige Zündzeitpunkt-Versteller, rückschlagsichere Andrehkurbeln, Entkupplung der Handkurbelwelle durch Drehung des Kurbelheftes mit der Hand, durch Rückbewegung der Welle beim Rückschlag, durch Sperre mit Rutschkupplung.

ie Unfälle beim Andrehen von Verbrennungskraft- maschinen mit Handkurbel können verhindert werden:
. durch Vorrichtungen, die das Entstehen des Motorrückschlages, d. h. das Anspringen des Motors in umgekehrter Drehrichtung, überhaupt verhindern;
. durch Sicherheitskurbeln, die beim Rückschlag des Motors nicht mitlaufen.

Die neuen Normal-Unfallverhütungsvorschriften für aftwagenmotoren sind zwar noch nicht endgültig vom rbande der Deutschen Berufsgenossenschaften angenmmen; es ist aber zu erwarten, daß die Forderung, z. B. die Berufsgenossenschaft der Fahrzeug- und ittierhaltungen aufgestellt hat, daß nämlich alle Kraftgenmotoren mit rückschlagsicherer Andrehkurbel szurüsten sind, nicht übernommen wird. Die maßbenden Ausschüsse des Verbandes der Deutschen Befsgenossenschaften und der Arbeitsgemeinschaft für fallverhütung haben erkannt, daß Motorrückschläge r durch Frühzündung im Zylinder entstehen können d daß infolgedessen eine gegen Rückschlag gesicherte drehkurbel nicht erforderlich ist, wenn am Motor durch ne selbsttätig wirkende orrichtung beim Anehen zwangläufig Spätndung eingestellt wird.

Es ist zuzugeben, daß ch glühende Ölkohle im otorzylinder zur Zündung hren kann; bisher ist er kein einziger Fall ner solchen Glühzündung im Andrehen des Motors kannt geworden, obgleich e gewerblichen Berufsnossenschaften schon vor ei Jahren von der Zentralstelle für Unfallverhütung fgefordert werden, Unfälle durch Motorrückschlag inge von Glühzündungen mitzuteilen. Bremsstandversuche stark belasteten und daher hocherhitzten Motoren ben ebenfalls bestätigt, daß selbst bei ganz kurzer Beiebsunterbrechung die Temperatur im Zylinder für ühzündungen zu niedrig wird. Daß bei laufendem otor Glühzündungen beobachtet wurden, darf aber nicht der Annahme führen, daß diese Gefahr auch beim ndrehen besteht.

Die Frage, ob man die Andrehkurbel bei Vorhandenin eines elektrischen Anlassers gegen Rückschlag chern muß, wenn die anderen Voraussetzungen hierr erfüllt sind, ist zu bejahen; denn die Gefahr eines fall durch Motorrückschlag ist besonders groß, wenn r Motor im allgemeinen elektrisch und nur ausnahmseise mit der Kurbel angedreht wird. Schwere Rückhlagunfälle an Kraftwagenmotoren haben sich im rigen Jahr insbesondere an Motoren ereignet, deren ektrische Anlasser gerade zur Zeit des Unfalls nicht rwendet werden konnten.

Da sich der Dieselmotor auch als Kraftwagenotor immer mehr einführt — in Leipzig stellten im ühjahr 1928 aus: MAN, Daimler-Benz, Junkers, Henhel, Maffei usw. —, so ist auch bei diesen Motoren die ickstoßgefahr zu prüfen. Die Frage, ob beim Dieselotor die Kurbel gegen Rückschlag gesichert sein müsse, ben die schon erwähnten Ausschüsse endgültig vereint. Maßgebend hierfür waren die Ergebnisse zahlicher Versuche in drei Motorenfabriken; sie lieferten den Beweis, daß beim Vorkammer-Dieselmotor der sogenannte Zündverzug keine Frühzündung mit Rückschlag hervorruft.

Mittel zur Verhinderung von Frühzündungen

Frühzündungen beim Andrehen entstehen — richtigen Einbau der Zündvorrichtung vorausgesetzt — dadurch, daß man den mit der Hand bedienten Hebel zum Verstellen des Zündzeitpunktes versehentlich oder zum Erleichtern des Ankurbelns absichtlich in der Frühzündstellung beläßt, anstatt die größte Spätzündlage einzustellen. Zum Schutz hiergegen dient eine Abschnappkupplung für Magnetzünder, die beim Vierzylindermotor die Zündung beim Andrehen selbsttätig um rd. 40 ° Kurbelwinkel verzögert. Sie erleichtert außerdem das Anspringen des Motors, indem sie bei langsamem Drehen des Motors dem Anker des Magnetzünders eine hohe Geschwindigkeit erteilt, wodurch kräftige Zündfunken erzeugt werden.

Die Abschnappkupplung von Robert Bosch, A.-G., Stuttgart, wird auf dem Wellenende des Magnetzünders angebracht, sie besteht aus zwei Teilen, Abb. 1 und 2, die durch eine Schraubenfeder miteinander gekuppelt sind; beim Andrehen wird der Anker des Zünders durch Sperrklinken *a*, die in feststehende Nasen am Magnetzünder greifen, an der Drehung verhindert; infolgedessen spannt sich die Feder solange, bis einer der Nocken *b* die Sperrklinke auslöst. Die freigewordene Feder bewegt nun den Anker schnell durch das Magnetfeld. Bei höheren Drehzahlen — wenn der Motor angesprungen ist — schaltet sich die Schnappkupplung selbsttätig aus.

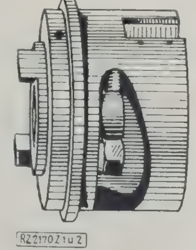


Abb. 1 (links) Mitnehmerscheibe mit Klauenring.

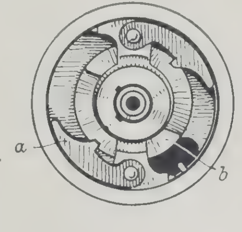


Abb. 2 (rechts) Klinkenträger, dem Magnetzünder zugekehrte Seite.


a Sperrklinken
b Nocken

Abb. 1 und 2. Abschnappkupplung von Bosch.

Die größte Frühzündung die ein Motor vertragen kann, ohne zu klopfen, beträgt bis zu 10 vH des Kolbenhubes oder 36 ° Kurbelwinkel; da man den Zündpunkt am Magnetzünder ohnedies nur in einem Bereich von 40 ° verstellen kann, kann man den Magnetzünder so einbauen, daß die Handverstellung als größte Frühzündung 36 ° ergibt. Dann erhält man durch die von der Schnappkupplung herbeigeführte Verzögerung eine Spätzündung von mindestens 4 ° hinter dem Totpunkt. Beim Vierzylindermotor sichert also die Abschnappkupplung im allgemeinen, daß beim Andrehen Spätzündung eingestellt ist, gleichviel ob der Zündhebel auf Früh- oder Spätzündung steht.

Beim Sechszylindermotor ist allerdings die Sache nicht so sicher, da der Magnetzünder mit der 1½fachen Kurbelwellendrehzahl läuft und der Schnapper infolgedessen den Zündzeitpunkt nur um 40 : 1½ = 27 ° Kurbelwinkel verzögert. Stände also beim Andrehen der Zündhebel wie für Leistung und Brennstoffverbrauch am günstigsten auf 36 ° Vorzündung, so würde durch die Abschnappkupplung die Zündung bei 36 — 27 = 9 ° vor dem Totpunkt erfolgen und Rückstoßgefahr bestehen, es sei denn, die Vorzündung würde ein- für allemal auf 27 ° vor dem Totpunkt vermindert.

In der Praxis hat sich die Schnappkupplung bei sehr vielen Anwendungen als Schutz gegen Motorrückschläge seit Jahren gut bewährt. Voraussetzung für ihre Wirksamkeit ist, daß der Magnetzünder richtig eingestellt und der Schnapper sachgemäß behandelt, d. h. mit gutem, dünnflüssigem Öl geschmiert wird. Die Abschnappkupplung ist nur bei Magnetzündung, aber nicht bei Batteriezündung und bei vereinigten Lichtzündmaschinen, verwendbar; ihr nachträglicher Einbau macht manchmal wegen Platzmangel oder bei Magneten mit senkrechter Welle Schwierigkeiten.

Eine andre Vorrichtung, die beim Andrehen selbsttätig die Zündung verzögert, der Selbstversteller, ist ein Fliehkraftregler, der mit steigender Motordrehzahl größere Frühzündung, bei fallender Motordrehzahl kleinere Frühzündung oder Spätzündung einstellt, Abb. 3 und 4. Kugeln oder Schwunggewichte wandern bei höherer Drehzahl infolge ihrer Fliehkraft nach außen und verstellen dabei die Ankerwelle gegenüber der Motorwelle. Man erreicht so eine Verstellung des Zündpunktes bis zu 30 ° Kurbelwinkel beim Vierzylindermotor, oder von 20 ° beim Sechszylindermotor. Spätzündung beim Andrehen wird nur dann immer sicher eingestellt, wenn die größte Vorzündung nicht mehr als 30 ° (20 °) beträgt.

Bei Batteriezündung kann man den Stromverteiler mit dem Selbstversteller ausrüsten; hier beträgt der Verstellbereich, den die Vorrichtung liefert, 40 oder 20 ° Kurbelwinkel. Bei Lichtzündmaschinen mit reiner Selbstverstellung beträgt der Verstellbereich 40 °.

Da Selbstversteller den Zündzeitpunkt nur in Abhängigkeit von der Drehzahl des Motors verändern, während der günstigste Zündzeitpunkt von verschiedenen Umständen abhängt, geben viele Kraftwagenfabriken der Handverstellung den Vorzug. Auch wenn man Handverstellung und selbsttätige Verstellung verbindet, weil der Verstellbereich des Reglers nicht genügt, verhindert die Handverstellung, daß beim Andrehen sicher auf Spätzündung eingestellt wird.

Rückschlagsichere Andrehkurbeln

Diese Kurbeln müssen sich selbsttätig auskuppeln, wenn der Motor in umgekehrter Drehrichtung anspringt, da sonst der daran tätige Arbeiter stark gefährdet wäre. Eine brauchbare Andrehkurbel muß folgende Bedingungen erfüllen:

1. Der Rückweg des Kurbelheftes bei Rückschlag, bis die Kurbel entkuppelt ist, muß möglichst kurz sein; nach Prof. Dr. *Hartmann*[1]) darf die Kurbel auch keine kleine Rückwärtsbewegung machen, da durch solche schon schwere Unfälle entstanden sind. Schon ein kurzer Rückstoß des Kurbelheftes kann infolge seines überraschenden Eintritts und bei ungünstiger Armstellung des Andrehenden eine Unfallgefahr bedeuten.
2. Die Kurbel darf nach dem Entkuppeln weder vorwärts noch rückwärts schwingen, muß vielmehr dann unbeweglich sein, da sonst der Andrehende der Gefahr ausgesetzt ist, bei plötzlichem Auskuppeln zu Boden zu stürzen.

[1]) „Allgemeine Unfallverhütung in gewerblichen Betrieben" S. 480

Bei den zur Zeit bekannten Sicherheitskurbeln w den drei Verfahren der Rückstoßsicherung verwend Andrehkurbeln, die durch die Bewegung des Kurb heftes beim Rückschlag ausgekuppelt werden, si vom ortfesten Motor her bekannt. Während des A drehens muß man das Kurbelheft durch Drehung i Sinne der Motordrehrichtung gekuppelt erhalten, d Hand muß also auf dem Heft gleiten. Beim Rückst wird die Kurbel durch Zurückdrehen des Kurbelheft entkuppelt.

Die Bedienung dieser Kurbel stellt an den Andrehe den so hohe Anforderungen, daß sie für Kraftwag kaum in Betracht kommt.

Bei einer andern Art der Rückschlagsicherung b wirkt die durch den Motorrückstoß verursachte Drehu der Handkurbelwelle das Entkuppeln unabhängig vo Andrehenden.

Die Kurbel Beta von *F. Oßberger*, Weißenbu in Bayern, Abb. 5 und 6, benutzt als Mitnehmer ei Klinke *a*, die in eine Kerbe des Andrehstummels *b* u eine Lücke des Gesperrekranzes *c* eingreift. Beim A drehen schiebt man den Andrehstummel in den Gesperr kranz ein, der sich dann mitdreht. Sein Freilauf beste aus der unbeweglichen Exzenterhülse *d*, dem Keilring und der Keilbacke *f*, die beim Rückstoß infolge der Exze trizität den Gesperrekranz am Zurückdrehen hindert. B der weiteren Rückdrehung der Welle wird die Kurb klinke aus der Lücke des Gesperrekranzes und hiern auch aus der Kerbe des Andrehstummels herausgedrück Die Kurbel ist dann entkuppelt.

Der Weg, den das Kurbelheft zurücklegen muß, b vor beim Rückschlag die Kurbel vom Andrehstumm getrennt wird, setzt sich zusammen aus dem kurzen W des Gesperrekranzes bis in die Sperrlage und dem größ ren Weg, den die Kurbel macht, bis sich die Klinke, üb

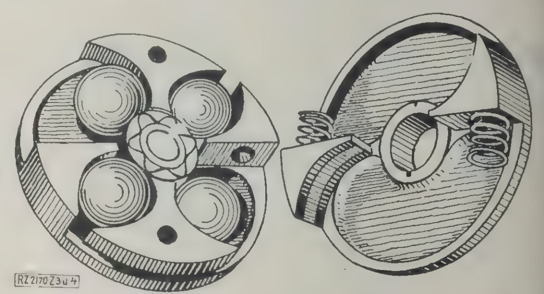


Abb. 3 und 4. Einzelteile des Selbstverstellers.

Abb. 5 und 6
Sicherheits-Andrehkurbel von *F. Oßberger*.

a Klinke
b Andrehstummel
c Gesperrekranz
d Exzenterhülse (unbeweglich)
e Keilring
f Keilbacke

den Gesperrekranz gle tend, aus der Kerbe d Andrehstummels herausb wegt hat. Nach dem En kuppeln kann die Kurb frei rückwärts schwinge Dieser vom Rückstoß he rührende Schwung ist na Versuchen erheblich.

Bei der Andrehkurb der „Präwag", Präzision Werkzeug- und Apparat bau-G. m. b. H., Hambur Abb. 7 bis 9, dienen zur Mi nahme drei Walzen *a*, d in entsprechende Nuten d Welle *b* eingreifen; d Kurbel wird mittels einer Zahnkupplung mit dem Gehäuse verbunden, dessen Kopf *d* die Walzen in den Nuten der Wel führt. Der über die Walzen greifende Ring *e* hat Freila nach rechts; tritt ein Rückschlag ein, so verhindern d Klemmrollen *f*, daß sich der Ring *e* rückwärts dreht, un die Walzen *a* werden durch den sich mit der Motorwel zurückdrehenden Kopf *d* in tiefere Aussparungen des Ri ges *e* geschoben, so daß die Handkurbel entkuppelt wir

Das Kurbelheft legt bei einem Rückschlag eine Weg zurück, der sich zusammensetzt aus dem kurze Weg des Rollenfreilaufes bis zur Sperrlage und de größeren Weg, den die Kurbel machen muß, bevor di

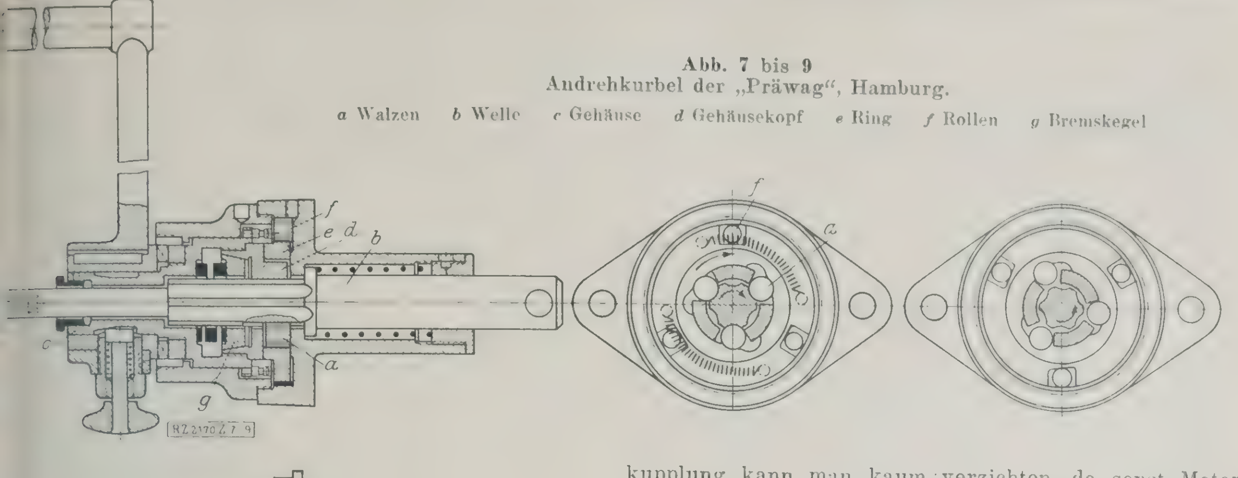


Abb. 7 bis 9
Andrehkurbel der „Präwag", Hamburg.
a Walzen *b* Welle *c* Gehäuse *d* Gehäusekopf *e* Ring *f* Rollen *g* Bremskegel

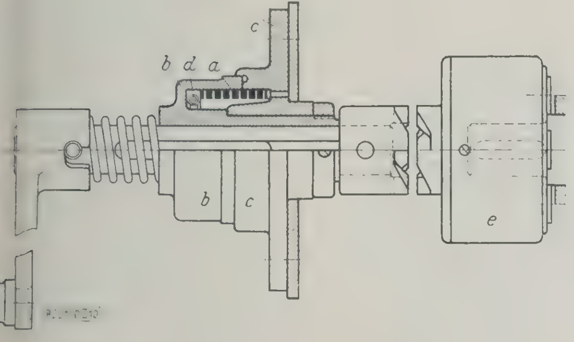


Abb. 10
Andrehkurbel von Carl Schürmann, Berlin.
a Feder, lückenlos gewunden *b*, *c* Hülsen *d* Gleitring
e Rutschkupplung

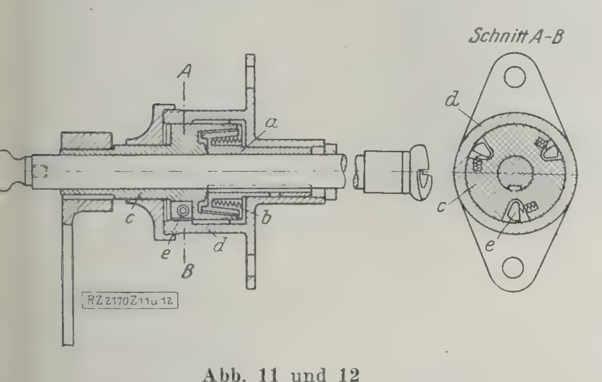


Abb. 11 und 12
Essener Kurbel der „Präwag", Hamburg.
a innerer Kegel *b* Feder *c* Gesperrekörper *d* Hülse
e Klemmkörper

alzen die Nuten der Welle verlassen haben. Das freie usschwingen der Kurbel nach dem Entkuppeln verhinrt ein Bremskegel *g* auf der Welle.

Bei den Versuchen mit dieser Kurbel ergab sich, daß h bei eintretendem Rückschlag die Zahnkupplung ötzlich löste und die Kurbel infolge des vom Rückstoß rrührenden Schwunges nicht festgehalten werden nnte. Die Beseitigung dieser Gefahr macht konstruktiv ine Schwierigkeiten.

Bei der dritten Art von Rückschlagsicherungen wird gegen Linksdrehung wirkendes Gesperre verwendet, daß man die Handkurbel nur nach rechts drehen kann. s Gesperre muß entweder das gesamte Rückschlagoment, oder, wenn man eine Rutschkupplung benutzt, nen Teil dieses Momentes aufnehmen. Auf die Rutschkupplung kann man kaum verzichten, da sonst Motorwelle, Klauen und das Gesperre zu stark beansprucht werden.

Die Andrehkurbel von Carl Schürmann, Berlin, benutzt als Gesperre ein Schraubenfeder-Schaltwerk, Abb. 10. Die lückenlos gewundene Feder *a* befindet sich in den beiden Hülsen *b* und *c*. Hülse *b* ist mit der Handkurbelwelle gekuppelt, Hülse *c* ist am Kraftwagenrahmen befestigt und unbeweglich. Die Schraubenfeder wird beim Motorandrehen durch den Gleitring *d* zusammengerollt, beim Rückschlag aber auseinandergerollt; hierdurch werden die Hülsen *b* und *c*, d. h. die Handkurbelwelle mit der unbeweglichen Hülse gekuppelt. Die Rutschkupplung *e* ermöglicht Rückdrehung des Motors bei stillstehender Handkurbel.

Meine Versuche mit dieser Kurbel haben aber nicht ergeben, daß dieses Gesperre genügend rückschlagsicher wirkt.

Bei der sogenannten Essener Kurbel, Abb. 11 und 12, deren Herstellung die Präzisions-Werkzeug- und Apparatebau - G. m. b. H., Hamburg, übernimmt, wird eine Reibkupplung verwendet; ihr innerer Kegel *a* dreht sich mit der Motorwelle und wird durch eine Feder *b* in die Öffnung eines mit der Handkurbel verbundenen Gesperrekörpers *c* gedrückt, der in einer mit dem Rahmen des Kraftwagens verbundenen Hülse *d* läuft. Das gegen Linksdrehung wirkende Gesperre besteht aus Klemmkörpern *e*, die in Ausschnitten des beim Ankurbeln umlaufenden Gesperrestückes kippen können.

Die Rutschkupplung wird so bemessen und eingestellt, daß sich beim Andrehen die Motorwelle mit der Handkurbel vorwärts dreht. Bei einem Rückschlag des Motors wird der mit der Handkurbel verbundene Hohlkegel durch die Klemmwirkung des Gesperres unbeweglich und der Reibungswiderstand in der Kupplung überwunden, so daß sich die Motorwelle rückwärts drehen kann.

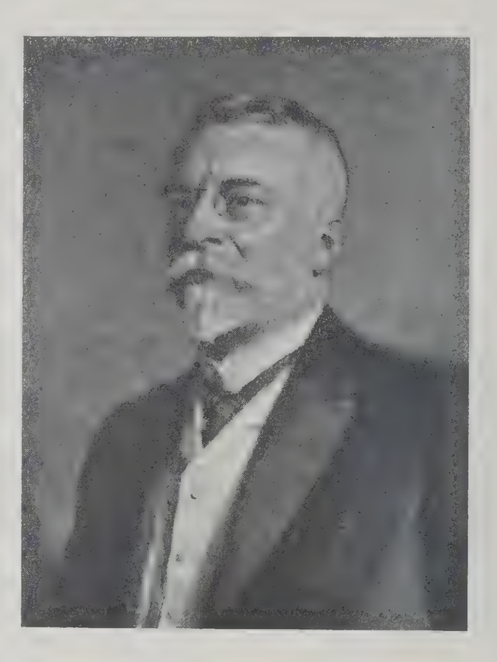
Von Dezember 1927 bis September 1928 habe ich mit Kurbeln dieser Bauart in drei verschiedenen Betrieben Versuche wiederholt ausgeführt; die Ergebnisse waren ausnahmslos gut. Das Gesperre wirkt fast spielfrei, so daß sich der Rückschlag dem Andrehenden nur durch die Unbeweglichkeit der Kurbel bemerkbar macht. Das Kurbelheft macht beim Rückschlag einen kaum wahrnehmbaren Rückweg und kann weder vor- noch rückwärts ausschwingen; die Rutschkupplung arbeitet einwandfrei, so daß der Motor bei Frühzündung rückwärts laufen kann, ohne daß sich die Handkurbel mitdreht. Allerdings fehlt noch eine Feder, die die Handkurbelwelle beim Anspringen des Motors auswirft oder eine diese Feder ersetzende Sicherung gegen unbeabsichtigtes Wiedereinrücken der Klaue. Dieser Mangel läßt sich auf einfache Weise beseitigen.

Im allgemeinen müssen Sicherheitskurbeln sorgfältiger gewartet werden als gewöhnliche Andrehkurbeln. Wichtig ist auch die zentrische Lage der Handkurbelwelle gegenüber der Motorwelle; die Klauen für diese Wellen sind mitunter zu schwach, um einen Teil des Rückstoßes aufnehmen zu können. [B 2170]

Emil Schrödter †

Am 31. Oktober 1928 ist *Emil Schrödter* in Bonn an den Folgen einer Operation gestorben und am 3. November 1928 in Mehlen, wo er seit seinem Rücktritt von seiner Stellung als Geschäftsführer des Vereines deutscher Eisenhüttenleute der wohlverdienten Ruhe pflegte, zu Grabe getragen worden. Mit ihm verliert die Eisenindustrie einen Schildträger, der ein Menschenalter mit ihr aufs engste verknüpft war, ihrem Aufstieg den Weg mit bereitete und mit allen Fasern seines Lebens an diesem Gewerbezweige hing.

Am 26. Februar 1855 als Sohn eines früh verstorbenen Mechanikers und Optikers zu Düsseldorf geboren, studierte er nach erfolgreichem Besuch der Düsseldorfer Realschule und praktischer Ausbildung, Maschinenbau auf dem Polytechnikum zu Karlsruhe und der Gewerbeakademie zu Berlin. Seine erste Stellung nach vollzogener einjähriger Dienstzeit hatte er bei der Maschinenfabrik Ernst Schiess in Düsseldorf, aber bereits seine zweite Stellung, bei den Huldschinsky-Werken in Oberschlesien, führte ihn zur Eisenhüttenindustrie. Sein Wunsch, eine Betriebstellung zu bekleiden, wurde unterbunden durch eine schwere Erkrankung an Gelenkrheumatismus, und so folgte er einem Ruf in die im Jahre 1881 in Düsseldorf errichtete Geschäftstelle des Vereines deutscher Eisenhüttenleute. Dieser Verein war im Jahre 1880 aus dem Verein deutscher Ingenieure, dem er als „Technischer Verein für das Eisenhüttenwesen" seit seiner Gründung, im Jahre 1860, als Zweigverein angehört hatte, ausgetreten und hatte sich, um freiere Beweglichkeit zu erlangen, selbständig gemacht und eine eigene Zeitschrift begründet.



Emil Schrödter
geb. 26. Februar 1855 gest. 31. Oktober 1928

Schon nach kurzer Zeit übernahm *Schrödter* von dem ausscheidenden damaligen Geschäftsführer *F. Osann* die Leitung der Vereinsgeschäfte und zugleich die Schriftleitung der Zeitschrift „Stahl und Eisen"; damit wurde *Schrödters* Name verknüpft mit dem Aufstieg des deutschen Eisenhüttenwesens, den die Einführung des Thomas-Verfahrens und den Siegeszug des Flußeisens kennzeichnete.

Die literarische Tätigkeit *Schrödters,* die in zahlreichen Aufsätzen außer in „Stahl und Eisen" auch in der „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure"[1]) über Tagesfragen der deutschen Eisenindustrie, insbesondere auch die Frachtenfrage, zum Ausdruck kam, brachte *Schrödter* in Verbindung mit zahlreichen Fachgenossen des In- und Auslandes. Diese Verbindungen verstärkte er durch Studienreisen nach England, Belgien, Frankreich, Schweden und nach den Vereinigten Staaten von Amerika, was ihm die Möglichkeit gab, Fachgenossen, die das Ausland bereisen wollten, die Wege zu ebnen, wie er auch fremden Eisenhüttenleuten die Pforten der deutschen Hütten öffnete.

Seine wissenschaftlichen Verdienste fanden Anerkennung dadurch, daß die Technische Hochschule Aachen ihn zum Doktor-Ingenieur Ehren halber ernannte, daß der Verein deutscher Eisenhüttenleute ihm die Carl Lueg-Denkmünze und das American Institute of Mining Engineers sowie das Londoner Iron and Steel Institute ihm die Ehrenmitgliedschaft verliehen.

Schrödter war indessen auch auf wirtschaftlichem Gebiete tätig, seine Freundschaft mit *Carl Lueg,* dem lang-
jährigen Vorsitzenden des Vereines deutscher Eisenhütt
leute, machte ihn zum Vertrauensmann der vielen V
bände und Konventionen, die in jener Zeit den wi
schaftlichen Zusammenschluß der deutschen eisensch
fenden Industrie vorbereiteten und die in der Schaffu
des Stahlwerksverbandes ihre Krönung fanden. Al
weit über die Eisenindustrie hinaus reichte das V
trauen, das *Schrödter* entgegengebracht wurde. Au
die eisenverarbeitende Industrie in Rheinland und We
falen berief ihn bei der Gründung des Verbandes d
Rheinisch-Westfälischen Maschinenfabriken zu ihrem G
schäftsführer, welches Amt er auch behielt, als dies
Verband sich im Jahr 1892 zu dem sich über ganz Deuts
land erstreckenden Verein Deutscher Maschinenba
Anstalten weitete. Erst im Jahre 1910 hat er dieses A
an *Fr. Frölich* abgegeben; aber bei einer Anza
kleiner Konditionen-Kartelle und Preisvereinbarung
des Maschinenbaues ist *Schröd*
noch lange Jahre später Treuh
der geblieben, und 1911 ernan
ihn der Verein Deutscher M
schinenbau-Anstalten zu sein
Ehrenmitgliede.

Obwohl diese vielseitige I
anspruchnahme *Schrödter* über G
bühr belastete, entzog er sich do
nicht den Aufgaben der Allgemei
heit. Er war lange Jahre Mitgli
der Düsseldorfer Stadtverordnet
Versammlung und des Rheinisch
Provinziallandtages; zusammen m
Heinrich Lueg war er führend b
teiligt bei dem Aufbau und d
Durchführung der Düsseldorf
Ausstellung von 1902, und weni
der technischen und wirtscha
lichen Kongresse, von denen
viele vor dem Kriege in Düss
dorf tagten, sind ohne leitende M
wirkung von *Schrödter* veranstalt
worden.

Als Düsseldorfer Kind u
durch verwandtschaftliche B
ziehungen war *Schrödter* e
Freund der Künstlerkreise, und d
Malkasten, dieser Mittelpunkt rh
nischen Künstlerlebens, zählte i
zu seinen eifrigsten Mitglieder
Dieser künstlerischen Neigung, gepaart mit seinem Sinn
für die geschichtliche Entwicklung, verdankt die Ofe
plattensammlung ihr Entstehen, die im Düsseldorf
Eisenhüttenhaus untergebracht war und die jetzt i
Städtischen Kunstmuseum zu Düsseldorf weiteren Kreise
zugänglich gemacht worden ist.

Das Hauptwerk *Schrödters* aber ist und bleibt d
Verein deutscher Eisenhüttenleute, den er aus kleine
Anfängen emporgeführt hat zu einer machtvollen Organ
sation, geachtet wegen der Gründlichkeit seiner wisse
schaftlichen Arbeit, die nicht nur in dem Hauptverei
sondern auch in den Zweigvereinen, den Eisenhütte
Oberschlesien und Süd-West, blüht, geachtet auch, we
ihm *Schrödter* den finanziellen Rückhalt schuf durch A
gliederung eines selbständigen Verlagsunternehmens, d
„Verlages Stahl und Eisen". So war es der Eise
hüttenindustrie schon frühzeitig möglich, die wissenschaf
liche Forschungsarbeit in zahlreichen Einrichtungen un
insbesondere an der Technischen Hochschule Aache
kräftig und wirksam zu fördern.

Dieses von *Schrödter* geschaffene Rüstzeug ermög
lichte es der Deutschen Eisenhüttenindustrie, die schwer
Kriegs- und Nachkriegszeit zu bestehen. Die erst
Kriegszeit sah ihn noch rastlos tätig, für rechtzeitig
und ausreichende Versorgung des Heeres mit Munitio
zu sorgen. Ende 1916 aber legte er sein Amt in di
Hände seines Nachfolgers, Dr.-Ing. *Otto Petersen.* In de

---

[1]) Vergl. Z. Bd. 35 (1891) S. 1234 u. f.; Bd. 39 (1895) S. 75; Bd. 49 (1905) S 1491 und mehrere Berichte über Vorträge und Aufsätze.

…n Kraft des Schaffens trat er ab von der Bühne der …lichen Wirksamkeit, aber noch lange blieb er der …er und Vertrauensmann der eisenschaffenden In…ie, die ihn zum Ehrenmitgliede des Vereines deut… Eisenhüttenleute ernannte, und weiter Kreise der …en rheinisch-westfälischen Industrie. Dem Nieder…ischen Bezirksverein des Vereines deutscher In…ure gehörte *Schrödter* seit 1879 an.

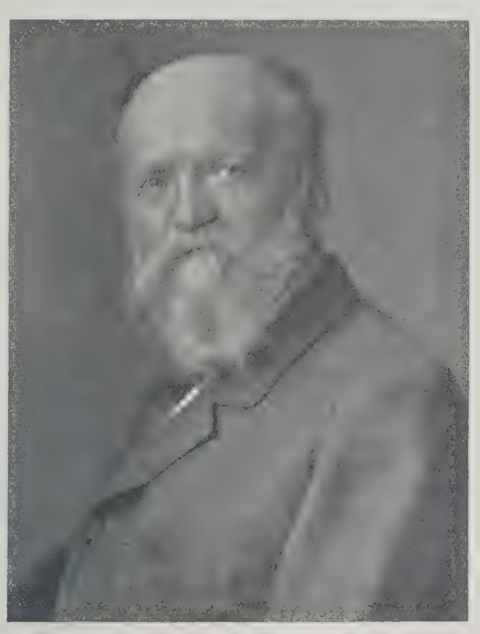
…n der Seite seiner Gattin, *Gisela von Bülow*, und im Kreise seiner Kinder waren ihm schöne Tage beschaulicher Ruhe auf seinem Landsitz in Mehlem am Rhein vergönnt, die er, der Sohn des Rheinlandes, auszukosten verstand. An seiner Bahre aber trauert die Eisenhüttenindustrie und ein großer Kreis persönlicher Freunde: denn wer *Schrödter* nahegestanden, war ihm Freund gew rden. [P 2337]

**Niederrheinischer Bezirksverein
des Vereines deutscher Ingenieure**

Karl Keller †

…n reiches Ingenieur- und Forscherleben ist mit dem …Hinscheiden des Geheimen Rates Dr. phil., Dr.-Ing. E. h. … *Keller* erloschen. Der am 3. November 1928 zu …chen im Alter von 89½ Jahren nach kurzer Krank…i entschlafene Gelehrte war am 25. April 1839 in …chen geboren als Sohn des Kabinettsrates *Joh. Nep.* …r. Er durfte eine an kulturellen wie politischen …icklungen und Wandlungen …reiche Zeit durchleben und …n an diesen Geschehnissen leb…esten Anteil, freilich nicht … tiefste seelische Ergriffenheit, … das Jahr 1918 das Deutsche …h bis in die Grundfesten er…n ließ.

In Augsburg und München be…ite er das humanistische Gym…um, das er mit der besten Note …lvierte; er blieb zeitlebens von …anistischen Idealen erfüllt und …rrschte bis in die hohen Acht…r hinein in Wort und Schrift … Griechische und Lateinische …kommen; er hat übrigens nichts … sehr aus seinem ersten Bil…gswege in die Lebensarbeit …enommen wie den Zug ge…chtlicher Betrachtung, der, auch … Technischen, seinem Schaffen …n ganz unverkennbaren Stempel …drückte. Auf der Universität …chen und dem Polytechnikum …lsruhe widmete er sich den …ematischen, naturwissenschaft…en und namentlich technischen …lien; vor allem war es Karls…, das für ihn als Bildungs…e die größte Bedeutung gewann …rch, daß hier *Redtenbacher*, der die jungen …niker aus der ganzen Welt zu seinen Füßen ver…melte, sein Lehrer wurde. Diesem Großen fühlte er … sein ganzes Leben lang verpflichtet, und besonders …hren hielt er ein von des Lehrers künstlerischer …d geschaffenes Landschaftsbild, das er dereinst zum …henk bekommen hatte. So war es ihm Ehre und …illung einer Dankespflicht, als er, bereits im Ruhe…de lebend, im Jahre 1909 bei der von der Karlsruher …nischen Hochschule zu Redtenbachers 100. Geburts… veranstalteten Feier auf seinen Lehrer die Festrede …n durfte.



Karl Keller
geb. 25. April 1839 gest. 3. November 1928

…Nach praktischer Tätigkeit bei *Kramer-Klett* (Nürn…) und *Maffei* (München) erhielt er im Jahr 1868 — …selben Jahr, in dem er Mitglied des Vereines deut…r Ingenieure geworden ist, dessen Karlsruher Be…sverein er im Jahr 1882 mitbegründet hat — einen …rauftrag und nach einem Jahre die Stellung eines …ntlichen Professors für Maschinenbau an seinem ge…ten Karlsruher Polytechnikum, der späteren Tech…hen Hochschule, der er dann 38 Jahre lang als …rer mit reichem Erfolg und nicht minder reicher …rkennung diente. Seine Antrittsvorlesung behandelte „Entwicklung des Lokomotivbaues", seine Lehrauf… gingen im Laufe der Jahre auf „Elemente des Ma…nenbaues und der Maschinenlehre", „Hebemaschinen", … der hydraulischen Motoren", „Wasserkraftanlagen", „Lokomotivbau"; letzterer Gegenstand bildete dann das eigentliche Feld seines Studiums und seiner Lehrtätigkeit. Neben den Vorlesungen hatte er, viele Jahre lang ohne jede Hilfskraft, die Konstruktionsübungen in Maschinenelementen zu leiten; diese anstrengenden Übungen und dann die Herausgabe seiner „Triebwerke", für die er sämtliche technischen Zeichnungen selbst herstellte, strengten zeitweise seine Kräfte weit über das erträgliche Maß hinaus an, namentlich auch seine Augen, so daß er während der Vorbereitung einer neuen Auflage seines Hauptwerkes plötzlich das Augenlicht verlor, eine Gefahr, die späterhin durch ärztliche Kunst und die eigene kraftvolle Natur in einem Maß überwunden wurde, daß er bis in sein höchstes Alter hinein Nähe und Ferne ohne jedes Glas zu beherrschen vermochte. Seine „Triebwerke" sind in vier Auflagen erschienen, von der dritten an auch in französischer Übersetzung.

Aber nicht genug war es mit der Tätigkeit an der Karlsruher Hochschule: von 1872 bis 1880 hatte er im Auftrage des badischen Kultusministeriums wöchentlich zweimal an der Universität Heidelberg Vorlesungen zu halten über „Landwirtschaftliches Maschinenwesen". In den 80er Jahren hatte er auch die Materialprüfung, besonders für Baustoffe, unter sich, eine Aufgabe, die ihn außerordentlich interessierte und ihm, dem unterdessen schon ins fünfte Lebensjahrzehnt eingetretenen Manne, die wissenschaftliche Grundlage lieferte zur Promotion an der Universität München, die ihm den Titel eines Doktors der Philosophie „summa cum laude" verlieh. Die amtliche Tätigkeit an der Karlsruher Hochschule wurde gekrönt durch seine Erwählung zum Rektor der Hochschule für 1892/93; seine Antrittsrede, eine seiner schönsten Reden überhaupt, behandelte den „Charakter der technischen Umwälzungen des 19. Jahrhunderts". In das Jahr seines Rektorats fiel auch seine Entsendung zu der Dreihundertjahrfeier von *Galileis* Professorentätigkeit an der Universität Padua, wobei er eine inhaltlich wie formell meisterhafte lateinische Ansprache hielt und ehrenhalber zum Doctor natural. philosophiae ernannt wurde. Und als die Karlsruher Hochschule 1900 die Feier der Jahrhundertwende beging, hatte er die Festrede zu halten, in der er das Lebensbild des berühmten Mechanikers *Reichenbach* zeichnete.

Auch der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure widmete er seine geschätzte Mitarbeit als Verfasser vieler Aufsätze.

Das Jahr 1907 brachte ihm nach einer mehr als 38jährigen Tätigkeit die Versetzung in den Ruhestand, worauf er bald in seine Heimatstadt München übersiedelte und in den großen Kreis seiner dortigen Angehörigen eintrat. Aber auch im Ruhestande ruhte er nicht und eine fast unübersehbare Fülle von historischen Einzelschriften

legt Zeugnis ab von seiner nimmermüden Arbeitskraft und seinem Interesse, so, um nur einiges zu nennen, über den Philosophen *Hirn*, über *Montgolfier, Regnault, Grashof, Kessler, Robert Mayer, Riggenbach.*

Als der Weltkrieg das Aufgebot des vaterländischen Hilfsdienstes nötig machte, meldete er sich zum ehrenamtlichen Dienste bei der „Maschinen-Ausgleich-Stelle", die vom Bayerischen Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure errichtet, später dem Kriegsamt unterstellt wurde. Schwer litt der greise Mann unter dem unglücklichen Ausgang des Krieges, unter dem Zusammenbrechen des Reiches, bei dessen Aufbau er selbst im Jahre 1870/71 in den Reihen des Sanitäts-Personals begeistert mitgearbeitet hatte; und als er am 25. April 1919 in körperlicher und geistiger Rüstigkeit seinen 80. Geburtstag beging, da war es mitten in der traurigsten Epoche der bayerischen und besonders der Münchener Geschichte, als hier die kommunistische Räteregierung ausgerufen wurde. Und doch, es war wie ein Ruf aus einer glücklichen Schaffenszeit, als ihm an diesem Tage die Technische Hochschule Karlsruhe den hohen Ehrentitel eines Dr.-Ing. verlieh „in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Förderung der technischen senschaften, als langjährigem Hochschullehrer an Fridericiana, als Forscher und Schriftsteller auf dem biete des Maschinenwesens".

Dies, sein der Öffentlichkeit zugewandtes Leben. wäre ja sonst noch zu berichten über seine reiche k lerische Veranlagung, die sich in oft entzückender W in seinen musikalischen Betätigungen, in dichteris Schöpfungen, vor allem in zeichnerischen Feinarb äußerte. Von seinen drei Kindern erlag sein Sohn mann, Oberingenieur der Henschel-Werke in Ka ein schöpferisches Genie auf dem Gebiete des L motivbaues, drei Tage vor dem Tode des Vaters einem l leiden. Des greisen Gelehrten Asche hat auf dem F hof von Tegernsee, wo er seit seinen Jugendtagen jährlich sein Ferienglück hatte erleben dürfen, gegen dem Grabe seines Jugendfreundes *Karl Stieler*, die l stille Ruhe gefunden. [P 233

Oberstudiendirektor Dr. *Hans Keller*, Nürnbe

Karlsruher Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure

Internationale Zusammenarbeit im Brücken- und Hochbau

Von Dr.-Ing. E. h. KARL BERNHARD, Berlin

Im Anschluß an einen kurzen Bericht in den VDI-Nachrichten Nr. 40 vom 3. Oktober 1928 über den Verlauf der zweiten internationalen Tagung für Brücken- und Hochbau in Wien in der Zeit vom 24. bis 28. September 1928 soll hier auf einige besonders lehrreiche Fachverhandlungen näher eingegangen werden. Der Inhalt der wichtigsten Vorträge war bereits in einem vorläufigen Abdruck[1]) veröffentlicht. Das gab in der Verhandlung Anlaß zu gut vorbereiteten Erörterungen, wodurch auch die mengenmäßige Leistung des Kongresses erheblich gesteigert werden konnte. Außerdem besteht noch bei der Kongreßleitung die Absicht, alle Erörterungen in einem zusammenhängenden großen Werke herauszugeben, das den Sonderfachleuten als weitere Quelle der Forschung dienen wird. Ziel nachstehenden Berichtes kann nur sein, auf das Wesentliche hinzuweisen und den Weg zu verfolgen, auf dem sich der neuzeitliche Brücken- und Hochbau entwickelt. Der Übersichtlichkeit wegen sei hier, im Gegensatz zu der Tagesordnung, der Inhalt der Verhandlungen gruppenweise zusammengefaßt:

Kunst im Brückenbau

Prof. Dr. *Fr. Hartmann*, Wien, der verdienstvolle Vorsitzende des Kongresses, behandelte die Ästhetik im Brückenbau und nimmt Bezug auf sein kürzlich erschienenes Buch über das gleiche Thema[2]). Für den, der sich in der Entwicklung des neuzeitlichen Brückenbaues betätigt hat, ist nicht viel Neues geboten. Die anerkannten Gesichtspunkte für die schönheitliche Behandlung großer Brücken, wie sie auch in dieser Zeitschrift[3]) seit Jahrzehnten zum Ausdruck gebracht worden sind, sind von *Hartmann* scharf zusammengefaßt, besonders die Frage nach der Einpassung der Brücke in die Umgebung, worüber seltsamerweise die Ansichten noch recht weit auseinandergehen. Nur eines wird allerseits bestätigt, was ich schon seit Jahrzehnten in Abhandlungen und Vorlesungen vertreten habe, daß nur der Brückenfachmann allein die ästhetische Frage entscheiden kann und muß und daß deshalb die Ausbildung der Brückenbauer nach dieser Hinsicht besser als bisher vor sich gehen muß, jedenfalls nicht wie früher in die Hände von Architekten gelegt werden kann. Die Zusammenarbeit von Architekt und Ingenieur hat keine Fortschritte in der Brückenästhetik im neuzeitlichen Sinne gebracht.

Das erhärtete auch der Vortrag von Prof. *O. Linton*, Stockholm, „Über die Kunst, Tragwerke zu bauen". Es trifft wirklich zu, wenn er sagt, daß beim Entwurf einer tragenden Konstruktion der Ingenieur damit beginnt, als ob er Architekt sei, daß er dann eine Zeitlang als Architekt und Ingenieur arbeitet und das Werk als Ingenieur abschließt.

Prof. *Mecenseffy*, München, bestätigte als Architekt die vorgenannte Richtung und verlangt, daß Begabung des Ingenieurs nach der ästhetischen Richtung geweckt und besser geschult werden muß — Anschauungen, die in den let 25 Jahren wiederholt zu Wort gekommen sind. Gegen neuerdings stark in den Vordergrund tretende Bevorzug vollwandiger eiserner Tragwerke an Stelle der Fachw auflösung, hat der Verfasser dieses Berichtes kurz Stell genommen und die Fälle besonders hervorgehoben, wo Vollwandlösung weder künstlerisch noch konstruktiv wirtschaftlich empfehlenswert erscheint.

Messungen am fertigen Bauwerk

Als Einleitung dieser Vortragsgruppe kann man Vortrag des Sektionschefs für Brückenbau der schwei schen Bahnen, *Bühler*, bezeichnen, der Ziel, Erg nisse und Wert der Messungen an Bauw ken behandelte. Er führte aus, daß zur statischen Ber nung und Messung an Bauwerken eine gegenseitige N prüfung, eine gegenseitige Befruchtung von Theorie Praxis stattfinden müsse, um dem Fortschritte den We ebnen. Wir sind heute in die dynamische Zeit eingerü Alle statischen und dynamischen Belastungen müssen d Messungen am Bauwerk verfolgt werden, auch die Bo untersuchungen, Erschütterungen an Bauwerken aus S und Beton, an Brücken- und Talsperren, an eisernen l werken, kurz alles Nötige zur Ermittlung der Nebenspan gen und Stoßwerte. Bei den Eisenbauten ist man am mei vorgerückt. Die Übereinstimmung der genauen Berechn und der Messungen befriedigen hier derart, daß man zu sachgemäß berechneten und ausgeführten Eisenbauwer das größte Vertrauen haben darf. Für Eisenbetonbrüc ist das Ergebnis auch gut, wenn dabei die Auflagerbe gungen gut erfüllt sind und keine Reibungseinflüsse stö Die Rißbildung bei Betonbrücken ist noch nicht einwand geklärt, deshalb sind in weitestem Ausmaß hierfür n Versuche nötig. Ebenso ist auch die meßtechnische handlung von Holzbauten, Schwingungsmessungen an H sern und Türmen nötig. In hohem Maß erzieherisch w in praktischer und theoretischer Hinsicht die Meßtechnik fertigen Bauwerk jeglichen Alters und jeglicher Bauart rechtfertigt somit die Bereitstellung erheblicher Mittel.

Prof. *Fuller*, Iowa-Universität, Ver. Staaten von A rika, kleidete in einem Bericht Meßergebnisse f die Stöße auf Straßenbrücken in eine For Bis zu einer Geschwindigkeit von 27,5 km/h sind die St wirkungen der Geschwindigkeit verhältnisgleich, sie wa sen erheblich beim Überwinden von Unebenheiten, sind abhängig von den Nutzlasten, abhängig von nicht ab federten Teilen und der Nachgiebigkeit der Bereifung so von der Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche. Die St wirkung steigert sich auf das Mehrfache der statischen L je nach Art und Masse der Straßenfahrbahn.

Prof. *Godard*, Paris, sprach über dynamische Wi kungen bewegter Lasten auf eisern Brücken und entwickelte gleichfalls eine Stoßformel. neuen französischen Vorschriften geben eine besondere F mel an, in der die Spannweite und das Verhältnis ruhenden Gesamtlast zur beweglichen Last zum Ausdr kommt, wobei der Wert 2 nicht überschritten werden ka

Mendizabal, Madrid, berichtete über die spanische For zur Bestimmung des Stoßbeiwertes auf Grund spanis Versuche, nach denen der Stoß gegenüber den andern L dern bei mäßigen Spannweiten erheblich erhöht werden s

[1]) Wien 1928, Julius Springer.
[2]) Leipzig-Wien 1928, Deuticke.
[3]) Vergl. u. a. *Schächterle*, Z. Bd. 71 (1927) S. 1213.

…merkenswerte Untersuchungen über die dynamische … der Brücken, die Wirkung der Trägheitskräfte und …tsprechende Phasenverschiebung, sowie die Störung …roportionalität zwischen Kraftwirkung und Verfor… erörterte Prof. *Streletzky*, Moskau. Er ging be…rs auch auf die Knotenpunktverschiebung durch …nbestrahlung ein. *Streletzky* betonte die Notwendig… die dynamischen Belastungskoeffizienten zu trennen. …elastungskoeffizienten haben auf glatten Gleisen ge…re Bedeutung, für die Konstruktion und den allge…n Zustand der Brücke dagegen mehr. Gleisuneben… verursachen stärkere Resonanzerscheinungen, die …t der Dampflokomotive geringere. Die russischen …hungen und Ergebnisse[4]) zeugen von dem großen … mit dem dort auf diesem Gebiete gearbeitet wor…t.

…ber das Meßverfahren und die Schwierigkeiten, …n den statischen und dynamischen Brückenmeßgeräten …unden werden müssen, sprach Reichsbahnrat Dr.-Ing. …f *Bernhard*, Berlin[5]). Er faßte die statischen Anforde…n dahin zusammen, daß bei einer Mindestanzeige von …m² Spannungsänderung Längenänderungen von 0,5 μ …ssen werden können und deshalb eine 1000fache Ver…rung nötig sei, wobei zu beachten ist, daß eine Schräg…ng des Meßgerätes zur Meßfaser von nur 10 min … Fehler von 0,8 μ und 1° Temperaturunterschied … Fehler von 2,4 μ ausmacht. Noch weit schwerer zu er…nde Bedingungen stellen die dynamischen Anforderun… die Eigenfrequenzen der Geräte dürfen nicht unter 1200 …ingungen in 1 s liegen, wenn Spannungsschwingungen … 300 in 1 s unverzerrt wiedergegeben werden sollen. …a die bisherigen Prüfeinrichtungen diese Anforderun… nicht erfüllen, sind bei der Deutschen Reichsbahn …rdings elektrische Meßverfahren ausgebildet. Grundlage …t der elektrische Berührungswiderstand von aufeinander…ichteten Kohlenplättchen. So werden die Dehnungs…rungen auf elektrischem Wege aufgezeichnet, man hat …ts Eigenschwingungen von 4000 bei 20 000facher Ver…erung erreicht, so daß die Hoffnung berechtigt ist, daß … Diagramme über die allerkleinsten Veränderungen bean…chter Bauteile im fertigen Bauwerk erhält, aus denen …großer Sicherheit alle statischen und dynamischen Wir…en abgeleitet werden können. Durch besonders gebaute …chswagen und Erschütterungsmaschinen soll der auf … Brücke fahrende Eisenbahnzug ersetzt werden. Mit …rschütterungsmaschine wird durch exzentrisch gelagerte …ungräder der Kraftverbrauch als Diagramm aufgezeich… eine solche Bauart nach *Späth-Losenhausen* ist in Wien …einer Eisenbahnbrücke vorgeführt worden. Die dyna…hen Eigenschaften und vor allem auch der jeweilige …ustand kann so durch Dauerversuche festgestellt wer… um Schlüsse auf die Betriebsdauer ziehen zu können.

…us diesen kurz angedeuteten Vorträgen ist zu erkennen, … überall auf diesem Gebiete zurzeit gearbeitet wird und … die Brückenbautechnik in der Erkenntnis der verwickel… Vorgänge von Bauwerken unter bewegten Lasten sich …dem Wege des Fortschritts befindet. Es zeigt sich deut… wie hier Theorie und Praxis zusammenarbeiten.

Messungen in den Versuchsanstalten

In einer Reihe von Vorträgen und Erörterungen wurden …oratoriumsversuche behandelt, die in engster Beziehung … vorigen Vortragsgruppe stehen. Es handelt sich hierbei …nders um die Baustofffrage und um die Entwicklung der …wertigen Stähle. Den Auftakt hierzu bot der Vortrag … Baurat Dr. *Bohny*, Sterkrade, der darauf hinwies, wie …h das Anwachsen der Stabquerschnitte und durch das …he Anschwellen des Eisengewichtes der eisernen Über…en die Verwendung hochwertiger Stähle beim Bau …er Brücken und Hochbauten hervorgerufen worden ist. … Quadratmeter Querschnittfläche bezeichnet *Bohny* als … Grenze für Konstruktionsglieder. Sie würden in Stahl … normaler Güte 14 000 t, bei Ausführung in St. 48 das …che und bei neuem deutschen Si-Stahl das 1,5fache, also …kräfte von 21 000 t, aufnehmen. Bei der neuen Hudson…cke bei Fort Lee beträgt die zu übernehmende größte …ft schon 75 000 t. In Zahlentafel 1 sind nach *Waddell* … oberen Grenzen vernünftiger und auch wirtschaftlich … vertretbarer Ausführungen verschiedener Brücken…eme angegeben:

Der wirtschaftliche Gewinn bei Si-Stahl gegenüber St. 37 …gt vom Verhältnis der Mehrkosten zur Gewichtsersparnis …er beträgt bei 50 m Spannweite: 10 bis 15 vH, bei 100 m: …is 18 vH, bei 150 m: 15 bis 21 vH, bei 200 m: 18 bis …vH. Die Streckgrenze bleibt maßgebend für die Quer…nittbestimmung. Mit 36 kg/cm² Mindestgrenze überragt

Zahlentafel 1

Werkstoff	Balken- und Bogenbrücke m	Auslegerbrücke m	Hängebrücke m
einfacher Flußstahl	300	500	700
hochwertiger Flußstahl von 25 vH höherer Streckgrenze	400	600	850
desgl. von 50 vH höherer Streckgrenze	500	700	1000
desgl. von 75 vH höherer Streckgrenze	600	800	1200
Haupttragglied in Draht	—	—	1500

der deutsche Si-Stahl die Baustähle andrer Länder. Die bisherige Entwicklung des Si-Stahls in Deutschland ist in der Nachkriegszeit derart schnell vor sich gegangen, daß die meisten großen Brücken aus diesem Baustoff hergestellt worden sind, und zwar bis Ende 1927 allein 100 000 t von der deutschen Reichsbahn. Die Baustoffentwicklung hat aber mit dem Si-Stahl noch nicht ihr Ende erreicht, und Anzeichen sprechen dafür, daß bald eine weitere Verbesserung eintritt.

Ausführlich besprach Prof. Dr. *Gehler*, Dresden, die aus den Versuchen hervorgehende Nachprüfung von

Sicherheitsgrad und Beanspruchung,

ein Bericht, der allseitige Zustimmung in der Versammlung fand und in folgenden drei wertvollen Leitsätzen gipfelt:

1. Bei rein statischer Belastung und bei normaler Querschnittausbildung der Stäbe (ohne Behinderung der Querdrehung, also ohne Kerbwirkung) ist unser übliches Verfahren des Spannungsmaßstabes zur Bemessung des Sicherheitsgrades ausreichend, ebenso auch die Höhe der heute zulässigen Beanspruchung, z. B. bei Siliziumstahl im Eisenbrückenbau $\sigma_{zul} = 2100$ kg/cm² bei 3600 kg/cm² Mindeststreckgrenze.

2. Bei statisch unbestimmten Systemen besteht die Hoffnung, daß man später einmal auch den plastischen Bereich (zwischen *P*-Grenze und Streckgrenze) ausnutzen wird. Künftige Versuche müssen zeigen, ob auf Grund der Gesetze von *Wöhler* und *Bauschinger* oder neuer Erkenntnisse etwa ein Dehnungsmaßstab mit einer zulässigen bleibenden Dehnung für statisch unbestimmte Grundformen vorgeschrieben werden kann.

3. Bei dynamischer Beanspruchung muß die Zeit berücksichtigt werden. Die gemessenen Größen sind Weg und Zeit. Sie werden durch die Zeit-Dehnungslinie dargestellt. Auch Arbeit und Leistung kommen als Kennzahlen in Betracht, die durch das Arbeitsleistungs-Diagramm darzustellen sind. Künftige Versuche müssen lehren, welche Grenzen hierbei einzuhalten sind.

Lebhafte Erörterungen knüpften sich dann an die Frage der Bemessung

zentrisch und exzentrisch gedrückter Stäbe auf Knickung

Hierzu sprachen *G. Pigeaud*, Paris, und Professor *Ros*, Zürich. Beide stützten sich auch auf eingehende Versuche. Von *Ros* wurde festgestellt, daß das Knickproblem eine Gleichgewichtsfrage sei, die sich nicht auf das Erreichen einer bestimmten Randfaserspannung zurückführen lasse. Die Übereinstimmung von Theorie und Versuch ist gut. Bei $\frac{l}{i} < 100$ vermindert die exzentrische Lage des Kraftangriffes viel stärker die Tragkraft als bei schlanken Stäben, und zwar innerhalb der vorgenannten Grenze um 55 vH, gegenüber zentrisch gedrückten Stäben. Mit wachsender Exzentrizität nimmt das Tragvermögen in geringerem Maß ab, als die Exzentrizität selbst zunimmt. Da Exzentrizität praktisch nicht zu vermeiden ist, empfiehlt es sich, den Kraftangriff im Viertel der Kernweite anzunehmen. Durch Einspannung der Stabenden wird in diesem Fall für mittelschlanke Stäbe die Knickfestigkeit nur wenig erhöht. Das gilt namentlich bei den Knotenblechen eiserner Tragwerke, d. h. es muß die ganze theoretische Stablänge als Knicklänge angenommen werden. Auch die Knickkraft für die zur Exzentrizitätsebene winkelrechte Richtung wird bei rechteckigem Querschnitt um höchstens 45 vH vermindert, was jedoch von besonderen Untersuchungen im einzelnen abhängig ist. Bei Kraftangriffen, die nach beiden Hauptachsen exzentrisch sind, liegen die Verhältnisse noch verwickelter. Es bedarf daher erst weiterer Versuche, um ein gutes Rechnungsverfahren zu erlangen. Für eine Querbelastung ergeben sich jedoch brauchbare Verfahren bei Berücksichtigung einer graphischen Darstellung, die aus den Versuchsergebnissen abgeleitet werden kann. Wichtig ist hier, daß die Knickberechnung sich wirklich auf vorbildliche einwandfreie Ver-

[4]) Sammelheft XXII der Abteilung für Ingenieuruntersuchungen, …au 1928, Bd. 83.
[5]) s. „Bautechnik" Bd. 6 (1928), Beilage „Der Stahlbau" Bd. 1 (1928) …45.

suche stützt, ein Weg, der vor den rein theoretischen Ableitungen für den Konstrukteur unbedingt den Vorzug verdient.

Über die

Versuche über Lochleibungsdruck,

die in Dresden für sämtliche Stahlsorten vorgenommen worden sind, berichtete Reg.-Baurat *Findeisen.* Die bleibenden Locherweiterungen werden bedenklich, wenn das Verhältnis der zulässigen Lochleibung zur zulässigen Stabspannung 2 wird; bei kegeligen Bolzen ist das Verhältnis 2,5 unzulässig. Ob im allgemeinen der Wert 2,5 zu hoch ist und wie sich mehrere Niete hintereinander verhalten, sind noch offene Fragen. Ebenso ist bei wechselnder Belastung noch nicht festgestellt, wie sich der Einfluß dynamischer Kräfte auf die bleibende Formänderung gestaltet. Nach Ansicht *Dörnens,* Dortmund, ist die Annahme der Reichsbahn mit 2,5 keineswegs bedenklich. Auch *Weidmann,* München, stützt sich auf die Versuche und die Beobachtung bei den bayerischen Brücken, wo seit *Gerbers* Zeiten Berechnungen mit 2,5 zu keinerlei Nietlockerungen geführt haben. Bei Längsträgeranschlüssen empfiehlt *Dörnen* zur Verbesserung der Nietverbindungen Kontinuitätsplatten sowohl unten wie oben.

Eine wissenschaftliche Übersicht über das gleiche Thema erörterte Dr.-Ing. E. h. *Gallik.* Er sprach besonders über die Umstände, die die Scherfestigkeit und den Lochleibungsdruck in der Vernietung beeinflussen, auf Grund der ungarischen Versuche, die zu besonderen Vorschriften über die zulässige Beanspruchung in Ungarn geführt haben.

Erwähnenswert sind noch in Verbindung hiermit die Versuche über die Schweißverbindungen in Fachwerkträgern verschiedener Bauart, auf die Reichsbahnoberrat *Füchsel,* Berlin, hinwies[6]).

Bauausführungen und Entwürfe

Die praktische Anwendung bildet natürlich das Rückgrat bautechnischer Tagungen, da hierbei die Berichterstatter mit Lichtbildern und Filmen meist selbst geleitete oder entworfene Bauwerke lebendig vor Augen führen. Sie zeigen, welche praktischen Fortschritte auf dem behandelten Fachgebiet neuerdings gemacht worden sind. In einem kurzen Bericht ist es ohne Bilddarstellung nicht möglich, auch nur annähernd eine Vorstellung von dem Mitgeteilten wiederzugeben. Es seien hier erwähnt die Vorträge von *Schmuckler,* Berlin, über Stahlkonstruktionen für Wohnungen und Hochbau, wobei die neuen deutschen Leichtprofile, und zwar mit Füllung des Skeletts durch den in Schweden gut bewährten Zellenbeton, Verwendung gefunden haben. Dadurch erscheint es möglich, die Bauzeiten von neun auf fünf Monate zu verkürzen.

Ferner sei auf einen Vortrag von *P. Joosting,* Utrecht, über die von der Gutehoffnungshütte konstruierten Eisenbahn-Hubbrücke über dem Koningshaven, Rotterdam, die durch anderweitige ausführliche Veröffentlichungen bereits bekannt ist, hingewiesen. *Zeliski,* Wien, berichtete über die Tragwerke und Hochbauten bei den neuen Personen-Seilschwebebahnen in Österreich und behandelte beachtenswerte neue Bauausführungen über dieses in Österreich in hoher Entwicklung stehende Sondergebiet.

Der Altmeister des Brückenbaues, Prof. Dr.-Ing. *Melan,* Prag, führte den Entwurf zu einer neuen Elbbrücke bei Aussig vor. Hierbei soll eine Mittelöffnung von 123,30 m mit Vollwandbogen von 2 m Scheitel- und 4 m Kämpferdicke überbrückt werden, die nach den beiden Seitenöffnungen zu auskragen. Auf die Kragenden legen sich dann die einwandigen Endschleppträger, während die Hauptkonstruktionen doppelwandig sind. Das Stahlgewicht hierfür beträgt 1960 t. Professor *Hawranek,* Brünn, hat sich mit verschiedenen Aufgaben des Großbrückenbaues beschäftigt; er wies darauf hin, daß bei großen Bogenbrücken mit einer genaueren Verteilung des Eigengewichtes Ersparnisse erzielt werden können. Über den Eisenbau in der Tschechoslowakei mit besonderer Berücksichtigung des Wettbewerbes um einen Entwurf der Nußlerbrücke in Prag berichtete *L. Kopecek,* Pilsen. Diese Brücke soll zur vielleicht gar zu schnellen Erweiterung der Stadt Prag dienen und ist als Bogenbrücke in einer 480 m weiten Hauptöffnung mit Halbbogen in den Seitenöffnungen gedacht, sie ist jedoch als noch nicht ausführungsreif zurückgestellt.

Günstige Lösungen des versteiften Stabbogens bei einer Straßenbrücke in Györ in Ungarn behandelte *Beke,* Budapest. Es handelt sich um Fachwerk-Parallelträger mit *Langerschen* Stabbogen, die besonders gut wirken, aber nicht viel Neues bieten. Auf Glasdächer und Korrosion weist *Eberspächer,* Eßlingen, hin und empfiehlt Emaillierung der Sprossen gegen Verrosten. Hier möge auch noch der Entwurf und die Ausführung der S gerbundhalle in Wien, eine hervorragende gespannte Holzkonstruktion, erwähnt werden von Dr.-Ing. *Erhardt* in Wien in wenigen Wochen entw und erbaut worden ist.

Rein theoretischer Natur war der Vortrag von *K schein,* Prag, über Berechnungen von Hän brücken unter Vergleich der bekannteren Verfahren einem neueren eigenem. Professor *Kulka,* Hannover, in klarer Weise die angreifenden Kräfte im Eisenwasse besonders die Druckverteilung des Wassers gegen den Z der, dar. Prof. *Karner,* Zürich, wies auf die Verbilli der Baukosten, besonders Verminderung des Eigengewi hin, wenn bei Bogenbrücken von 100 bis 500 m Spann Kabel als Zugbänder verwendet werden.

Der Eisenbetonbau

Die Verhandlungen lassen sich auch in theoretische praktischer Hinsicht gruppieren; sie können hier aber kurz und zusammenfassend gestreift werden. Prof. *Spa berg,* München, brachte eine allgemeine Betrachtung weitgespannte Wölbbrücken, besonders flache Bogen, wofür der Wert $\frac{l^2}{f}$ als Kühnheitsmaßstab g kann. Das Raumgewicht von 2,4 reicht bei derartigen gen nicht aus; 2,5 bis 2,6 ist zutreffender. Zu beachte bei großen Weiten aber besonders der Gleitwiderstan Baugrund für verschiedene Bodenarten. Strebt man einer Verbesserung der Baustoffe und günstigerer schnittausbildung, vervollkommnet man die Bauverfa so werden sich die Wirtschaftlichkeit großer Wölbbr erhöhen und infolgedessen die Spannweiten steigern la Heute liegt das Hauptgebiet größter Wölbbrücken bei S weiten zwischen 80 und 150 m.

Durch Versuche mit stahlbewehrten tonbalken kommt Prof. *Saliger,* Wien, zu dem Erge daß die zulässigen Beanspruchungen im Verhältnis höheren Streckspannung vergrößert werden können, die größeren Ansprüche an Schubwiderstand und Ver berücksichtigt werden; auch ist mit stärkerer Ausschal der Beton-Zugzone zu rechnen.

Prof. *Mörsch,* Stuttgart, erläuterte an der Hand um reicher Versuche die zur Erhöhung der Schubfest keit des Betons erforderliche Bewehrung an Bü und aufgebogenen Eisen. Besonders zu beachten ist die stige Wirkung der Vouten beim durchlaufenden Balken. ist aber auf die Schubsicherung besondere Sorgfalt zu wenden, ihr Nachweis wird bei größeren Balken unumg lich nötig.

Prof. *Probst,* Karlsruhe, besprach die Rissebild bei wiederholter Belastung von Betonb ken. Die Rissebildung ist unterhalb der Elastizitätsgr des Eisens sehr klein. Bis zu Spannungen 100/2000 kg tritt in den bleibenden Rißweiten nach der Entlastung harrung noch vor einer Million Belastungen ein. einer Million atmen die vorhandenen Risse, d. h. sie sc ßen sich fast vollständig.

Prof. *Hawranek,* Brünn, brachte einen Überblick den heutigen Stand der Theorie der Seitensteifigk offener und geschlossener Brücken empfiehlt nach Theorie *Engesser* mindestens eine sechsf nach Theorie *Bleich* eine drei- bis vierfache Sicherheit grunde zu legen. Auch Prof. *Ostenfeld,* Kopenhagen, handelt diese Frage.

Unter den

ausgeführten Bauwerken aus Eisenbe

hebt sich die Brücke bei Plougastel besonders vor, über die Ing. *Freyssinet,* Paris, mit Hilfe ausgez neter Filme berichtete. Die Brücke kann als eine glänz Leistung französischer Baukunst bezeichnet werden. Sie hält drei gleiche Bögen von je 186 m Spannweite, größten bisher erreichten, als hohle Eisenbetongewölbe, oben eine Straße und im Innern eine Eisenbahn tragen, auf im Meeresarm mittels Druckluft gegründeten Pfe ruhen. Das Lehrgerüst bestand aus Holzfachwerkbogen eisernen Zugbändern, die auf den Ufern als Ganzes für Öffnung hergestellt und schwimmend nacheinander zwis die Pfeiler bugsiert und festgestellt wurden. Die Film führung ihrer Einfahrt, Aufstellung, Senkung und Ausf bis zur Wiedereinfahrt in die nächste Öffnung bildete e würdigen Abschluß der technischen Verhandlungen.

Die nächste Tagung soll 1931 oder 1932 in Paris s finden. Die technisch-wissenschaftliche Entwicklung Brücken- und Hochbaues durch Austausch von Theorie Praxis kann in der Fortsetzung der internationalen Ta gen im höchsten Maße gefördert werden. Mögen sie als geistige Brücken zum Besten der ganzen Mensch dienen! [N 231

[6]) Vergl. a. *Bung,* Z. Bd. 72 (1928) S. 1105.

euerungen im Funkwesen

Dr. F. NOACK, Berlin-Schlachtensee

Die fünfte Große Deutsche Funkausstellung gab einen umfassenden Überblick über die Neuerungen im Funkwesen, und zwar nicht nur im Rundfunk mit den dazu gehörenden Geräten, sondern auch in den Grenzgebieten, die sich in steter Entwicklung befinden, wie z. B. Fernsehen, Bildfunk, Gleichlaufkino. Der folgende Aufsatz stützt sich im wesentlichen auf die auf der Ausstellung vorgeführten Neuerungen.

ie fünfte Große Deutsche Funkausstellung Berlin 1928 war ohne Zweifel die größte und bedeutendste ihrer t, und man behauptet sogar, daß sie mit ihrer großen sstellungsfläche von rd. 11 000 m² und ihren rd. 375 sstellern auch die größte aller Funkausstellungen in der nzen Welt gewesen sei.

Sie ließ nicht nur auf dem Gebiete der Rundfunktechnik, dern auch auf anderen Gebieten der allgemeinen Funknik, außerordentliche Fortschritte erkennen. Zu der nktechnik gehören heute auch der sprechende Film, die ldtelegraphie, das Fernsehen, der Gleichlaufkino usw.

Tonfilm.

Der Tonfilm nach dem Tri-Ergon-Verfahren[1]) wurde n dem inzwischen gegründeten Tonbild-Syndikat der fentlichkeit vorgeführt. Wenn auch der Tonm bereits auf einer sehr hohen Stufe der Vollkommenheit steht, wie die Vorführung des sogenannten „Rundfunk"-Films während der Ausstellung bewiesen hat, so darf anderseits nicht verschwiegen werden, daß ihm noch Mängel anhaften, die aber wohl zu beheben sind. Es hat sich nämlich ergeben, daß die tiefen Frequenzen noch recht mangelhaft übertragen werden, so daß zum Beispiel Geräusche nur sehr schwach zur Wiedergabe kommen. Es dürfte dies in der Hauptsache auf die elektrostatischen Lautsprecher zurückzuführen sein. Doch ist auch denkbar, daß die geringe Ablaufgeschwindigkeit des Filmes daran schuld ist.

Gleichlaufkino

Eine weitere Besonderheit der Großen Funkausstellung bedeutete die Vorführung des Gleichlaufkinos. Hier handelt es sich um eine Einrichtung, die den gleichzeitigen Ablauf gleicher Filme in verschiedenen Kinos und die Übertragung der Begleitworte durch Lautsprecher bewirkt. Sämtliche Kinoprojektoren werden durch Stimmgabelfrequenz, Abb. 1, im Gleichlauf gehalten und beginnen zu gleicher Zeit mit dem Ablauf des Films; auch an der Zentralstelle läuft der gleiche Film. Der Ansager gibt an der Hand des in der Zentralstelle ablaufenden Filmes die begleitenden Worte.

Fernsehen

Die Firma Telefunken führte den Fernsehapparat von Prof. *Karolus* vor[2]). Dieser löst das zu übertragende Bild in 10 000 Bildpunkte auf und überträgt es mittels eines umlaufenden Spiegelkranzes auf einen Bildwerferschirm.

Auch *v. Mihály* führte seinen Fernsehapparat „Telehor" vor[3]). Im Gegensatz zu Telefunken-Karolus wirft *v. Mihály* das Bild auf eine rd. 30 × 40 mm² große Mattscheibe; auch er löst, wie er sagt, sein Bild in 10 000

[1]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 199.

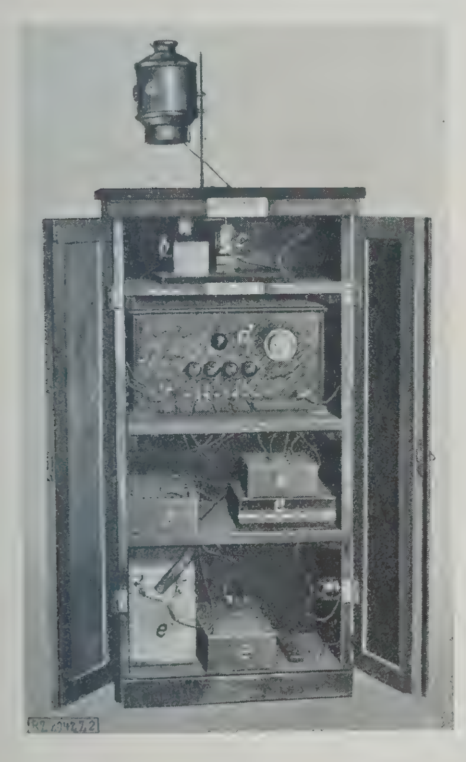


Abb. 2
Fernsehsender von *v. Mihály*. Die Lampe *a* beleuchtet den zu übertragenden unter ihr bewegten Gegenstand. Senkrecht unter der Lampe ist in der oberen Platte des Schrankes eine Öffnung mit einer Mattglasscheibe, über die der zu übertragende Gegenstand gelegt wird. Senkrecht darunter befindet sich die Photozelle, bezw. die Punktlampe b zur Umwandlung der optischen in elektrische Impulse. Der kleine Synchronmotor e, s. a. Abb. 3, trägt auf seiner senkrechten Achse (im Bild nicht sichtbar) die *Nipkowsche* Spirallochscheibe, deren Lochrand sich unmittelbar unter der Mattglasscheibe befindet. *d* ist der Verstärker, *e* sind Batterien.

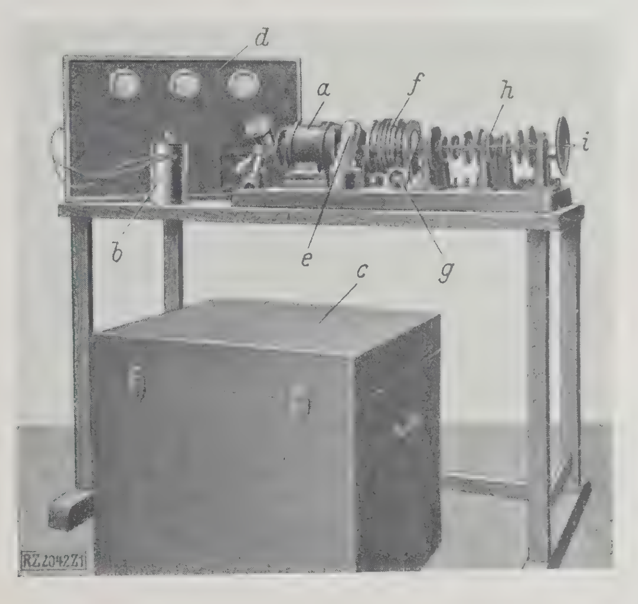


Abb. 1
Antrieb des Gleichlaufkinos.
Der Gleichlauf wird durch einen mittels Stimmgabeln erzeugten Wechselstrom erreicht.

a Gleichstrommotor
b Stimmgabelbehälter
c Wärmeschutzkasten zum Schutz der Stimmgabel gegen Veränderung der Stimmgabelfrequenz durch Temperatureinflüsse. Zur Überwachung der Temperatur ist ein Thermoelement eingebaut.
d Verstärker für die Stimmgabel-Wechselspannung.
e Glimmlampe für stroboskopische Überwachung der Drehzahl
f Tonrad
g Handreglung des Gleichlaufs
h Wechselgetriebe
i Antriebwelle zum Kino-Vorführapparat

[2]) Vergl. a. Z. Bd. 70 (1926) S. 725. Ein ausführlicher Aufsatz über den gegenwärtigen Stand des Fernsehens wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen.
[3]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1507.

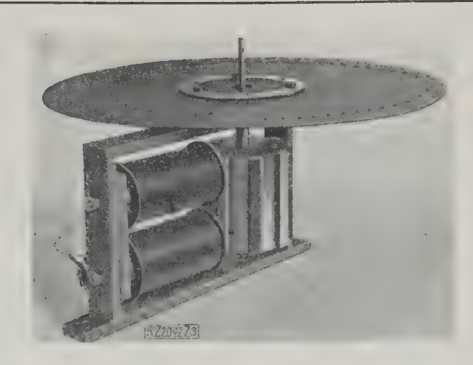


Abb. 3
Synchronmotor mit *Nipkowscher* Spirallochscheibe für Sende- und Empfangsgerät des „Telehor" von *v. Mihály*.

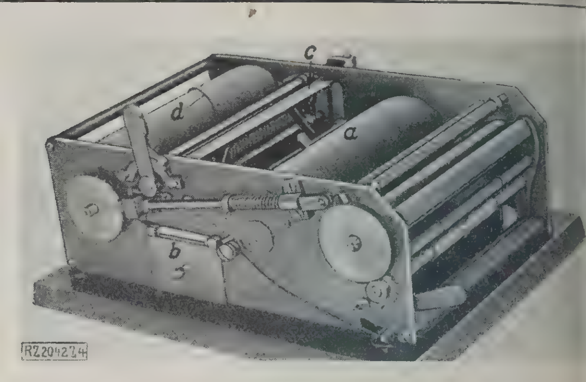


Abb. 4
Elektrischer „Querschreiber" von Telefunken zur funkentelegraphischen Übertragung von Bildern, insbesondere von Wetterkarten. Ein mit Jodkali-Stärkelösung vorbehandeltes Papierband wird im Wasserbad angefeuchtet und zwischen einer Kontaktschneide und einem Draht abgetastet, der schraubenförmig auf eine Walze gewickelt ist.

a Papiertrommel *c* Kontaktschneide
b Wasserbecken *d* Abtastdraht mit Walze

Bildpunkte auf. Die absolute Bildschärfe wäre demnach bei beiden gleich. Das Empfangsgerät von *v. Mihály* enthält nur einen kleinen Synchronmotor, eine *Nipkowsche* Lochscheibe, eine Neonlampe und ein Linsensystem. Der Erfinder behauptet, das Empfangsgerät zu einem Preise von rd. 100 *RM* auf den Markt bringen zu können. Sendeseitig tastet *v. Mihály* das Bild ebenfalls mittels einer *Nipkowschen* Scheibe und einer Photozelle ab, Abb. 2 und 3. Der Gleichlauf wird entweder dadurch erreicht, daß man die Synchronmotoren an das gleiche Wechselstromnetz anschließt oder daß man sendeseitig und empfangseitig Stimmgabeloscillatoren benutzt. Wenn der Empfänger außer Gleichlauf kommt, verschiebt sich das empfangene Bild seitlich wie bei einem Kinoapparat, dessen Bildfenster sich verschoben hat. Es genügt, den Motor selbst nachzudrehen, um die Phasengleichheit wieder herzustellen.

Die Apparatur von Prof. *Karolus* ist sehr umfangreich, da zur Steuerung auf der Empfangseite die aus der Bildtelegraphie bekannte Kerrzelle[4]) Verwendung findet. Gegenüber dem *v. Mihályschen* System hat demnach das Telefunken-System den Vorrang, daß es ausbaufähiger ist, weil die von *v. Mihály* empfangseitig verwendete Neonlampe größere Übertragungsgeschwindigkeiten kaum zulassen dürfte.

Trotz guter Fortschritte auf dem Gebiet des Fernsehens befinden wir uns jedoch noch durchaus im Anfang der Entwicklung. Vom brauchbaren Fernsehen sind wir noch weit entfernt!

Bildrundfunk[5])

Für den Bildrundfunk waren die Geräte „Fultograph" und „Radiolytteren" ausgestellt. Das elektrolytische Bildschreiberverfahren von Telefunken, Abb. 4, kommt ja wohl für den Bildrundfunk nicht in Frage, da es einerseits wohl in der Herstellung zu teuer ist, anderseits hauptsächlich für wissenschaftliche Zwecke gedacht ist.

Mit dem Fultograph ist am 20. Dezember 1928 der Versuchsbetrieb in Deutschland aufgenommen worden. Der dänische Kurzwellen-Bildfunk arbeitet nach dem Verfahren „Radiolytteren". Beide Verfahren, Fultograph und Radiolytteren, stimmen im Grunde überein; sie unterscheiden sich nur im Raster und im Bildwalzendurchmesser; wie mir mitgeteilt wurde, soll Aussicht bestehen, daß auch dieser Unterschied verschwindet. Beide Verfahren arbeiten elektrolytisch, d. h. ein mit Jodkali-Stärkelösung getränktes Papier wird über die Bildwalze gespannt, die den einen Pol eines Gleichstromkreises bildet, und von einem Platinstift, der den anderen Teil des Stromkreises bildet, abgetastet. Sendeseitig wird eine Metallfolie benutzt, auf die das zu übertragende Bild aufkopiert ist, Abb. 5 bis 7. Zur Erzielung von Halbtönen bei der Übertragung von Photographien wird zwischen Folie und Bild ein Linienraster eingeschaltet, dessen Linien sich durch Beugung der Lichtstrahlen bei großer Stärke der durchtretenden Lichtstrahlen auf der Folie verbreitert abbilden (Abb. 6). Getastet wird senkrecht zu den

[4]) Z. Bd. 70 (1926) S. 729.
[5]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 227.

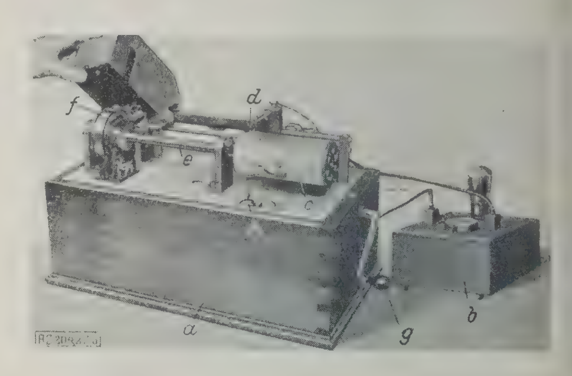


Abb. 5
Fultograph-Empfangsgerät.

a Empfänger *b* Gleichrichter *c* Bildwalze *d* federnder Schreibstift, aufklappbar *e* Spindel mit 0,4 mm Steigung zur Querbewegung des Schreibstiftes *f* Magnetkupplung des Bildwalzenantriebes *g* Handkurbel zum Aufziehen des Antriebuhrwerkes *h* Drehzahlreglung

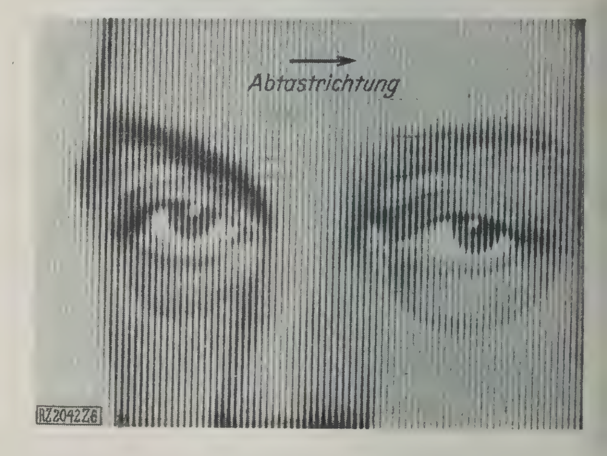


Abb. 6
Vergrößerter Teil einer Photographie, die unter Einschaltung eines Linienrasters auf die Metallfolie des Senders übertragen worden ist. Durch Beugung sind die Rasterlinien dort verbreitert, wo beim Kopieren besonders stark belichtet wurde. Das Bild wird so auf die Metallfolie übertragen, daß die Linien parallel zur Achse der Bildwalze, also senkrecht zur Bewegungsrichtung der Walze liegen. Die Linien werden vom Abtaststift senkrecht geschnitten. Demnach erscheinen die Bildzeichen-Stromstöße verschieden lang. Empfangseitig erscheinen demnach kurze oder lange Striche, die die Halbtonwirkung hervorbringen.

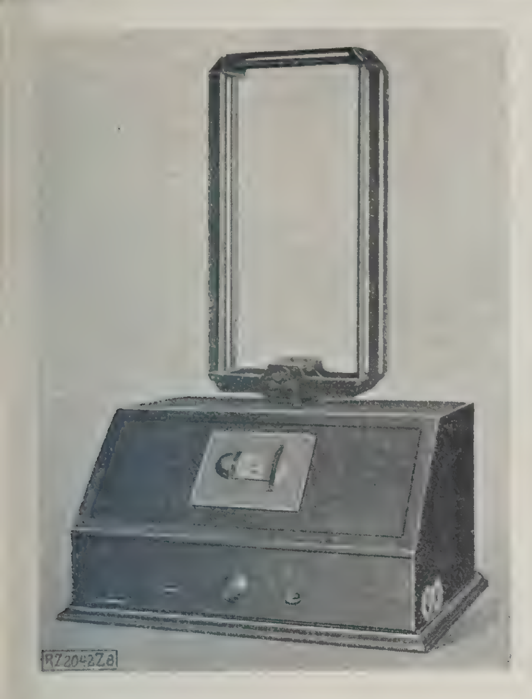


Abb. 8
Hochselektiver und hochempfindlicher Achtröhren-Tropadyneempfänger der Deutschen Telefonwerke und Kabelindustrie, A.-G. (DTW). Einknopfbedienung. Durch die beleuchtete Trommel werden die auf gemeinsamer Achse sitzenden Drehkondensatoren für die Einstellung des Wellenkreises und des Hilfskreises betätigt. Eine Kompensation gestattet Einstellunterschiede auszugleichen; im allgemeinen ist dies aber unnötig. Der Rahmen enthält einen Umschalter von Rundfunk-Wellenbereich auf Langwellenbereich. Für ersteren sind die Windungen parallel, für letzteren hintereinander geschaltet, so daß tote Windungen vermieden sind. Der Empfänger hat einen neutralisierten Zwischenfrequenzverstärker sowie Gegentaktverstärkung in der letzten Niederfrequenzstufe; ein Netzanschlußgerät ist nicht eingebaut; man kann Batterieröhren oder netzgeheizte Röhren ohne Umschaltung einsetzen.

sterlinien. Die Folie wird durch einen Platinstift oder einem in Kürze auch in Deutschland zur Einführung mmenden neueren Verfahren mittels einer Photozelle getastet und gibt auf den Funksender kürzere oder län-e Töne, die durch einen besonderen Tonerzeuger her-rgerufen werden. Der Bildsender wird wie ein Funk-nder moduliert. Empfangsseitig werden die Wechsel-öme durch eine Gleichrichterröhre in Gleichstromstöße ngewandelt. Der Synchronismus wird beim Fultogra-en und bei Radiolyttern dadurch bewirkt, daß zu Be-n jeder Umdrehung der Sendewalze ein längerer Ton zeugt wird, der im Empfänger ein Relais betätigt, das

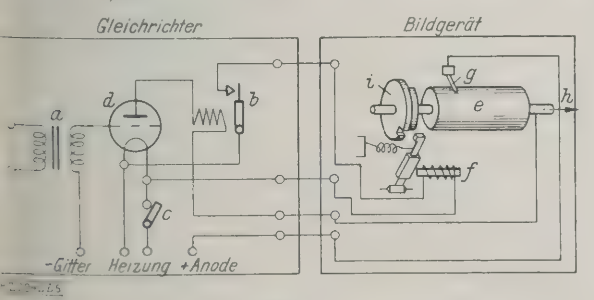


Abb. 7
Schaltung des Bildfunkverfahrens „Fultograph".

a Transformator
b Relais
c Schalter
d Verstärkerröhre
e Walze
f Auslösemagnet
g Schreibstift
h Spindel mit Vorschubeinrichtung für den Schreibstift *g*
i Synchronisiervorrichtung



Abb. 9
Vierröhrenempfänger der AEG mit Schirmgitterröhre und eingebautem Netzanschlußgerät. Die Schirmgitterröhre dient als erste Hochfrequenz-Verstärkerröhre.

nur auf längere Stromstöße anspricht und diese ein wenig schneller als die Sendewalze laufende Empfangswalze nach jeder Umdrehung um ein Geringes abgestoppt. Die beiden Verfahren unterscheiden sich demnach wesentlich vom elektrolytischen Bildschreiber von Telefunken; bei diesem bewirken Stimmgabeln den Synchronismus, die die Antriebmotoren auf der Sende- und Empfangseite steuern. Telefunken ist demnach in bezug auf Einhaltung des Gleichlaufs von atmosphärischen und sonstigen Störungen unabhängiger. Allerdings verteuert die Stimmgabel-Synchronisierung das Verfahren, so daß das Telefunkenverfahren auch schon aus diesem Grunde für den Bildrundfunk kaum in Frage kommen dürfte.

Rundfunk-Empfangsgeräte

Die Hochleistungsempfänger sind gegenüber dem Vorjahr schaltungstechnisch kaum geändert worden. Es ist in der Hauptsache auf Vereinfachung der Bedienung, Abb. 8 bis 10, und Verbesserung der Klangfarbe Wert gelegt worden. Die Einknopfschaltung hat sich auch beim Überlagerungsempfänger durchgesetzt; das wurde einerseits dadurch erreicht, daß eine geeignete Zwischenfrequenzwelle gewählt wurde, anderseits dadurch, daß der Schwingkreis für den Empfang bei gutem Wirkungsgrad aperiodisch zum zu empfangenden Wellenbereich gemacht wurde, so daß nur die Hilfsfrequenz eingestellt wird. Dadurch ist es auch möglich geworden, daß die Einstellung der Hilfsfrequenz statt mittels eines Drehkondensators mittels Druckknopfes über einmal einzustellende Blockkondensatoren vorgenommen wird.

Der Neutrodyneempfänger beherrscht noch immer das Feld; der Überlagerungsempfänger ist ihm gegenüber zurückgetreten, doch wird er noch überall da am Platze sein,

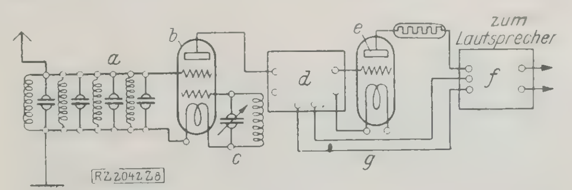


Abb. 10
Schaltbild des Überlagerungsempfängers von *Kramolin*. Der Antennenkreis ist auf Rundfunkwellen von 200 bis 600 m Länge durch ein besondres Filter abgestimmt, braucht demnach nicht nachgestellt zu werden. Zur Abstimmung ist lediglich die Einstellung der Hilfsschwingung erforderlich. Dadurch ist vollkommene Einknopfbedienung oder Einstellung von zwanzig Sendern durch zwanzig Druckknöpfe möglich, die zwanzig kleine Preßblockkondensatoren an Stelle des Abstimmkondensators des Hilfsschwingkreises betätigen.

a Vierfaches Filter (Siebkette)
b Milchröhre
c Abstimmung der Hilfsschwingung
d Zwischenfrequenz-Verstärker
e Richtverstärker-Audionröhre der Reflexstufe
f Niederfrequenzverstärker
g Rückleitung der Reflexstufe

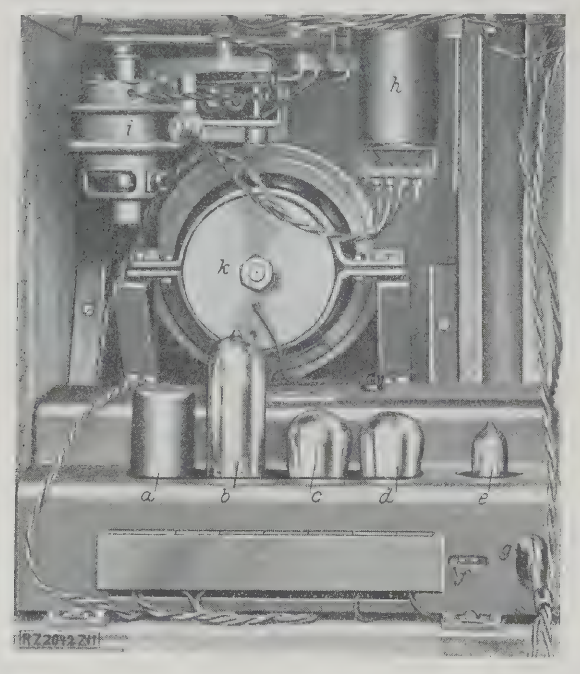


Abb. 11

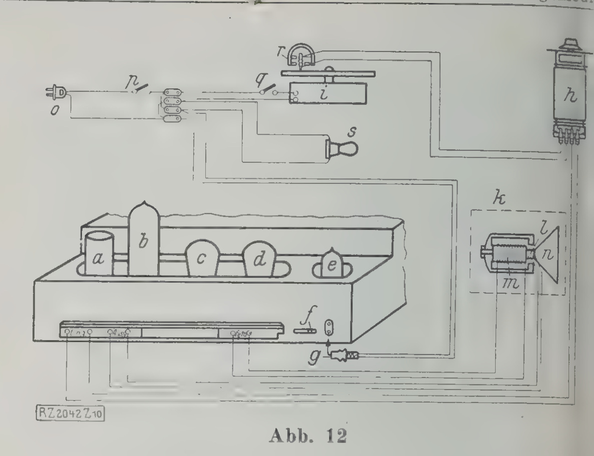


Abb. 12

Abb. 11 und 12
Ansicht und Schaltbild des elektrischen Grammophon-Wiedergabegerätes „Polyfar“ der Deutschen Grammophon-A.-G.

a, b Verstärkerröhren
c, d Gleichrichterröhren
e Eisen-Wasserstoff-Widerstand
} Kraftverstärker der AEG

f Verriegelung der Anschlüsse
g Stecker
h Lautstärkeregler
i Motor für die Grammophonplatte
k Lautsprecher (Rice-Kell[o]
l Schwingspule
m Feldspule
n Membran
o Netzanschlußstecker
p Hauptschalter
q Motorschalter
r Polyphor-Tonabnehmer
s Prüflampe

wo größte Selektivität verlangt wird. Die Ausstellung zeigte Überlagerungsempfänger mit so großer Selektivität, daß in der Ausstellungshalle der Berliner Sender (Wellenlänge 483,9 m) unmittelbar unter der Sendeantenne nur noch in einem Wellenlängenbereich von rd. 450 bis 550 m zu hören war.

Im allgemeinen haben die meisten Firmen auch die Vielröhrenapparate so gebaut, daß ohne weitere Umschaltung Batterieröhren durch netzgeheizte Röhren, demnach Batterien durch Netzgeräte ersetzt werden können, die Anodengleichspannung und Wechselstrom für die Heizung liefern.

Netzanschlußgeräte zur Lieferung von Netzgleichspannung sind fast verschwunden, da sich die Industrie fast ganz auf die Benutzung wechselstromgeheizter Röhren eingestellt hat. Ein großer Teil der namhaften Firmen hat in diesem Jahr Netzanschlußgeräte in die Empfänger eingebaut, sogar in Neutrodynegeräte. Es ist gelungen, die Geräte so zu bauen, daß ein Netzton überhaupt nicht mehr zu hören ist. Gleichstromgeräte treten hinter den Wechselstromgeräten zurück, da es bei Gleichstrom-Netzbetrieb nur schwer möglich ist, die hohe Anodenspannung zu erzeugen. Trotzdem haben einige Firmen doch auch Empfänger mit eingebautem Netzgleichstrom-Gerät geliefert. Die Industrie hat sich mit Rücksicht auf die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker n[it] wenigen Ausnahmen von dem Bau selbständiger Netzgleic[h]strom-Geräte ferngehalten.

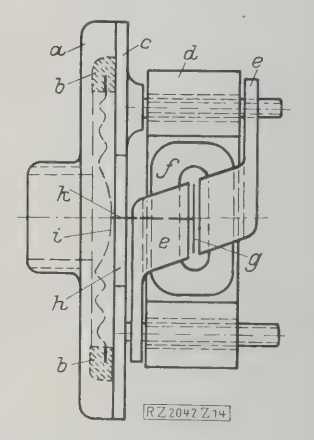


Abb. 14
Schnitt durch die Lenzola-Lautsprecher-Schalldose.

a Abschlußdeckel mit Ansatzstut[z] für den Trichter
b Gummiring für die Kolbenme[m]bran *i*
c Unterer Abschlußring mit Öffnun[g]
d Hufeisenmagnet
e Magnetpolschuhe
f Magnetwicklung
g Blattanker mit Verbindungssta[nge] *k* zur Kolbenmembran *i*
h Öffnung des unteren Abschl[uß]ringes *c*
i Blattdünne geriffelte Aluminiu[m]kolbenmembran, die im Gum[mi]ring *b* weich gelagert ist
k Verbindungsstange zwischen Bla[tt]anker *g* und Kolbenmembran *[i]*

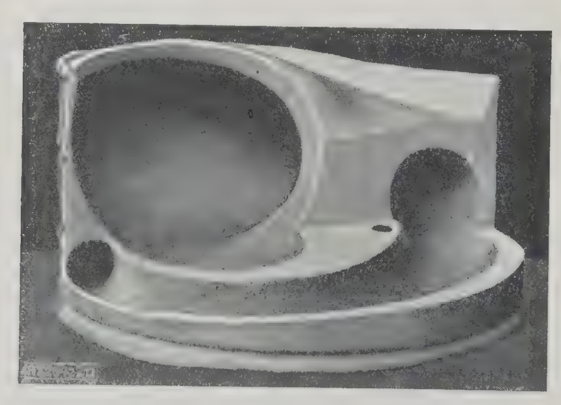


Abb. 13
Tonführung des elektromagnetischen Trichterlautsprechers „Lenzola“. Der Trichter hat Expotentialform und eine Länge von 1,20 m, so daß auch die tiefen Frequenzen gut wiedergegeben werden.

Elektronenröhren

Die Röhren sind sehr verbessert worden. Es gibt heu[te] Wechselstromröhren für alle Verwendungszwecke. D[en] Kraftverstärkerröhren hat die Röhrenindustrie beso[n]dere Aufmerksamkeit gewidmet. Es sind auch Röhr[en] mit mehreren Systemen für Verstärkeranlagen konstrui[ert] worden. Die Schirmgitterröhre hat sich nur vereinzelt ei[n]geführt; nur wenige Firmen verwenden sie als Eingang[s]röhre.

Elektrische Grammophon-Wiedergabe

Die Ausstellung 1928 zeigte auch die Verbi[n]dung der Grammophontechnik mit der Rundfunktechni[k]. Nachdem das elektrische Grammophon-Aufnahmeverfa[h]ren[6]) große Vorteile gezeigt hat, hat die Industrie au[ch] den Bau elektrischer Wiedergabegeräte aufgenomme[n]. Diese Wiedergabe ist möglich geworden durch die E[r]zeugung hochwertiger Netzgeräte, Transformatoren u[nd] Kraftverstärkerröhren. Sehr viele Firmen haben si[ch] dem Bau besonderer Kraftverstärker für Grammopho[n]wiedergabe gewidmet, die in verschiedenen Leistunge[n] in Widerstandschaltung, einfacher Transformatore[n]schaltung und Gegentaktschaltung ausgeführt werde[n], Abb. 11 und 12. Fast alle Niederfrequenzverstärker sin[d] so bemessen worden, daß sie gleichzeitig für die ele[k]trische Grammophonwiedergabe verwendbar sind.

[6]) Vergl. den demnächst in dieser Zeitschrift erscheinenden Aufsa[tz] „Akustik neuzeitlicher Grammophone“ von Dr. *E. Lübcke.*

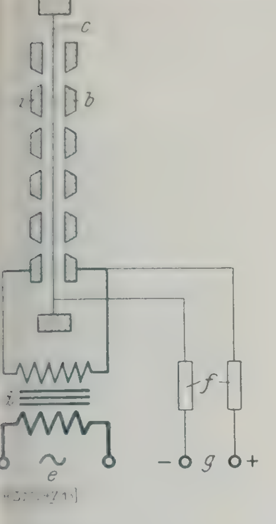


Abb. 15
Grundschaltung des elektrostatischen Differential-Lautsprechers.

a, *b* starre Belege, durchlöchert
c schwingende Membran
d Transformator, führt den Belegen a und b Wechselspannung von rd. 500 V zu
e Wechselstromanschluß
f starke Schutzwiderstände
g Gleichstromanschluß, rd. 500 bis 800 V.

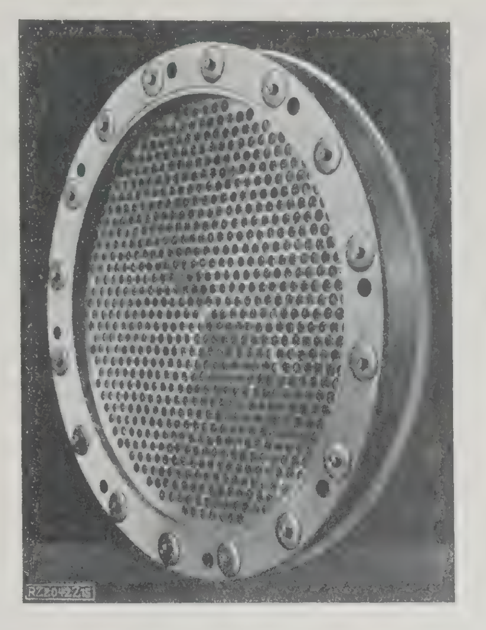


Abb. 15 und 16
Elektrostatischer Differentiallautsprecher von *Vogt*, bestehend aus zwei durchlöcherten, gegen einander isolierten festen Belegen, zwischen denen eine bewegliche Membran ausgespannt ist. Durch die Löcher der festen Membran treten die Schallwellen nach außen. Der Lautsprecher ergibt eine reichlich gleichmäßige Verstärkung der tiefsten bis zu den höchsten Tonfrequenzen bei großer Schalleistung. Kapazität rd. 900 cm, Dmr. 385 mm, Breite 55 mm.

Nachdem sich die elektrische Grammophon-Wiedergabe eingeführt hat, war es selbstverständlich, daß die Industrie sich auch der Herstellung elektrischer Tonabnehmer zuwandte, die fast alle auf der Bewegung eines Ankers in einem Magnetfeld beruhen[7]).

Lautsprecher

Möglich wurde die elektrische Grammophonwiedergabe eigentlich erst dadurch, daß es gelungen ist, Lautsprecher großer Leistungen von vorzüglicher Wiedergabe zu bauen. Der elektromagnetische Lautsprecher hat sich immer noch gehalten, weil er an normale Rundfunkempfänger angeschlossen werden kann und im allgemeinen auf geringe Lautstärke anspricht; er wird heute auch großen Ansprüchen gerecht. Der Trichterlautsprecher beginnt sich allmählich wieder neben dem Konuslautsprecher zu behaupten, allerdings in anderer Form als früher. Die Trichter haben eine Länge bis zu 2 m mit Exponentialform[8]) und werden aufgewickelt, so daß sie trotz der großen Länge nur wenig Raum einnehmen, Abb. 13. Die große Länge gibt den Lautsprechern eine Erweiterung des Frequenzbereiches besonders nach den unteren Frequenzen hin. Vielfach ist die Anordnung so getroffen, daß die Antriebdose an der Vorderseite des Lautsprechers liegt, so daß sie die hohen Frequenzen z. T. unmittelbar ausstrahlt. Abb. 14 zeigt die Schalldose eines Lenzola-Lautsprechers. Bemerkenswert ist, daß der Anker des Elektromagneten eine dünne, in sich starre, in Gummi gefaßte Aluminiummembran wie einen Kolben hin- und herbewegt.

Die Kegellautsprecher haben manche interessanten Verbesserungen erfahren. Erwähnenswert ist besonders einer, bei dem der Kegel[9]) aus einem viergeteilten, nach der Mitte zu eingezogenen, quadratischen Blatt besteht, dessen eingezogene Spitze durch den Antrieb bewegt wird, während die vier Dreiecke unabhängig voneinander schwingen. Die Größe der Gesamtmembran ergibt eine gute Verschiebung der Frequenzempfindlichkeit nach unten, während die hohen Frequenzen dadurch gut wiedergegeben werden, daß die vier Dreiecke unabhängig schwingen. Andere Firmen haben gleichmäßige Frequenzempfindlichkeit dadurch zu erreichen versucht, daß sie in dasselbe Lautsprechergehäuse zwei getrennte Kegelmembranen einsetzen, die auf verschiedene Frequenzen abgestimmt sind und getrennt oder gemeinsam angetrieben werden.

Der elektrodynamische Lautsprecher gewinnt allmählich an Verbreitung. Die meisten elektrodynamischen Lautsprecher bestehen aus einem sehr leichten und kleinen Kegel, der selbst nicht schwingt, fast reibungslos gelagert ist und an der Spitze eine Spule trägt, durch die der Wechselstrom geschickt wird; diese Spule befindet sich in dem starken Feld eines Stahlmagneten oder eines Elektromagneten. Bei einer bemerkenswerten Ausführungsform befindet sich die Antriebspule nicht an der Spitze des Kegels, sondern ist um den Kegelrand gelagert, wobei das Gehäuse den Magnet darstellt. Die elektrodynamischen Lautsprecher mit Stahlmagneten lassen sich entweder unmittelbar — allerdings ist das selten der Fall — oder unter Einschaltung eines Ausgangstransformators an den Niederfrequenzverstärker anschalten. In den meisten Fällen aber, besonders bei Lautsprechern großer Leistung, werden besondere Kraftverstärker geliefert, die oft selbst einen Ausgangstransformator tragen. Bei den elektrodynamischen Lautsprechern mit Elektromagnet wird der Magnetisierungsstrom entweder dem Heizakkumulator oder einem Netzanschlußgerät entnommen.

Von den elektrostatischen Lautsprechern ist einer für größte Leistungen besonders erwähnenswert, der zwei durchlöcherte starre Belege enthält, zwischen denen sich die schwingende Membran befindet, Abb. 15 und 16. Die Wechselspannung wird den beiden starren Belegen zu-

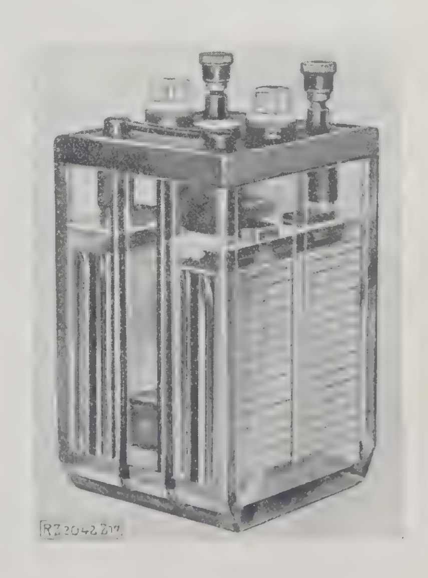


Abb. 17
Zweizellen-Akkumulator von Varta mit zwischengeschalteter Ölzelle zum Auswaschen der beim „Kochen" mitgerissenen Schwefelsäure.

[7]) Vergl. Anm. [6]) S. 98.
[8]) Vergl. Anm. [6]) S. 98.
[9]) Oder vielmehr die Pyramide.

geführt. Die schwingende Membran erhält gegenüber den beiden festen Belegen eine Gleichspannung. Man vermeidet hierdurch den Nachteil der älteren Ausführungen mit nur einem starren und einem schwingenden Belag. Infolge der an beiden Belegen liegenden Gleichspannung wurde der schwingende Belag in der Ruhelage eingebaut und verursachte Verzerrungen bei der Wiedergabe.

Batterien

Die Batteriefabriken haben in diesem Jahre große Anstrengungen gemacht, um die ihnen durch die Einführung der Netzanschlußgeräte drohende Gefahr abzuwenden. Erwähnenswert ist ein Akkumulator mit zwei Zellen, zwischen denen in einem Glaskörper eine Waschzelle mit Ölfüllung eingefügt ist; durch diese müssen bei Überladung des Akkumulators die Gase hindurchgehen, Abb. 17. Das Öl entfernt aus ihnen die Schwefelsäure; man kann also diesen Akkumulator gefahrlos in Wohnräumen laden. Bei Anodenbatterien ist die Amperestundenzahl und die Leistung so erhöht worden, daß sie auch für stärkere Anodenströme geeignet sind. Der verschiedenen Belastung der einzelnen Batterieelemente ist dadurch Rechnung getragen worden, daß sie entsprechend der Belastung verschieden stark bemessen worden sind.

Kurzwellenempfang

Der Kurzwellenempfang hat in der Industrie keine genügende Beachtung erfahren; nur vereinzelt sind Kurzwellenempfänger von den Fabriken hergestellt worden. Einen Notbehelf stellen die Kurzwellenvorsätze dar mit einem Kurzwellenaudion, das durch einen Stecker an Stelle des normalen Audions in den Empfänger eingeschaltet wird.

[B 2042]

Plattenbehälter für Flüssigkeiten

Großbehälter für Flüssigkeitsspeicherung in bestehende Räume einzubauen, verursacht häufig erhebliche Umstände. Behälter sehr großer Abmessungen müssen schon wegen der Beförderung mit der Bahn in mehrere Teile zerlegt werden; zumeist ist wegen ungenügender Durchgangsöffnungen in dem betreffenden Bauwerk noch eine weitergehende Unterteilung nötig. Am Aufstellungsort sind dann die einzelnen Schüsse durch Nieten oder Schweißen miteinander zu verbinden; eine wegen örtlicher Beengung, Nachbarschaft bewohnter Räume oder anderer Ursachen oft sehr lästige Arbeit.

In England werden für solche Fälle rechteckige Behälter verwendet, die aus Einheitsplatten zusammengesetzt sind und verhältnismäßig einfach zusammengebaut werden können. Zur Sicherung jedes Plattenstoßpunktes in seiner räumlichen Lage sind gegenüberliegende Stoßpunkte in den Seitenwänden durch Zuganker miteinander verbunden; bei größeren Behältern werden Stoßpunkte der Seitenwände mit Stoßpunkten des (ebenfalls aus Platten bestehenden) Bodens zusammengehängt. Dadurch ergeben sich zahlreiche Innenanker, die in der Behälterflüssigkeit liegen. Hierin liegt eine Schwäche dieser sonst so einfachen Bauart; denn es werden so mittelbar der Behälterhöhe und dem Bereich der möglichen Temperaturen in der Speicherflüssigkeit verhältnismäßig enge Grenzen gesetzt. Auch können wegen der schmiedeisernen Innenanker solche Plattentanks für manche Speicherflüssigkeiten nicht in Betracht kommen, für die z. B. ein gußeiserner Behälter (mit oder ohne Innenauskleidung) an sich gut geeignet wäre.

Wohl aus diesen Gründen hat sich in Deutschland der Plattenbehälter noch nicht eingeführt, wiewohl auch bei uns ein Bedarf für Behälter dieser Art zweifellos vorhanden ist.

Eine neue Behälterbauart macht die Innenanker entbehrlich. Man hat die ebene Wandform verlassen und ist auf die Unterteilung der Wandflächen in stehende, flache, gegen das Behälterinnere gerichtete Gewölbe übergegangen. In Abb. 1 ist der Grundriß einer Behälterecke dargestellt, aus der im einzelnen zu ersehen ist, wie Wandgewölbe mittels schräg angesetzter Plattenflansche gebildet werden. In einem solchen Wandgewölbe bedarf die einzelne Platte als „Gewölbebaustein" keiner besonderen Sicherung durch Zuganker; das Gewölbe ist in sich steif, und die Platten stützen einander durch ihre Flansche ab. Nur die Gewölbeenden brauchen eine Sicherung und finden diese in einem außerhalb des Behälterraumes angeordneten Stützgerüst aus sparsam bemessenen Profileisenstücken und Zugankern. Wegen der Gewölbekonstruktion sind die Flansche der Platten ohne Zugspannung; baucht man den Flächenteil der Platten gegen das Behälterinnere etwas aus, so ist auch in diesen Flächenteilen jede Zugbeanspruchung vermieden. Auf diese Weise ist es möglich, bei Wahl von Gußeisen als Baustoff auf geringere Wanddicken herunterzugehen als bei dem englischen Plattentank.

80 600 600 750 80 RZ 2103 Z 2

Abb. 1
Grundriß einer Ecke des Plattenbehälters.

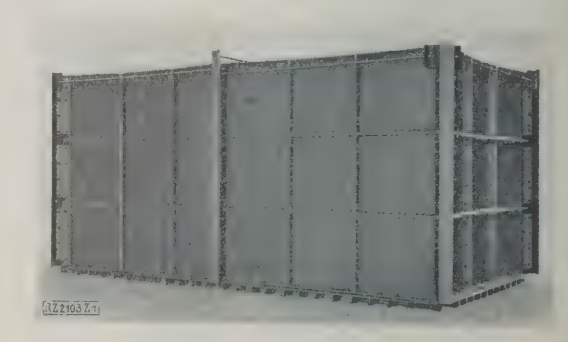


Abb. 2
Plattenbehälter ohne Innenanker von 12 m³ Inhalt.

Der in Abb. 2 dargestellte kleine Tank von insgesamt 12 m³ Inhalt der neuen Bauart wurde aus quadratischen gußeisernen Platten von 600 mm Quadratseitenlänge und 7 mm Wanddicke im Flächenteil zusammengebaut. Als Dichtungsmittel diente ein Erdwachs (in dünner Schicht, ohne jede weitere Zutat), das gegen Säuren, Alkalien und hohe Temperaturen unempfindlich ist und sich auch gut zur Innenauskleidung von Behältern eignet. Die Wandplatten haben das sehr handliche Gewicht von 28 bis 30 kg; die am Rande liegenden Bodenplatten sind wegen des Vorspringens der Gewölbeenden etwas größer und schwerer. Die gewählte Wanddicke reicht für jede praktisch vorkommende Behälterhöhe aus, so daß bei sehr großen Behälterabmessungen ein solcher Gußeisenbehälter nur um wenig schwerer ist als ein Blechbehälter gleichen Fassungsraumes. Zu dem abgebildeten Tank wurden sechs, teilweise nur durch den Flanschenansetzwinkel voneinander abweichende Plattenarten verwendet; bei Hinzufügung einer besonders geformten siebenten Art ist es möglich, aus diesen Elementen Behälter jeder beliebigen Länge, Breite und Höhe zusammenzustellen, wenn nur diese Abmessungen durch 600 mm, d. h. die Länge einer Plattenseite, teilbar sind. Zwischengrößen lassen sich durch Verwendung halber Platten zusammenbauen.

Berlin [M 2103] Dr. techn. *O. Kron*

RUNDSCHAU

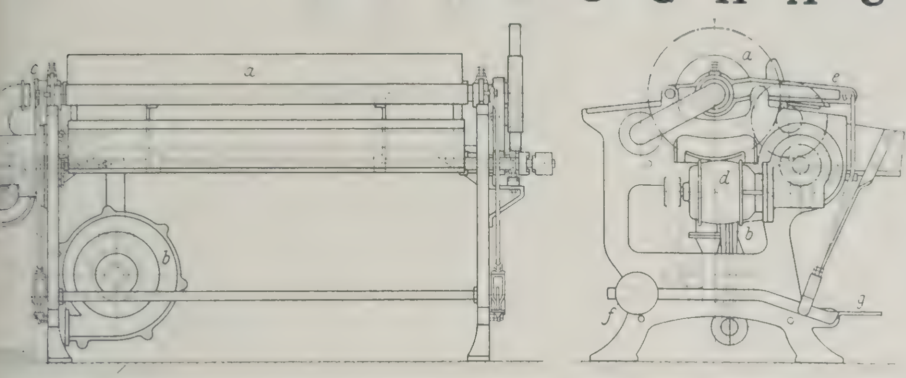


Abb. 1 und **2**
Muldenplättmaschine von C. A. Heinemann & Co., Düsseldorf, mit Absaugung der Wäschedämpfe

a Plättwalze, 3 bis 5 U/min bei 270 mm Dmr.
b Sauglüfter
c Saugstutzen
d Antriebmotor für *a* und *b*
e Hebel zur beweglichen Lagerung der Walze
f Verstellbares Gegengewicht
g Fußhebel

Technik und Haushalt

Bügelmaschinen

In den Wäschereien setzt sich auch die maschinelle Behandlung der Wäsche nach dem eigentlichen Waschvorgang immer mehr durch. Eine wichtige Maschine zur Bearbeitung glatter Wäschestücke ist die Mangel[1]). Neben der Zylindermangel führt sich auch die Muldenmangel mit Absaugung ein. Vielfach geht man dazu über, die Mulde der Mangel elektrisch zu beheizen.

Eine neuere Ausführung einer elektrisch beheizbaren Muldenplättmaschine zeigen Abb. 1 und 2. Aus der sich mit 3 bis 5 U/min drehenden Walze *a* werden durch den Sauglüfter *b* bei *c* die Bügeldämpfe abgesogen, wodurch die Arbeitsleistung der Mangel bedeutend erhöht wird. Der Antriebmotor *d* der Walze treibt zugleich über einen Riemen den Sauglüfter an. Die Walze selbst ist in den Hebeln *e* beweglich gelagert. Mittels des verstellbaren Gegengewichtes *f* kann man den Druck, den die Walze auf die Mulde ausübt, regeln, und mittels des Fußhebels *g* wird die Walze beim Stillsetzen von der Mulde abgehoben.

Das Schema der elektrischen Heizung für Drehstrom zeigt Abb. 3. Die Leistungsaufnahme beträgt bis zu rd. 8 kW. Die Maschine dient hauptsächlich zum Plätten glatter Wäschestücke wie Tisch- und Bettwäsche, Taschen- und Handtücher.

Da man mittels der Mangeln nur glatte Stücke plätten kann, hat man für die Bearbeitung der verschiedenen Kragenformen u. a. besondere Maschinen gebaut. Für die Behandlung schwieriger Stücke haben sich besonders die Bügelpressen eingeführt[1a]). Eine neuartige Maschine, die sich vor allem auch zum Plätten faltenreicher Wäschestücke, sowie für Kleidungsstücke eignet, ist in Abb. 4 dargestellt. Der Hauptbestandteil dieser Kreiselpresse (des sog. Preßrotors) ist das 60 kg schwere, sich um die senkrechte Achse drehende Bügeleisen, das mittels Kette und Laufkatze pendelnd und fahrbar an einer hebelartig gelagerten Rollbahn hängt.

Die Laufkatze *a* trägt den Antriebmotor *b*, der mittels biegsamer Welle das Plätteisen *c* von 360 mm Dmr. mit 105 U/min dreht. Dieses Plätteisen wird durch einen unter der Haube c_1 befindlichen Brenner mittels Preßgas oder eines Gemisches von Gas und Druckluft geheizt. Statt eines Brenners kann man auch elektrische Heizung einbauen. Mittels des Steuerrades *d*, an dem sich auch der Druckschalter *e* zum Anlassen des Motors befindet, wird das sich drehende Eisen über die Wäschestücke geführt. Das Plätten wird also dem einfachen Vorgang der Handbehandlung nachgeahmt und so in bezug auf das Aussehen der Wäsche eine ähnliche, teilweise noch bessere Plättwirkung erzielt.

Zum Anheben oder Senken des Motors tritt die Plätterin die Fußleiste *m* nieder, wodurch sie das durch einen besonderen Hubmotor *g* betätigte Hubgetriebe *f* einschaltet. Die Wirkungsweise dieses Hubgetriebes ist aus Abb. 5 und 6 zu ersehen. In der gezeichneten Stellung läuft das Getriebe leer. Von der Scheibe *a* angetrieben, drehen sich die Zahnräder *b*, *c* und *d* auf der Hubwelle und das auf der Leerlaufbüchse *f* festgekeilte Zahnrad auf der Kuppelwelle *q*. Zieht man durch kurzes Niedertreten der Fußleiste den Ausrückhebel *l* hoch, so verbindet der Kuppelbolzen *g* die auf der Kuppelwelle *q* aufgekeilte Büchse *h* mit der Leerlaufbüchse *f*. Nunmehr treibt Ritzel *m* das auf der Hubwelle *p* aufgekeilte Zahnrad *n*, und die Hubkurbel *o* hebt oder senkt mittels einer einstellbaren Stange *l*, Abb. 4, die Rollbahn und damit auch den Motor

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1348.

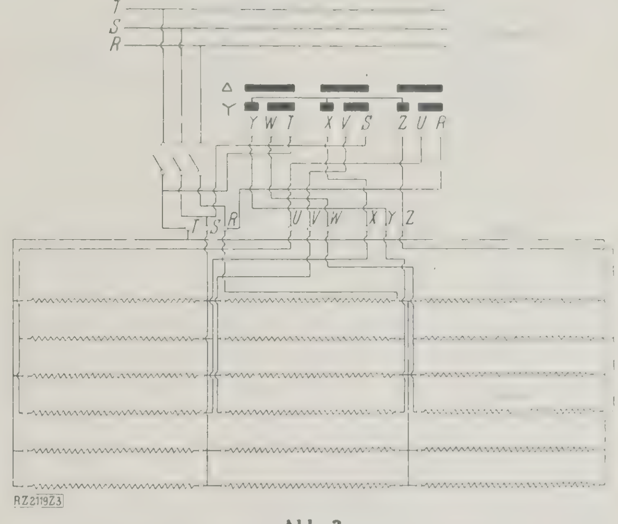


Abb. 3
Schaltung für drei Heizstufen von 5,4, 6,3 und 8,1 kW Leistungsaufnahme

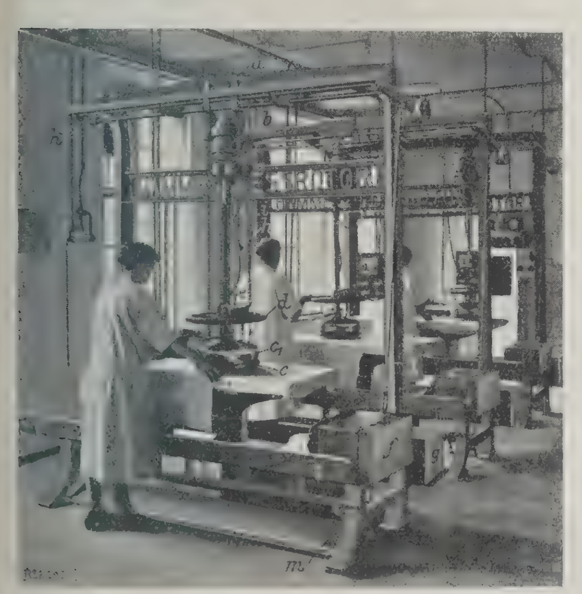


Abb. 4
Kreiselpressen von *Hammer & Co.*, Berlin, im Betrieb.

a Laufkatze
b Antriebmotor
c Plätteisen
c_1 Haube über dem Plätteisen
d Steuerrad
e Druckschalter
f Hubgetriebe
g Hubmotor
h Gasleitung
i Schalterleitung
k ausschwingbare Rollbahn
l Hubstange
m Fußleiste

[1a]) Vergl. Anm. [1]).

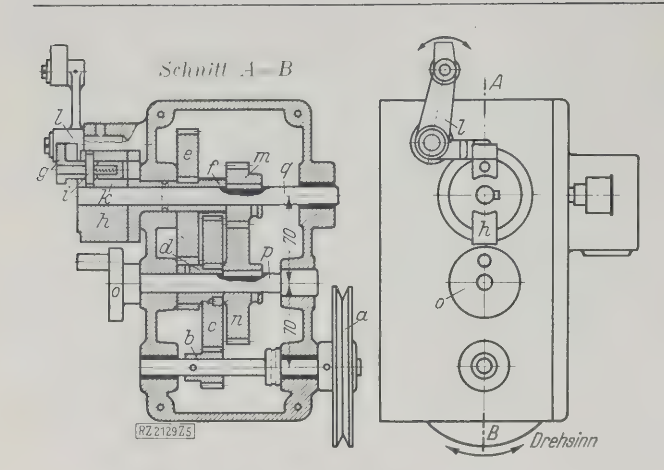


Abb. 5 und **6**
Hubgetriebe für die Kreiselpresse, Abb. 4.

a Antriebscheibe	*i* Führungsstift
b Antriebritzel	*k* Kupplungsfeder
c Zahnrad	*l* Ausrückhebel
d Ritzel für Leerlauf	*m* Ritzel für Hubbewegung
e Zahnrad für Leerlauf	*n* Zahnrad für Hubbewegung
f Leerlaufbüchse	*o* Hubkurbel
g Kuppelbolzen	*p* Hubwelle
h Kuppelbüchse	*q* Kuppelwelle

und das Plätteisen. Die Übersetzungen im Getriebe sind so gewählt, daß die Hubbewegung beendet ist, sobald der Kuppelbolzen *h* eine Umdrehung gemacht hat und nun von dem Ausrückhebel *l*, Abb. 5 und 6, der inzwischen wieder durch eine an der Fußleiste angebrachte Zugfeder in die gezeichnete Stellung zurückgeholt worden ist, aus der Leerlaufbüchse mittels einer am Hebel *l* angefrästen Keilfläche aus der Leerlaufbüchse herausgezogen wird. Bei einer zur Zeit in der Ausarbeitung befindlichen Neukonstruktion soll dieses Hubgetriebe mit dem Übersetzungsgetriebe des Antriebmotors zusammengebaut und auch von diesem angetrieben werden, so daß man nur einen Motor braucht.

Die Arbeitsleistung der Maschine kann ebenfalls durch Absaugen der Bügeldämpfe aus dem Plättbrett erhöht werden. Mehrere Maschinen können an eine gemeinsame Saugleitung angeschlossen und von einem Sauglüfter entlüftet werden. Werte über Arbeitsleistung der Maschine können nicht angegeben werden, da keine einheitlichen Bezugswäschestücke, nach denen Untersuchungen vorgenommen werden könnten, festgelegt sind. Für die Heizung braucht man rd. 600 l/h Preßgas oder bei elektrischer Heizung rd. 2,5 kW. Hubmotor und Antriebmotor brauchen zusammen 0,4 kW. [M 2129]

Berlin *Schwenninger*

Werkstoffe

Mechanische Eigenschaften von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen

F. Körber und *A. Pomp*[1]) haben zwölf Sorten Stahlguß untersucht, die die aus Zahlentafel 1 zu ersehende Bezeichnung erhielten. Von den zwölf Güssen stammen sieben (A, B, C, J, K, L, M) aus basischen Siemens-Martin-Öfen von 5 bis 28 t Fassungsvermögen. Guß D ist im sauren Siemens-Martin-Ofen von 25 t Fassungsvermögen hergestellt. Der 5 t-Elektroofen, in dem der Guß E erschmolzen worden ist, war basisch zugestellt. Die drei Güsse F, G und H stammen aus der Kleinbessemerbirne.

Die Proben der Schmelzungen B, C, J, L und M sind stehend gegossen, die der übrigen Schmelzungen liegend, und zwar teils in einfacher Lage (F und H), teils zu zweien übereinander (A, D, E, G und K).

Die chemische Zusammensetzung der zwölf Schmelzungen geht aus Zahlentafel 1 hervor. Die Güsse A bis E sind unlegierte Stähle aus dem Siemens-Martin-Ofen. Zur Erreichung der anzustrebenden Festigkeit von 50 bis 55 kg/mm² hat man bei Guß C und E einen erhöhten Mangangehalt (0,74 und 0,85 vH) zugegeben, während man bei Guß D den Kohlenstoffgehalt auf 0,53 vH erhöhte. Von den drei Güssen F, G und H aus de Bessemerbirne weist der Guß F einen verhältnismäßig ge ringen Gehalt an Phosphor und Schwefel (P + S = 0,107 vH auf, während bei den Güssen G und H die Summe der Phos phor- und Schwefelgehalte verhältnismäßig hoch liegt (0,14 und 0,165 vH). Die beiden Güsse J und K ähneln in ihre chemischen Zusammensetzung dem hochsiliziumlegierte Baustahl. Der Siliziumgehalt beträgt 0,84 und 0,92 vH. Vo den beiden nickellegierten Güssen L und M weist der Guß l einen Nickelgehalt von 1,05 vH, der Guß M einen solchen vo 2,68 vH auf. Sämtliche zwölf Güsse haben geringe Kupfer gehalte (0,08 bis 0,27 vH). Guß E aus dem Elektroofe weist einen Nickelgehalt von 0,21 vH auf, während die übri gen Güsse, abgesehen von L und M, Nickelgehalte von 0,0 bis 0,17 vH haben.

Die Güsse A, B, C, D, F, J und K weisen eine ziem lich gleichmäßige Verteilung der Ferrit- und Perlitanteil auf, während bei den Güssen E, G, H, L und M der Perli mehr oder weniger deutlich netzartig ausgebildet ist, wa auf ein Glühen im Umwandlungsgebiet schließen läßt.

Zahlentafel 1
Analyse der Stahlgußschmelzungen

Bez.	C vH	Si vH	Mn vH	P vH	S vH	Ni vH	Cu vH
A	0,12	0,25	0,32	0,011	0,023	0,04	0,11
B	0,14	0,29	0,45	0,016	0,037	0,07	0,19
C	0,28	0,37	0,74	0,036	0,028	0,17	0,15
D	0,53	0,22	0,28	0,058	0,046	0,03	0,12
E	0,26	0,38	0,85	0,016	0,012	0,21	0,15
F	0,18	0,19	0,77	0,064	0,043	0,06	0,12
				0,107 (P + S)			
G	0,24	0,24	1,07	0,079	0,068	0,06	0,09
				0,147 (P + S)			
H	0,17	0,23	0,67	0,089	0,076	0,04	0,08
				0,165 (P + S)			
J	0,20	0,84	0,90	0,034	0,033	0,14	0,17
K	0,10	0,92	0,74	0,051	0,039	0,06	0,20
L	0,16	0,33	0,35	0,016	0,036	1,05	0,27
M	0,18	0,33	0,45	0,015	0,027	2,68	0,18

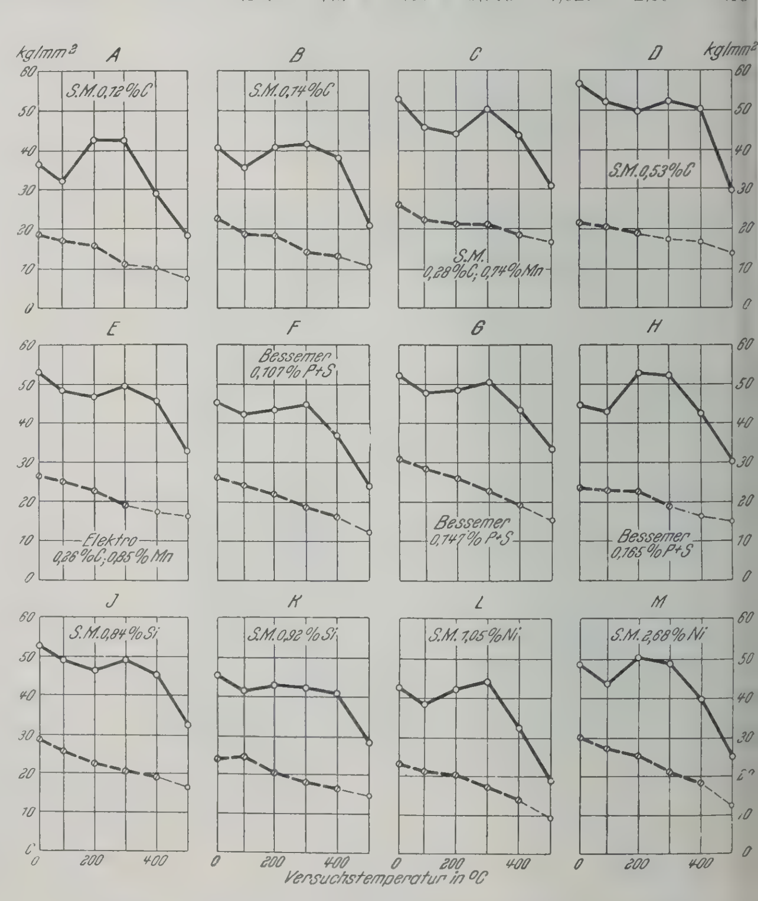


Abb. 7. Zugfestigkeit und Streckgrenze der Stahlgußproben nach Zahlentafel 1 bei erhöhten Temperaturen.

[1]) *F. Körber* und *A. Pomp*, Mitt. d. Kaiser Wilhelm-Inst. f. Eisenforsch. Bd. 10 (1928) S. 91.

Zugversuche

Die Versuche wurden auf einer 50 t-Amsler-Zerreiß-…hine (25 t-Skala) im Temperaturgebiet von 20 bis 500 ° …enommen. Bei jedem Versuch wurde das Spannungs-…nungs-Schaubild selbsttätig von der Maschine aufge-…men. Sämtliche Versuche wurden mit einer Spannungs-…erung von etwa 0,2 kg/mm²/s bis zur Erreichung der …kgrenze durchgeführt. Nach Erreichung der Streck-…ze wurde der Zugversuch mit einer Dehngeschwindig-… von 0,2 mm/s fortgesetzt. Die Ergebnisse der Zugver-…e sind in Abb. 7 und 8 getrennt für die einzelnen Güsse …Abhängigkeit von der Prüftemperatur schaubildlich auf-…agen.

Streckgrenze (Naturgrenze). Die bei Raumtem-…atur aufgenommenen Spannungs-Dehnungs-Schaubilder …sen zum Teil ein deutliches Fließintervall auf, zum Teil … sich die Streckgrenze nur durch einen Knick in der …aulinie zu erkennen. In einzelnen Fällen treten auch …re und untere Streckgrenzen auf. Die Unterschiede zwi-…en oberer und unterer Streckgrenze sind bei den unter-…hten Stahlgußproben nur gering. Sie überschreiten in …nem Falle den Wert von 2 kg/mm². Bis zu Versuchs-…peraturen von 200 ° gibt sich die Streckgrenze im Span-…gs-Dehnungs-Schaubild im allgemeinen deutlich zu er-…nen. Bei 300 und 400 ° konnte nur noch bei einem Teil … Proben eine ausgeprägte Streckgrenze beobachtet wer-… Bei 500 ° war keine Unregelmäßigkeit auf der Span-…gs-Dehnungs-Schaulinie mehr wahrzunehmen. In Abb. 7 … in allen den Fällen, in denen keine ausgeprägte Streck-…nze (Naturgrenze) festgestellt werden konnte, die 0,2-…nze eingesetzt und durch dünnere Strichführung kennt-… gemacht.

Die Streckgrenze sinkt bei allen untersuchten Stahlguß-…ten mit steigender Prüftemperatur stetig zu niedrigeren …rten ab. Die Lage der Streckgrenze sowohl bei Raum-…peratur als auch bei den höheren Prüftemperaturen … in hohem Maße von der chemischen Zusammen-…zung, insbesondere vom Kohlenstoffgehalt, abhängig, … eine Erhöhung der Streckgrenze verursacht. In …ichem Sinne wirken Mangan und Silizium. Eine ver-…ltnismäßig hohe Streckgrenze (26,2 kg/mm²) bei Raumtem-…ratur hat Stahlguß C mit 0,74 vH Mn. Auf derselben Höhe …7,0 kg/mm²) bewegt sich die Streckgrenze des aus dem …ktroofen stammenden Stahlgusses E mit gleichfalls hohem …ngangehalt (0,85 vH). Von den drei aus der Bessemer-…ne stammenden Güssen F, G und H hat G entsprechend dem hohen Kohlenstoff- und Mangangehalt auch die höchste Streckgrenze (30,9 kg/mm²). Der verhältnismäßig hohe Schwefel- und Phosphorgehalt der Güsse G und H übt keinen schädlichen Einfluß auf die Lage der Streckgrenze aus. Der Einfluß des Siliziums in den beiden hochsilizierten Güssen J und K auf die Lage der Streckgrenze ist weniger groß, als auf Grund der Untersuchungen an hochsiliziumhaltigem Baustahl zu erwarten stand. Allerdings liegt der Kohlenstoffgehalt bei Stahlguß K verhältnismäßig niedrig (0,10 vH). Ein Nickelzusatz von 1 vH bei Guß L ist ohne Einfluß auf die Lage der Streckgrenze bei Raumtemperatur; dagegen bewirkt ein Nickelgehalt von 2,68 vH (Guß M) eine Steigerung der Streckgrenze auf 30,5 kg/mm².

Zugfestigkeit. Die Zugfestigkeits-Temperatur-Schaulinie zeigt den von früheren Untersuchungen her bekannten Verlauf: Zunächst ein schwaches Absinken der Zugfestigkeit bis zu Versuchstemperaturen von etwa 100 °, sodann ein erneuter Anstieg mit einem Höchstwert bei 200 bis 300 ° und schließlich ein rascher Abfall mit weiterer Erhöhung der Prüftemperatur.

Die Zugfestigkeit sowohl bei Raumtemperatur als auch bei den höheren Prüftemperaturen ist in starkem Maße von der chemischen Zusammensetzung der Proben abhängig. Durchweg ist eine Steigerung der Zugfestigkeit mit steigendem Kohlenstoff- und Mangangehalt zu beobachten.

Die bei 500 ° ermittelten Zugfestigkeitswerte bewegen sich zwischen 45 und 68 vH der bei Raumtemperatur festgestellten Werte. Sie schwanken je nach der Stahlgußsorte zwischen 18,3 und 34,2 kg/mm². Bei den unlegierten kohlenstoffarmen Güssen A und B ist die Zugfestigkeit bei 500 ° auf rund die Hälfte des Wertes bei Raumtemperatur gefallen. Stahlguß C und E mit höheren Mangangehalten weisen einen Rückgang der Zugfestigkeit bei 500 ° auf nur 60 bis 61 vH des bei 20 ° gefundenen Wertes auf; Stahl D mit hohem Kohlenstoff- und niedrigem Mangangehalt zeigt dagegen einen Rückgang auf 53 vH. Bei den Güssen G und H aus der Bessemerbirne mit hohem Schwefel- und Phosphorgehalt ist ein Rückgang der Zugfestigkeit auf 65 und 68 vH zu verzeichnen, während die an Phosphor und Schwefel weniger reiche Bessemer-Schmelzung F ein viel weitergehendes Absinken der Zugfestigkeit auf 55 vH des Wertes bei Raumtemperatur erfahren hat. Ein erhöhter Phosphor- und Schwefelgehalt ruft also keine schädliche Beeinflussung der Zugfestigkeit in der Wärme hervor. Bei den beiden hochsiliziumhaltigen Güssen J und K geht die Zugfestigkeit bei 500 ° auf 63 vH des Wertes bei Raumtemperatur zurück, während der Stahlguß L mit 1,05 vH Ni einen Rückgang der Zugfestigkeit auf 45 vH und Stahlguß M mit 2,68 vH Ni einen Rückgang auf 52 vH des Wertes bei Raumtemperatur erleidet.

Dehnung. Die bei Raumtemperatur ermittelten Dehnungswerte liegen durchweg wesentlich höher als DIN 1681 für Stahlguß entsprechender Festigkeit vorschreibt. Nur bei den Güssen B und M werden die vorgeschriebenen Dehnungswerte um ein geringes unterschritten, und zwar werden bei Stahlguß B statt 20 nur 18,6 vH und bei Stahlguß M statt 16 nur 14,5 vH erreicht. Da bei den Schmelzungen B und M die Proben stehend gegossen worden sind, dürfte es nicht unwahrscheinlich sein, daß die verhältnismäßig niedrigen Dehnungswerte auf die besondere Lage der Proben beim Gießen zurückzuführen sind. Diese Ansicht findet darin eine Stütze, daß bei diesen beiden Schmelzungen wiederholt auf der Bruchfläche des Zerreißstabes kleine Fehler beobachtet wurden, die auf Lunkerhohlräume schließen ließen. Versuche an drei weiteren Stahlgußschmelzungen ähnlicher Zusammensetzung desselben Werkes mit stehend und liegend gegossenen Proben ergaben jedoch praktisch keine Unterschiede in den Ergebnissen der Festigkeitseigenschaften, insbesondere der Dehnung zwischen diesen beiden Gußanordnungen.

Mit steigender Prüftemperatur nimmt die Dehnung ab. Die Dehnungs-Temperatur-Schaulinien weisen bei etwa 200 bis 300 ° einen Tiefstwert auf und steigen sodann mit Erhöhung der Prüftemperatur wieder an. In einigen Fällen tritt auch ein geringer Anstieg der Dehnung bis zu Versuchtemperaturen von 100 ° ein.

Einschnürung. Die Einschnürungs-Temperatur-Schaulinien weisen annähernd denselben Verlauf auf wie die Dehnungs-Temperatur-Schaulinien. Auch in diesem Falle durchlaufen die Kurven einen Tiefstwert im Temperaturbereich von etwa 200 bis 300 °. Die Schwan-

A: S.M. 0,12 % C; B: S.M. 0,14 % C; C: S.M. 0,28 % C, 0,74 % Mn; D: S.M. 0,53 % C; E: Elektro 0,26 % C, 0,85 % Mn; F: Bessemer 0,107 % P+S; G: Bessemer 0,147 % P+S; H: Bessemer 0,165 % P+S; J: S.M. 0,84 % Si; K: S.M. 0,92 % Si; L: S.M. 1,05 % Ni; M: S.M. 2,68 % Ni — Versuchstemperatur in °C

Abb. 8. Einschnürung und Dehnung der Stahlgußproben bei erhöhten Temperaturen.

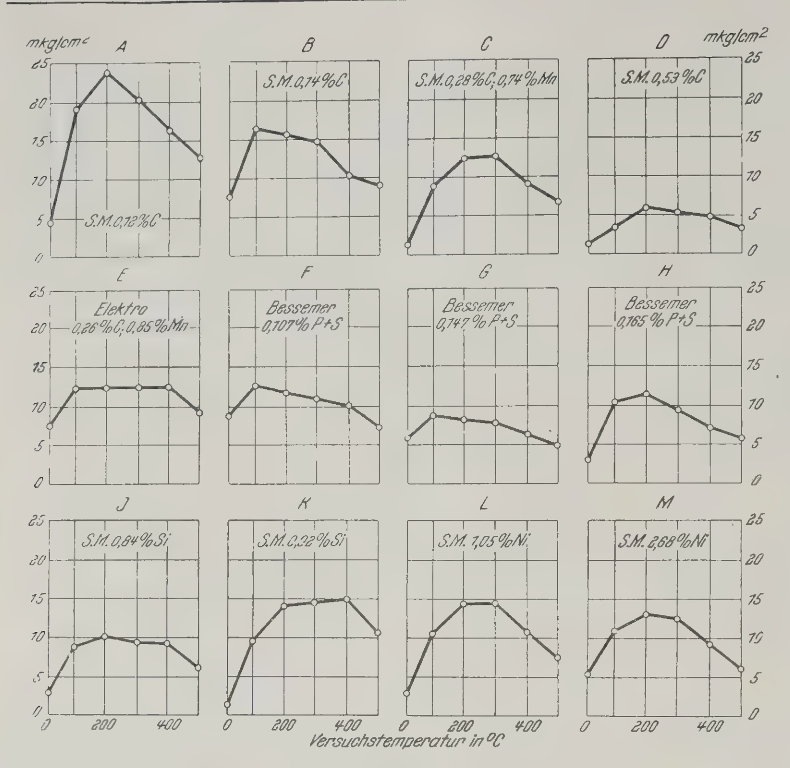


Abb. 9
Kerbzähigkeit von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen.

kungen in den Dehnungs- und Einschnürungswerten sind zum Teil recht erheblich, was in der Natur des Stahlgusses begründet ist.

Kerbzähigkeit

Die Kerbzähigkeits-Temperatur-Schaulinie, Abb. 9, weist in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen folgenden allgemeinen Verlauf auf. Sie steigt, von Raumtemperatur ausgehend, mit steigender Prüftemperatur mehr oder weniger steil an, durchläuft einen Höchstwert bei Prüftemperaturen von 100 bis 200 ° und fällt sodann wieder ab. Bei Raumtemperatur liegen die ermittelten Kerbzähigkeitswerte zwischen 1,3 und 7,8 mkg/cm². Verhältnismäßig niedrige Werte (unter 2 mkg/cm²) weisen die unlegierten Güsse C, D und der siliziumlegierte Guß K auf. Die höchsten Werte (über 7 mkg/cm²) sind bei den Güssen B, E und F zu finden. Die bei 500 ° ermittelten Kerbzähigkeitswerte liegen zum Teil auf gleicher Höhe wie die bei Raumtemperatur beobachteten, zum Teil liegen sie beträchtlich höher.

In einem Anhang wird der Einfluß der Probenform und der Lage der Probe im Gußstück auf die Ergebnisse der Kerbschlagprüfung näher untersucht und gezeigt, in wie hohem Maße gerade bei Stahlguß das Ergebnis der Kerbschlagprüfung von der Art der Probenahme abhängig ist.

Düsseldorf [M 2087] *A. Pomp*

Eisenhüttenwesen

Anwendung von Koksofengas in der Eisenindustrie

Das Koksofengas ist in der Eisenindustrie schon heute ein viel und gern gebrauchter Brennstoff. Es setzt sich im allgemeinen zusammen aus 45 bis 65 vH Wasserstoff, 20 bis 35 vH Methan, 5 bis 7 vH Kohlenoxyd und einer geringen Menge schwerer Kohlenwasserstoffe, die wegen ihrer Leuchtkraft und ihres hohen Heizwertes im Gase beliebt sind. Der untere Heizwert des Gases liegt zwischen 4000 und 4300 kcal/m³. Da die Feuerungen praktisch mit der theoretisch nötigen Luftmenge betrieben werden können, ist die Wärmeausnutzung des Gases in Höhe von 55 bis 66 vH des Heizwertes bedeutend höher als bei festen Brennstoffen. Wegen der guten Regelbarkeit kann man die Gasfeuerung jeder Belastung (Anheizen, Pausen usw.) genau anpassen, so daß man im allgemeinen bei Umstellung, z. B. von handgefeuerten Stoß- und Rollöfen auf Koksgasbetrieb, mit 15 bis 25 vH Wärmeersparnis rechnen kann.

In der Eisenindustrie wird das Koksgas häufig als Zusatz zu anderen Brennstoffen verwendet. Am einfachsten wird das Gas in einer mit andern Brennstoffen betriebenen Feuerung durch im Brennraum angeordnete Zusatzbrenner zugesetzt. Eine andre Möglichkeit bildet Vermischen des Gases mit andern Gasen. Zusatzgas kann Armgas von e 1000 kcal/m³ in Form von Generatorgas Gichtgas verwendet werden, so daß ein Mi gas von 1600 bis 2200 kcal/m³ entsteht. technische Durchbildung der Feuerungen Öfen ist bei der Verwendung von Misch oder von reinem Koksofengas praktisch gleiche.

Ein besonders großes Anwendungsge für Koksgas bilden die Siemens-Martin-We die in der Hauptsache Mischgas verhei Brennstoffverbrauch und Ausbringen sind wöhnlich besser als bei Öfen, die man mit neratorgas heizt. Nach den vorliegenden fahrungen wird die Güte des Gases durch Verwendung von Koksofengas nicht einflußt[1]). Bei Beheizung von Stoß- und R öfen durch Misch- oder Koksgas wird bei neueren Bauarten meist auf Luftvorwärm verzichtet. Das Gas wird durch Stirnbren in Abständen von 500 bis 700 mm je Bren zugeführt. Bei Anbringung von Seit brennern ergibt sich ein langsamerer T peraturabfall im Ofen von Brenner bis M Stoßherd; die Stirnbrenner dienen bei die Öfen der Temperaturregelung. Der Koksg ofen kommt grundsätzlich mit kürze Brennraum als ein Halbgasofen aus. Die hi bei mit hoher Temperatur ziehenden Abg sind zweckmäßig noch zur Abhitzedam erzeugung oder im Rekuperator aus nutzen. Gegenüber Kohlen- und Generat gasbetrieben ergaben sich bei Verwend von Koksgas in Stoßöfen im allgemeinen hebliche Leistungssteigerungen bei 15 25 vH Wärmeersparnis. Bei der Verwend von Koksgas zur Tiefofenbeheizung stellen s bei gleichmäßiger und günstiger Leistung die Gasverbrau zahlen auf 30 bis 130 m³/t Gas je nach dem verwende Blockgewicht und dem Wärmeinhalt der eingesetzten Blö

Als besonders geeigneter Brennstoff erscheint das Ko ofengas für Kleinöfen wie Stangenwärm- oder Mutterpr öfen. Noch bei einem Preis von 3,9 ₰/m³ Koksofeng frei Ofen ist die Umstellung auf Koksgas so vorteilh daß sich die nötigen Neuanlagen in kurzer Zeit beza machen[2]).

Die für die Verbrennung des Koksgases benutzt Brenner sind hauptsächlich sogenannte Mischbrenner, denen Gas und Luft im Brenner selbst gemischt werd Koksgas und Luft schon vor dem Brenner zu misch hat sich wegen der Gefahr des Zurückschlagens unmöglich erwiesen, doch wird bei einigen Bauarten Teil der Luft bereits vor dem Brenner dem Gase zug mischt, die Restluft jedoch erst im Brenner selbst. Weg des häufig ungleichmäßigen Verbrauchs von Koksgas in d Eisenindustrie ist die Speicherung des Gases in Gasbehälte erforderlich, die wegen ihrer vielfachen Vorteile heute f ausschließlich als Scheibengasbehälter aufgebaut werden.

[N 2310] *Pr*

[1]) Archiv f. d. Eisenhüttenwesen Bd. 1 (1928) S. 710.
[2]) Archiv f. d. Eisenhüttenwesen Bd. 2 (1928) S. 107.

Hebezeuge

Eine leichte Seilrolle für den Aufzugbau

Die Seilrollen im Aufzugbau sind wesentlich ande belastet als Transmissionsscheiben, Zahnräder, Kettenräd usw., da sie beinahe kein Drehmoment zu übertragen hab sondern nur durch Druckkräfte in den Armen beanspru werden; der Kranz ist durch das aufliegende Seil ähnli einer Kettenlinie belastet und durch Biegungskräfte bea sprucht.

Diese besondere Beanspruchung kommt aber bei d meisten Ausführungen nicht zum Ausdruck, diese ähne vielmehr den oben angeführten Arten. Da die Rollen Dur messer von rd. 400 bis 1000 mm haben, besteht bei lei ten, d. h. dünnwandigen Ausführungen, der Nachteil, d sie sich wegen der häufigen Fehlgüsse schlecht in Gr guß ausführen lassen; was noch besonders dadurch dingt wird, daß der Kranz, weil auf Biegung beanspruc meistens verhältnismäßig schwer gegenüber den Arm ausfällt; ohne neue Wege einzuschlagen, kann man dah die gestellte Forderung kaum erfüllen.

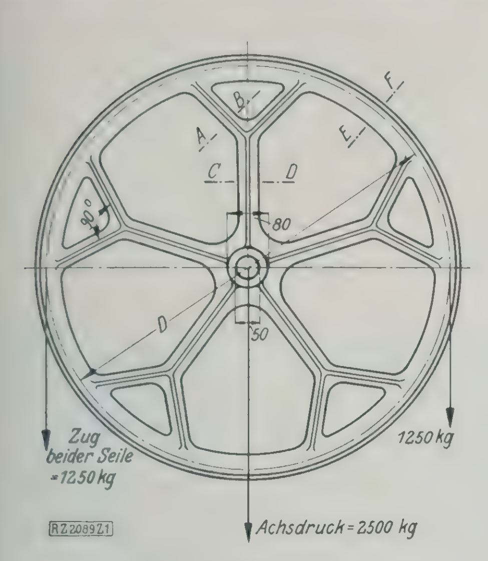


Abb. 10
Leichte Seilrolle mit gegabelten Armen für den Aufzugbau.

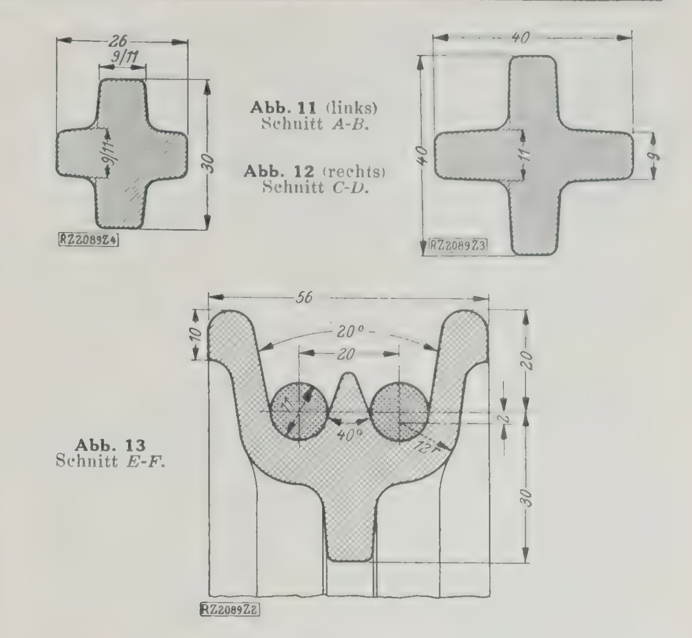


Abb. 11 (links) Schnitt *A-B.*

Abb. 12 (rechts) Schnitt *C-D.*

Abb. 13 Schnitt *E-F.*

Die bisher übliche Bauweise versieht die Rollen mit wa 5 bis 6 Armen, wobei 5 Arme entschieden vorzuziehen nd, da sich dann die auftretenden Gußspannungen deshalb el besser ausgleichen, weil einem Arm auf der einen ilfte immer zwei auf der anderen gegenüberstehen, die herenartig federn, wenn sich der Arm streckt oder kürzt. as freitragende Stück des Kranzes beträgt ⅕ des Umnges.

Eine neue Rolle, Abb. 10, die von der Firma Union Métllurgique S. A., Colmar, gebaut wird und vielfach in Betrieb t, hat gegabelte Arme, derart, daß das freitragende Kranzück nur $^1/_{10}$ des Umfangs ausmacht; eine Nachrechıng ergibt sofort, daß dieses Stück nur rd. ¼ des Widerandsmomentes der vorigen Rolle haben muß, also bei eicher Bemessung viermal so viel trägt. Die Arme sind belastet wie früher, die Gabelstücke bei der gewählten orm mit dem 1,414. Teil. Außerdem sind die Arme viel eniger starr als früher, und der Gußfachmann sieht ofort, daß die Fehlgußmöglichkeit sehr klein ist.

Abb. 11 bis 13 zeigen die Profile einer ausgeführten Rolle ir zwei Seile, die bei einer zulässigen Biegungsspannung Kranz von rd. 300 kg/cm² und Druckspannung von 0 kg/cm² in den Armen mit insgesamt 2500 kg Achsdruck elastet werden kann, wie in Abb. 10 angegeben. Die frühere olle trägt bei gleichen Kranz- und Armabmessungen nur = 833 kg. Die neue Rolle wiegt etwa 16 bis 18 kg, je ach der Art, wie sie im Sand eingestampft wird, die alte olle, wie sie heute meistens ausgeführt wird, zeigt Geichte von 40 kg und mehr bei 500 mm Teilkreisdurchesser und 2500 kg zulässigem Achsdruck. [M 2089]

Stuttgart Oberingr. *G. Schiffner*

Abwässerung

Abwasserrückgewinnung in Walzwerken

Die Frage der wirtschaftlichen Verwendung des Wassers ist für manchen Walzwerkbetrieb von schwerwiegender Bedeutung, insbesondere dort, wo Leitungswasser knapp und teuer, oder wo Oberflächen- oder Grundwasser durch ihre chemische Zusammensetzung ungeeignet sind. Durch eine geeignete Rückgewinnungsanlage für die Abwässer werden die Beschaffungskosten von frischem Leitungswasser auf ein Mindestmaß beschränkt, die schädlichen Wirkungen „schlechten" Oberflächen- oder Grundwassers auf Maschinen, Kessel, Eisenteile, Rohrleitungen vermieden.

Abb. 14 zeigt die Gesamtansicht einer vor einigen Monaten in Betrieb genommenen Abwasser-Rückgewinnungsanlage für ein Röhrenwalzwerk. Die Anlage besteht aus der Kläranlage und der Abwasserförderanlage. Es werden ihr die gesamten durch Öl und Feinsinter verunreinigten Walzenkühlwässer, ferner aber die infolge des zerklüfteten Geländes in großen Stößen plötzlich ankommenden Niederschlagwässer zugeführt. Hierzu dienen offene, ausgemauerte Kanäle zu beiden Seiten. Der Kläranlage ist ein Regenüberfall mit Ölrückhaltevorrichtung vorgeschaltet, um Überlastungen fernzuhalten.

Die eigentliche Kläranlage für rd. 250 m³ Abwasser (bei Trockenwetter) besteht aus einem kreisrunden Flachbrunnen von etwa 9 m Dmr. mit Einführung des Abwassers in die Mitte des Klärraumes, s. a. Abb. 15. Das strahlenförmig nach allen Seiten gleichmäßig durch den Wärmeraum strömende Abwasser folgt dem durch verschiedene Tauchwände vorgeschriebenen Weg und vermindert dabei seine Geschwindigkeit immer mehr, je weiter es sich von der Mitte entfernt. Leichtes Öl und schwerer Sinter werden festge-



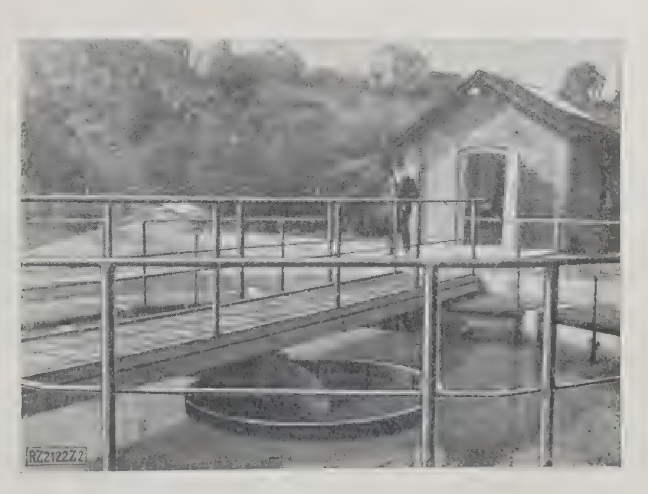


Abb. 14 und **15**
Kläranlage für Walzwerkabwässer der Mannesmann-Röhrenwerke Remscheid-Bliedinghausen.

halten, die geklärten Abwässer am Umfang abgenommen und zum Pumpensumpf geführt.

Die geklärten Abwässer werden zusammen mit dem zurückgehaltenen, als Zusatz sehr geeigneten Regenwasser mittels Kreiselpumpen etwa 70 m hoch auf einen Haupthochbehälter gefördert, um von dort den Verwendungsstellen wieder zuzufließen und den beschriebenen Weg im Kreislauf immer zu wiederholen.

Das Abwasser ist für Betriebzwecke unbedenklich wieder verwendbar, im vorliegenden Fall, begünstigt durch den Zusatz von Regenwasser, vor allem sehr weich, Gegensatz zu dem früher aus dem Vorfluter gepump außerordentlich harten Wasser. Ein ganz geringer Zus an Frischwasser genügt, um den in trockener Jahresz eintretenden Verlust durch Verdunstung und Versickeru auszugleichen.

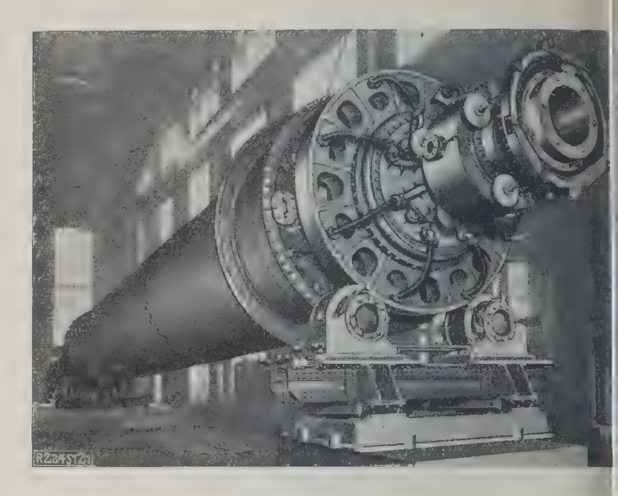
Die Gesamtanlage ist von der Deutschen Abwass Reinigungs-Ges. m. b. H., Städtereinigung, Wiesbaden, baut. [M 2122

Wiesbaden Dipl.-Ing. *Preu*

Kleine Mitteilungen

Schwelanlage für ein amerikanisches Gaswerk

Vor etwa Jahresfrist hat die Kohlenscheidungs-Gesellschaft, Berlin, mit dem Bau einer Schwelanlage für 650 t Tagesdurchsatz auf dem Werk der Public Service Electric & Gas Co. of New Jersey begonnen. Die Anlage, die kurz vor der Vollendung steht, soll aus billiger Feinkohle täglich 50 000 m³ Schwelgas von 7500 kcal/m³ Heizwert erzeugen, das, mit Wassergas gemischt, ein Gebrauchsgas von 4720 kcal/m³ Heizwert ergeben soll. Der erste Ausbau umfaßt acht Drehrohröfen von rd. 23 m Länge und 3 m Dmr. mit elektrischem Antrieb, die in einem Baublock aus Eisenkonstruktion und Beton untergebracht sind. Die Trommeln werden außen durch Feuergase und innen mit Dampf beheizt. Das beigefügte Bild zeigt eine der Trommeln in der amerikanischen Zusammenbauwerkstatt, vom oberen Ende aus gesehen, an dem die Gase austreten. Die Dampfleitungen, die mittels eines biegsamen Rohres gespeist werden, sind am Kopf der Trommel zu sehen. Am andern Ende befinden sich der Antrieb sowie die Stellen für den Eintritt der Kohle und den Austritt des Halbkokses. [M 2451 a] *H.*



Drehrohrofen der Kohlenscheidungs-Gesellschaft für New Jersey.

Versuche an Elektro-Dampfkesseln

In einem Krankenhaus der Stadt Basel ist ein elektrischer Dampfkessel von Gebr. Sulzer, A.-G., Winterthur, von 3 m Höhe und 1,8 m Dmr. aufgestellt, dessen Belastung man durch Verschieben von Zylindern, die je drei Drehstromelektroden teleskopartig umschließen, bei 6400 V bis auf 2400 kW steigern kann. Der Kessel ist ausgerüstet mit einer Umwälzpumpe, einem Elektromotor zum Verschieben der Zylinder, selbsttätigen Vorrichtungen zum Regeln von Belastung, Dampfdruck und Wasserstand, elektrisch angetriebener Speisepumpe, Speisewasserfilter und Schaltgetriebe. Der Kessel ist mit drei andern Kesseln verbunden, die mit Kohlen geheizt werden. Die Anlage regelt sich selbsttätig auf gleichbleibende Last oder gleichbleibenden Druck.

Durch das Verdampfen wird das Kesselwasser allmählich salzhaltiger und besser leitend. Bei Kesseln mit niedriger Belastung genügt es, einmal täglich abzublasen, bei großen Kesseln muß dies aber fortlaufend geschehen. Wärmeverluste werden durch Wärmeaustauscher vermieden.

Ein Versuch von 2 h 45 min Dauer ergab einen Arbeitsverbrauch des Kessels einschl. Pumpe von 2980 kWh und eine Verdampfung von 4084 kg. Der mittlere Dampfdruck betrug 8,23 at und die mittlere Speisewassertemperatur 62,4 °. Dies ergibt einen Wirkungsgrad von 96,05 vH. Die mittlere Belastung betrug 1033 kW bei 6220 V. Da sich die Verluste des Kessels mit der Last nicht ändern, steigt der Wirkungsgrad bei 2400 kW auf 98,3 vH. („Engineering" 4. Januar 1929 S. 30*) [M 2451 b] *Le.*

Selbsttätig arbeitende Blechglühöfen

Bei der Otis Steel Co., Cleveland, ist von der Surface Combustion Co., Toledo, Ohio, ein 42,7 m langer selbsttätig arbeitender Ofen zum Glühen hochwertiger Tiefziehbleche für Kraftwagen aufgestellt worden. Die 30,5 m lange Glühkammer und die 12,2 m lange Kühlkammer sind 2,13 m breit. 60 Brenner sind in der Ofendecke und 60 im Boden an den Seiten eingebaut. Die Bleche werden von kreisrunden Scheiben, die auf hohlen wassergekühlten Achsen befestigt sind, durch den Ofen befördert. Die Ofentemperatur, die zwischen 925 und 955 °C schwankt, wird mittels vier Pyrometer überwacht. In 24 h durchlaufen den Ofen 140 t Bleche.

Einen ähnlichen 47,2 m langen und 2,13 m breiten Ofen hat in einem großen Stahlwerk die Rust Engineering Co., Pittsburgh Pa., aufgestellt. Die Anwärm- und Glühzone ist 22,8 m, die Kühlzone 24,4 m lang. In der Glühzone hat man auf beiden Seiten des Ofens je 20 Ölbrenner eingebaut. Auch bei diesem Ofen werden die Bleche durch Scheiben, die auf 155 Achsen befestigt sind, durch den Ofen befördert. („The Iron Age" 20. Dezember 1928 S. 1577* und „The Blast Furnace and Steel Plant" Dezember 1928 S. 1571*) [M 2451 c] *Gw.*

Zweiteiliger Absperrschieber für Druc rohrleitungen

In eine Druckwasserleitung von rd. 3 m l. W. d Southern California Edison Co. hat man einen mittels Ele tromotors von 10 PS betätigten zweiteiligen Schieber ei gebaut, der für rd. 39,5 m³/s Durchflußmenge bei rd. 18 Druckhöhe entworfen ist. Die Leitung ist an dieser Ste auf 2,4 m l. W. verengt. Der Schieber besteht aus zwei gl chen gußeisernen Platten von je 2,6 t Gewicht, die rd. 2,6 lang, 1,25 m breit und 0,35 m dick sind und gleichzeitig v beiden Seiten her in wagerechter Richtung nach der Roh mitte zu bewegt werden. Die senkrechten schmalen Kante die einander in Rohrmitte treffen, bestehen aus Bronze.

Der Antriebmotor sitzt oben über dem Schieber auf de Rohr und arbeitet auf eine senkrecht zur Rohrachse g lagerte Welle. Diese überträgt mittels Stirn- und Schnecke radübertragung die Kraft auf die beiden untereinander a geordneten Spindeln von 89 mm Dmr., die jede Schiebe platte steuern. Sobald der Spalt zwischen den Platten n noch 12,5 mm weit ist, wird der Motor selbsttätig abg schaltet, der vollständige Abschluß muß dann mit d Hand vorgenommen werden. Bei Erreichen der Stellun in der das Wasser frei durchfließen kann, tritt ebenfalls d selbsttätige Abschaltung ein. (Engineering News Reco 20. Dezember 1928 S. 913*) [M 2451 d] *Sd.*

2 D + D 2-Lokomotive für 51 000 kg Zugkra

Diese von den Baldwin-Werken gebaute Lokomotive i nach der Mallet-Anordnung ausgeführt und weist auß ihrer gewaltigen Größe und Leistung auch in der sonstig Anordnung Bemerkenswertes auf. Die Lokomotive fäh mit dem Führerstand voraus, während an die Rauchkamme seite der Tender anschließt. Diese Anordnung ist desha möglich, weil die Lokomotive mit Öl gefeuert wird und das Öl in langen Leitungen dem Verbrennungsraum mitte Druckluft zugeführt werden kann. Die hierbei erzielte gu Streckensicht und die Vermeidung des Rauchniederschlage auf den Fenstern des Führerstandes ist besonders auf tunne reichen Strecken, wie im vorliegenden Falle, sehr vortei haft. Lokomotiven in ähnlicher Anordnung wurden se 1909 bereits mehrere gebaut.

Hauptkonstruktionszahlen:

Reibungsgewicht	214 t
Gewicht einschl. Tender	290 „
Kesseldruck	16,5 at
Heizfläche	1300 m²
Rost	12,8 m²
Gesamtlänge ohne Tender	rd. 23000 mm.

(„Railaw Age" 15. Dezember 1928 S. 1181*) *Ro.*

Bahnlinie für 40 t Achsdruck

)ie Hamilton Coke and Iron Co. in Hamilton, Ohio, rt das flüssige Roheisen für die 18 km entfernten Walz- e der American Rolling Mill. Co. in Middletown. Das isen wird in Gießpfannen befördert, die mit Zapfen auf vierachsigen Untergestellen ruhen. Ein solcher Wagen t bei 17,16 m Länge zwischen den Puffern 311 t, somit gt der Achsdruck 39 t. Um diese nicht ungefährliche möglichst von den Hauptgleisen der Baltimore – Ohio- fern zu halten, wurden zwei besondere Verbindungs- en erbaut, die eine 276 m lange Brücke über den Miami- und eine solche von 244 m Länge über die Gleisanlagen Hauptbahn erforderten. („Railway Age" 8. Dezember S. 1124*) [M 2451 f] *M.*

Versuche mit Teerung von Landstraßen

wurden in Amerika unter verschiedenen Bedingungen der Beanspruchung, der Art der Fahrzeuge u. a. durchgeführt. Bei diesem Verfahren wird der Teer auf 55 °C erwärmt, unmittelbar auf die vorbereitete Oberfläche aufgespritzt und mit Torfsand bedeckt. Die Beimengung von Kalziumchlorid bindet den Staub sehr gut und macht die Teerschicht haltbarer. Derartig geteerte Straßen lassen eine tägliche Verkehrsbelastung von 1500 Fahrzeugen als wirtschaftlich zu, ohne daß nennenswerte Zerstörungen der Oberfläche eintreten; für ungeteerte Straßen beträgt die größte Belastung 600 Fahrzeuge. Infolge dieser günstigen Ergebnisse hat sich das Verfahren in Amerika bereits sehr eingebürgert. („Engineering" 4. Januar 1929 S. 19) [M 2451 g] *Ro.*

BÜCHERSCHAU

Lehre von der schöpferischen, Produkte schaffenden rbeit, die grundlegende Erziehung für den Maschinen- igenieur. Von *Julius Schenk.* 1. Bd.: Das Wesen der chöpferischen, Produkte schaffenden Arbeit. Breslau 928, Alfred Fritzsche. 94 S. Preis 3,50 *RM.*

Die Erörterungen über die zweckmäßigste Art der enieur-Erziehung an den Hochschulen sind durch die sdner Tagung in besonders lebhaften Fluß gekommen. stürmische Entwicklung auf allen Arbeitsgebieten der hnik stellt die Hochschulen sowohl der Menge des Lehr- fes nach als auch hinsichtlich der Tiefe der Erkenntnis Aufgaben, die mit den bisherigen Mitteln nicht mehr iedigend gelöst werden können. Es schälen sich in den blematischen Untersuchungen zwei Strömungen immer tlicher heraus. Die eine will nach Möglichkeit mehr lösung von vielem stofflichem Beiwerk; sie will die senschaftliche Erkenntnis in reiner Form vertiefen, den terricht auf eine möglichst weitgehende Beherrschung naturwissenschaftlichen Grundlagen abstellen. Die andre t auf eine stärkere Betonung des wirtschaftlichen End- ckes der Technik, auf die Fähigkeit, durch Beherrschung Fertigungsmethoden, der gütererzeugenden Vorgänge Gesamtwirkungsgrad der Ingenieurarbeit zu heben.

In die Auseinandersetzung dieser beiden Richtungen ift die Schrift von Prof. *Schenk,* Breslau, ein. Mit star- Betonung sieht er den Drehpunkt jeder technischen Er- ung in der Auffassung, daß die grundlegende Erziehung den Maschineningenieur in der „Lehre von der schöpfe- chen, Produkte schaffenden Arbeit" zu erblicken sei. Nach er allgemeinen Abhandlung über das Wesen dieser Lehre ndet sich der bisher erschienene erste Band in polemischer rm gegen Veröffentlichungen von andrer Seite, insbeson- e die Ausführungen von *Geisler*[1]), *Romberg*[2]), *van Dyck*[3]).

Der Verfasser umgreift seine Lehre von der schöpfe- chen Arbeit mit großem Idealismus von der sittlichen te aus: „Die schöpferische, Produkte schaffende Arbeit aßt und fördert den Menschen in seinen sittlichen und stigen Fähigkeiten. Schöpferische, Produkte schaffende beit bedeutet Leben, sie zwingt folgerichtig zur Höchst- tung, und in der den Menschen zur Höchstleistung an- rnenden Eigenarbeit ruhen die Quellen der Persönlich- t. Schöpferische, Produkte schaffende Arbeit erhebt zum nschen; je höherwertig ihr Schaffen ist, um so bedeuten- die Höhe des Menschentums, auf der der Schaffende ndelt." Dieser moralischen Grundforderung will er jede artige Arbeit unterordnen und demzufolge die technische ziehung grundsätzlich auf den produktiven Endzweck ein- llen. Die wissenschaftliche Erkenntnis ist ihm dabei nur tel zum Zweck; sie kann also nicht Kernaufgabe der ziehung sein.

Die „Technik" und ihre produktive Arbeit besitzen se Eigenschaften nicht allein; sie teilt sie mit jeder dern schaffenden Tätigkeit auf den Gebieten der Land- rtschaft, von Handel und Gewerbe, der Kunst usw. Über Wesen der Gütererzeugung haben uns hervorragende rer der Wirtschaftswissenschaften bereits grundlegende kenntnisse vermittelt. Es ist ein Irrtum, anzunehmen, Technik nehme darin letzten Endes eine Sonderstel- g ein, der Qualität nach; höchstens der Steigerungsgrad er Äußerungen führt sie in der Gegenwart mehr in den rdergrund der Betrachtungen. Zahlreiche Ingenieure und chschullehrer sind sich dieser Grundfragen auch früher wußt gewesen. Aber mit dem Bewußtsein allein ist es ht getan. Die Erkenntnis in eine tragbare Form der Erziehung umzuwandeln, ist die viel schwierigere Aufgabe. Um diese geht es jetzt. In dieser Hinsicht gibt das Buch noch keine neuen Richtlinien; die Polemik gegen andre Richtungen ist zunächst negativ eingestellt. Den positiven Inhalt der von ihm mit großer Liebe und Idealismus entwickelten Methoden verspricht der Verfasser für die folgenden Bände des Werkes.

Man wird diesen weiteren Arbeiten mit Erwartung entgegensehen. Um vorher aber die Grundfragen zu klären, empfiehlt sich das Studium des Werkes für jeden nachdenkenden Ingenieur, dem die Erziehungsfragen unseres Nachwuchses am Herzen liegen. Um so stärker wird nach dem Durchlesen aber wieder die Erkenntnis wachgerufen, in wie hohem Maße jede erzieherische Tätigkeit von der Persönlichkeit des Lehrers beeinflußt wird.
[E 2354] *Heidebroek*

[1]) „Technik und Kultur" Bd. 19 (1928) S. 33.
[2]) „Technik und Kultur" Bd. 18 (1927) S. 203.
[3]) Mitteilungen des Verbandes Deutscher Hochschulen Bd. 8 (1928) S. 4.

Hochfrequenzmeßtechnik. Von *August Hund.* 2. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 526 S. m. 287 Abb. Preis 39 *RM.*

Entsprechend der schnellen Entwicklung der Hochfrequenztechnik in den letzten Jahren ist die vorliegende zweite Auflage dem Umfang nach um etwa 60 vH gegenüber der ersten Auflage[1]) vermehrt worden. Unter den neu angegebenen Meßgeräten befinden sich Röhrenspannungsmesser und Spannungsteiler; daneben sind die Messung des Modulationsgrades und die Prüfung von piezoelektrischen Resonatoren behandelt, die wichtigen Methoden zur Erhöhung und Messung der Konstanz elektrischer Wellen, insbesondere der Kurzwellen. Neu aufgenommen sind Abschnitte über elektrische und magnetische Feldstärken; systematische Feldstärkenmessungen sind das wesentlichste Mittel, um Versuchsunterlagen für die Ausbreitungserscheinungen bei kurzen Wellen zu gewinnen. Die künstlichen Leitungen (Kettenleiter) werden in den Laboratorien viel benutzt, so daß auch die ausführliche Zusammenstellung über die Theorie und Berechnung derartiger Siebketten sehr wertvoll ist. Sieht man davon ab, daß auch bei den neueren Arbeiten solche amerikanischen Ursprungs bevorzugt werden, was vom Standpunkt des Verfassers aus naheliegend und für den deutschen Ingenieur vielleicht ganz anregend ist, so kann man nur sagen: das Buch ist gut, brauchbar und nützlich. [E 2211] *Lübcke*

[1]) Vergl. Z. Bd. 67 (1922) S. 723.

Siemens-Jahrbuch 1928. Herausgeg. von Siemens & Halske, A.-G., und den Siemens-Schuckertwerken, A.-G., Berlin 1928, VDI-Verlag. 504 S. m. 352 Abb. Preis 12 *RM.*

Zum zweitenmal erscheint in mustergültiger Druck- und Bildausstattung das Siemens-Jahrbuch. Es gibt in einem Aufsatz von Dr. *C. Koettgen* Kunde von der Entwicklung der Siemens-Schuckertwerke in den 25 Jahren seit ihrem Zusammenschluß. Ein buntes Vogelschaubild gewährt einen guten Überblick über die gewaltige Ausdehnung der Fabrikanlagen in Siemensstadt, und ein ebenso treffliches Bild liefert der Inhalt des Jahrbuches, der in wechselnder Fülle Zeugnis ablegt von der Mannigfaltigkeit des in den Siemenswerken schaffenden Geistes.

Seekabel, Bau von Kraftwerken, Hochspannungslaboratorium des Kabelwerkes, Fernsprechanlagen und -apparate, Erzeugung von Hochdruckdampf, Fördermaschinen, Schweißmaschinen, Triebwagen der Berliner Stadtbahn, wärmewirtschaftliche Meßgeräte, ausländische Fabrikanlagen, Blindleistungsmaschinen, neue Drehstrommotoren, Schaltgeräte, Flugzeugmotoren, Bodenfräsmaschinen, Einkristalle von Metallen, Wohlfahrtpflege: das sind einige aus dem reichen Inhalt herausgegriffene Stichworte.

Die Aufsätze sind knapp gehalten und flüssig geschrieben. Jeden Siemens-Mann wird das schön ausgestattete Buch mit stolzer Freude erfüllen. Aber auch für die Außenstehenden bietet es eine Fülle des Fesselnden und Lehrreichen; wer es zur Hand nimmt, wird gern darin lesen. Darüber hinaus aber darf man der Firma Glück wünschen zu solch vornehmer Art der Werbung. Um das Buch auch weiteren Kreisen zugänglich zu machen, ist es diesmal auch im Buchhandel zu haben. [E 2327] *M. K.*

Die Wasserbewegung im Dammkörper. Von *Ignaz Schmied.* Wien 1928, Julius Springer. 198 S. m. 150 Abb. Preis 22 *RM.*

Wenn ein Praktiker der Donauregulierungskommission mit fast 30jähriger Dienstzeit eine ausgedehnte, in den Jahren 1909/11 durchgeführte Versuchsreihe nach 17 Jahren veröffentlicht und in den 100 Versuchsergebnissen an 8 cm hohen Sanddämmen verschiedener Querschnittformen und aus verschiedenen Sandsorten Bestätigung von Naturbeobachtungen an meterhohen Dämmen und die Möglichkeit konstruktiver Vorschläge für Neubauten gefunden zu haben glaubt, darf eine Kritik nicht leichtfertig sein. Trotzdem sei hier, von allen anderen Bedenken abgesehen, lediglich auf die Unähnlichkeit (zwischen Modell und Natur) der kapillaren Steighöhe, der Druck- und Lagerungsverhältnisse in den „tieferen" Dammschichten, auf die aus der Versuchsanordnung sich vielfach ergebende Rückstauung des abfließenden Wassers bis in den Damm hinein hingewiesen. Beobachtet wurde der Verlauf der Pegelstände außen und innen, die „Abfallkurve" (= Sickerlinie), Durchfeuchtungszeit und ähnliches.

[E 1981] Regierungsbaumeister Dr.-Ing. *Eisner*

Dampfkesselfeuerungen für Braunkohle. Von *E. Lenhart.* Berlin 1928, Julius Springer. 116 S. m. 65 Abb. Preis 13,50 *RM.*

Vorträge über Hebezeuge. Von *Ludwig Klein.* 4. Aufl. Hannover 1929, Helwingsche Verlagsbuchhandlung. 239 S. m. 151 Abb. Preis 13,75 *RM.*

Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei. Herausgeg. von *C. Geiger.* 2. Aufl. 3. Bd.: Schmelzen, Nacharbeiten und Nebenbetriebe. Berlin 1928, Julius Springer. 747 S. m. 967 Abb. Preis 68,50 *RM.*

Elektrische Starkstromanlagen. Von *Emil Kosack.* 7. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 342 S. m. 308 Abb. Preis 9,50 *RM.*

Sammlung Göschen, 711. Bd.: **Elektrische Schaltgeräte, Anlasser und Regler.** Von *Fritz Kesselring.* 1. Bd. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 142 S. m. 80 Abb. Preis 1,50 *RM.*

Reduktions-Tabelle für Heizwert und Volumen von Gasen. Von *K. Ludwig.* 3. Aufl. München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 16 S. Preis 1,50 *RM.*

Werkstattbücher, 36. H.: **Das Einrichten von Halbautomaten.** Von *J. van Himbergen, A. Bleckmann* und *A. Waßmuth.* Berlin 1928, Julius Springer. 52 S. m. 45 Abb. Preis 2 *RM.*

Siemensbauten. Von *Hans Hertlein,* mit einer Einleitung von *Hermann Schmitz.* 2. Aufl. Berlin 1928, Ernst Wasmuth. 130 S. m. Abb. Preis 15 *RM.*

Städtebau. Von *Le Corbusier.* Übers. u. herausgeg. von *Hans Hildebrandt.* Stuttgart, Berlin und Leipzig 1929, Deutsche Verlags-Anstalt. 261 S. m. 218 Abb. Preis 16 *RM.*

Sammlung Göschen, 997. Bd.: **Stein- und Betonbrücken.** *E. Richter.* Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gru & Co. 108 S. m. 41 Abb. Preis 1,50 *RM.*

Eisenbahnen und Autostraßen. *Friedrich List* im Spiegel Gegenwart. Werbeschrift 1: Deutscher Verkehrsver Bremen. Leipzig 1928, Theodor Weicher. 61 S. P 0,60 *RM.*

Das deutsche Automobilwesen der Gegenwart. Heraus von *Allmers, R. Kaufmann, C. Fritz, E. Kleinrath* *Pflug.* Berlin 1928, Reimar Hobbing. 272 S. Text, 19 wirtschaftlicher Anhang m. Abb. Preis 30 *RM.*

Veröffentlichungen des Reichsverbandes der Automobili strie E. V.: **Tatsachen und Zahlen aus der Kraftfahrz Industrie 1928.** Zusammengestellt vom Reichsverband Automobilindustrie E. V. Berlin 1928, Selbstverlag. 16 m. Abb. Preis 3 *RM.*

Illustrierte Taschenbücher. **Motorrad und Motorradsp** Von *Joachim Fischer.* Stuttgart, Berlin und Leipzig 1 Union Deutsche Verlagsgesellschaft. 108 S. m. 67 Preis 2,20 *RM.*

Einführung in die mathematische Behandlung naturwis schaftlicher Fragen. Von *Alwin Walther.* 1. T.: Fu tion und graphische Darstellung, Differential- und I gralrechnung. Berlin 1928, Julius Springer. 220 S. 174 Abb. Preis 9,60 *RM.*

Enzyklopädie der technischen Chemie. Unter Mitwirk von Fachgenossen herausgeg. von *Fritz Ullmann.* 2. A 2. Bd.: Auslaugapparate bis Calciumcarbid. Berlin Wien 1928, Urban & Schwarzenberg. 785 S. m. 309 Preis 48 *RM.*

Sammlung Göschen, 1003. Bd.: **Partielle Differentialgleich gen.** Von *G. Hoheisel.* Berlin und Leipzig 1928, Wa de Gruyter & Co. 159 S. Preis 1,50 *RM.*

Sammlung Göschen, 999. Bd.: **Mengenlehre.** Von *E. Kan* Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 15 m. 6 Abb. Preis 1,50 *RM.*

Thermenpalast, Kur-, Erholungs-, Sport-, Schwimm- Badeanlage. Von *J. Goldmerstein* und *Karl Stodieck.* lin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 89 S. m. 29 Abb. P 12 *RM.*

Luegers Lexikon der gesamten Technik. 3. Aufl. Her geg. von *E. Frey.* 5. Bd.: Masse bis Schiffbau. Stuttg Berlin und Leipzig 1928, Deutsche Verlags-Anstalt. 85 m. Abb. Preis 45 *RM.*

DIN-Taschenbuch 9: **Normalprofile.** 2. Aufl. Heraus vom Deutschen Normenausschuß. Berlin 1928, Beuth-V lag. 91 S. Preis 2,25 *RM.*

Alfred Krupps Briefe 1826 bis 1887. Herausgeg. von *Wilh Berdrow.* Berlin 1928, Reimar Hobbing. 447 S. m. 8 B tafeln. Preis i. Leinen 16 *RM,* i. Halbleder 20 *RM.*

Deutscher Reichsbahn-Kalender 1929. Herausgeb. *Hans mann.* Leipzig 1929, Konkordia-Verlag. 160 Blatt Abb. Preis 4 *RM.*

Encyclopédie de chimie industrielle: **Fabrication Industri des Porcelaines.** Von *Marc Larchevêque.* Paris 1 Librairie J.-B. Baillière & Fils. 480 S. m. 194 Abb. P 92 Fr.

Deutscher Weltwirtschafts-Kalender 1929. Herausgeg. der Deutschen Weltwirtschaftlichen Gesellschaft, E. Berlin 1929, Reimar Hobbing. Preis 3 *RM.*

Rheinisch-Westfälischer Industrie-Kalender 1929. Kre 1929, Willy Klever. Preis 3 *RM.*

Zement-Kalender 1929. Herausgeb. *Riepert.* Berlin-Char tenburg 1929, Zementverlag. 412 S. m. Abb. Preis 3,60

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

d. 73 SONNABEND, 26. JANUAR 1929 Nr. 4

euerungen im Landmaschinenbau

Von Prof. Dr. HOLLDACK, Leipzig

Die Bedingungen für den Landmaschinenbau waren in Deutschland nach dem Kriege teils günstiger, teils weniger günstig als früher; der Landmaschinenbau befindet sich jedenfalls in lebhaftester Entwicklung. Im Vordergrund stehen Werkstoff-, Normungs- und Typungsfragen. Die Verwendung des Schleppers übt auch auf den sonstigen Landmaschinenbau grundlegenden Einfluß aus. — Neue Wege im Dreschmaschinenbau und im Förderwesen; zunehmende Verbreitung der Melkmaschinen, Kühlanlagen und Regenanlagen, kleine Bauart eines Rübenblattwäschers, amerikanische Mähdreschmaschine.

ie technische Entwicklung jeden Fachgebietes ist abhängig von den Fortschritten in der Herstellung id Verarbeitung der Werkstoffe, von der jeweiligen rkenntnis über die besonderen Bauformen und von dem mfang und der Dringlichkeit des Bedarfes.

In allen drei Punkten sind die Grundbedingungen es Landmaschinenbaues in Deutschland in der Nachriegzeit weitgehend verändert, und zwar teils verhlechtert, teils verbessert. Ohne näher darauf eingehen, sei daran erinnert, daß die Landwirtschaft bei rminderter Kaufkraft infolge erschreckender und vorıssichtlich anhaltender Leutenot stark wachsenden Bearf an technischen Betriebsmitteln aufweist. Anderseits at die Umstellung der Industrie auf veränderten Innd Auslandsabsatz eine Menge technischer Kräfte auf as Landmaschinengebiet geführt und die Werke zuleich zu besonderen Anstrengungen veranlaßt, vielfach nter Aufwendung der irgend noch verfügbaren Kapitale. uch die Teilnahme der Öffentlichkeit und der Behörde t heute wesentlich stärker als vor dem Kriege, wie B. die Gründung des Reichskuratoriums für Techik in der Landwirtschaft gezeigt hat.

Alles in allem befindet sich das Landmaschinenesen zur Zeit in einer überaus lebhaften Entwicklung, ie sich einmal in der großen Zahl und vielgliedrigen erzweigung der Entwicklungsrichtungen und zum ndern im scharfen Tempo ihrer Verfolgung ausdrückt.

Von den auf allen Gebieten des Maschinenbaues im ordergrund stehenden großen Fragen finden das Streben ach Werkstoffverbesserung und die Aufgaben er Normung auch im Landmaschinenbau steigende Behtung.

Hochwertige Baustoffe

Bezeichnend für die Betriebsverhältnisse vieler rten landwirtschaftlicher Maschinen ist es, daß sie des fteren plötzlich außergewöhnlichen Höchstbeanspruchunen durch Stöße u. dergl. ausgesetzt werden. Der chlepper, der sich eingewühlt hat, unter dessen Räder ıan Bohlen und Faschinen gesteckt hat, und der nun aus er von ihm selbst gegrabenen Grube mehr oder weiger gewaltsam und ruckweise heraussteigen soll, ist in Beispiel dafür; desgleichen die Dreschtrommel, die ine ganze unaufgeschnittene Garbe erfaßt, oder der rasmäher, der einen Maulwurfshaufen oder gar ein tück Holz erfaßt und sich darin festbeißt. Trotz hoher eanspruchungen soll die Landmaschine aber leicht sein, oweit sie im Fahren arbeiten muß, und zwar sowohl im inblick auf den Aufwand für Fahrarbeit als wesentich auch, um Druckschäden auf ihrer mehr oder weniger mpfindlichen Fahrbahn, dem „Boden“, zu vermeiden. Man hat daher vielfach Ursache, zu hochwertigen Baustoffen zu greifen. Wie weit man darin geht, zeigt u. a. ein neuer Motoranhängepflug von Rudolf Sack, Leipzig, bei dem auch der Rahmen aus hochwertigem Stahl hergestellt wird. Man verwendet für diese Zwecke Flußstahl bis zu 75 kg/mm² Zugfestigkeit und für besonders hoch beanspruchte Teile auch vergüteten Stahl.

Fortschritte in Anhängegeräten für Schlepper

Mancherlei Fortschritte sind in Konstruktion und Bau von Anhängegeräten für Motorschlepper zu verzeichnen, die notwendig waren, weil die Beanspruchungen beim Kraftbetrieb eben doch ungleich höher sind, als sie bei tierischem Zug jemals auftreten können. Wenn man sich erinnert, in wie naiver Weise ursprünglich für Pferdezug bestimmte

Anhängepflüge

an Motorschlepper gehängt wurden, wird man sich dessen bewußt werden. Der ganze Aufbau, die Art der Aushebung und Einstellung der Anhängepflüge ist klarer und übersichtlicher geworden, das Kräftespiel ist besser berücksichtigt und vielfach eine bemerkenswert sichere Führung des Pfluges in der Furche erreicht worden.

Auch wird jetzt, ähnlich wie bei Kraftwagen, mehr und mehr zur Fettpreßschmierung gegriffen; sie hat gegenüber der Staufferbüchsen-Schmierung den großen Vorteil des hohen Druckes, so daß Verstopfungen der Schmierkanäle mit größerer Sicherheit überwunden werden und damit eine zuverlässige Schmierung aller Lagerstellen gewährleistet bleibt; bei derart dem Staub und schmirgelnder, feuchter Bodenpaste ausgesetzten Reibflächen, wie in keineswegs schwach belasteten Pflugrädern, hat das sicherlich volle Berechtigung.

Neuerdings ist auf Grund der Messungen von *Becker* die Frage weiterer Erhöhung der Pfluggeschwindigkeit lebhaft behandelt worden, und sicherlich war es gut, daß das Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft Versuche darüber eingeleitet hat, inwiefern eine weitere Erhöhung der Pfluggeschwindigkeit beim Kraftbetrieb mechanisch günstig, wirtschaftlich möglich und technologisch, d. h. in bezug auf die erzielte Arbeitsgüte, förderlich sein könnte.

Zapfwellen-Bindemäher

Mit dem Übergang zum Kraftbetrieb bedarf nicht nur der Anhängepflug, sondern ebenso die anzuhängende Mäh- und Sämaschine der konstruktiven Ausgestaltung, die heute allenthalben in vollem Gange ist. Beispiele dafür bieten die Bindemäher für Schlepperzug der

Firmen Fahr und Lanz-Wery, die beide an ihren Maschinen die Antriebkette aus Temperguß durch eine solche aus Stahl mit Laufrollen ersetzt haben und statt roher Gußräder solche mit gefrästen Zahnlücken verwenden.

Bindemäher werden außerdem jetzt nicht mehr in reinem Schleppzug benutzt[1]), sondern in steigendem Maße gleichzeitig vom Schleppermotor aus mittels einer besonderen Gelenk- oder „Zapfwelle" angetrieben, Abb. 1 und 2. Die Gleichförmigkeit des Antriebes wird dadurch so erhöht, daß die Leistungsfähigkeit wesentlich größer ist. Wenn der Umfang der Benutzung entsprechend steigt, muß natürlich auch auf stärkere Abmessungen und bessere Ausgestaltung im einzelnen Bedacht genommen werden. Das um so mehr, als bei Ableitung der Bewegung von einem 30 PS-Verbrennungsmotor jedwede Störung, wie Klemmungen, Abfallen von Ketten, viel größere Stöße hervorruft als beim Zug durch ein gut eingefahrenes Gespann, das bei ungewöhnlichem Widerstand rasch stillzuhalten pflegt.

Auch das Studium der Abnutzungsverhältnisse gewinnt dadurch ganz andre Bedeutung, und daher ist es zu begrüßen, daß nach dem Vorgang von *Gustav Fischer* mit Unterstützung durch das Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft seit einiger Zeit planmäßige Untersuchungen über die Werkstoffbeanspruchungen durchgeführt werden, soweit sie sich aus der Eigenart der landwirtschaftlichen Betriebsweise ergeben.

Bedeutsame Werkstofffragen folgen ferner zuweilen aus der Rücksicht auf so überaus empfindliche Erzeugnisse wie Milch, Früchte u. a. Daher verdienen und finden z. B. die Milchkannen aus nichtrostendem Stahl von Fried. Krupp, A.-G., volle Beachtung; ihrer allgemeinen Einführung steht allerdings der hohe Preis noch etwas im Wege.

Normung und Typisierung

Größere Gleichmäßigkeit und besondere Wohlfeilheit aller Sonderwerkstoffe ist natürlich nur zu erreichen, wenn die Landmaschinen-Industrie mit genügend großen Einzelaufträgen an die Eisen und Stahl erzeugende Industrie herantreten kann, und das setzt vor allem eine Vereinheitlichung der Typen und auch eine weitergehende Normung voraus, als sie heute besteht. Es ist unverkennbar, daß der Gedanke der Normung im Landmaschinenbau neuerdings viel mehr Verständnis begegnet als früher; während man früher bei der Normung von Einzelteilen, wie z. B. der Messerklingen für M maschinen stehengeblieben war, ist jetzt durch die I dung einer Normungs-Arbeitsgemeinschaft zwischen (sieben bedeutendsten Mähmaschinenfabriken ein wese licher Fortschritt gemacht worden. Als erstes Ergeb dieser Zusammenarbeit wurde ein Schneidappar der Arbeitsgemeinschaft gezeigt, bei dem alle Teile normt sind, so daß Ersatzteile von allen beteiligten F men ohne Nacharbeit passen, ein Vorteil, durch den manche unerquickliche, in der Ernte immer eilige Ersa teilbeschaffung beseitigt worden ist.

[1]) Vergl. Z Bd. 72 (1928) S. 57.

Wie sich sehr deutlich u. a. auf der Wandera stellung 1928 der Deutschen Landwirtschafts-Ges. in Le zig zeigte, ist die von einigen führenden Firmen des Dr und Hackmaschinenbaues durchgeführte Normung, nächst wenigstens des Vorderwagens dieser Maschin mittlerweile auch von der großen Zahl sonst auf dies Gebiet arbeitender Unternehmungen nachträglich eb falls angenommen und durch ihren Anschluß wirksan gemacht worden. Trotzdem dürfen die seitherigen E gebnisse nicht darüber täuschen, daß das Zeitmaß der e schlägigen, sehr schwierigen Normungsarbeit dem wi schaftlichen Erfordernis doch noch längst nicht e spricht und daß eine weitere Beschleunigung von all größter Bedeutung wäre. Gelegenheit zur Normung in Hülle und Fülle geboten, obwohl die Ungleichart keit der Anforderungen an Landmaschinen so sehr üb alles gewohnte Maß hinausgeht und obgleich sich au scheinbar schon einigermaßen hinsichtlich Bauart u Aufbau feststehende Maschinen neuerdings wieder in l hafter Entwicklung oder Umgestaltung befinden. Das g z. B. für Getreidereinigungsmaschinen und sogar f Dreschmaschinen, deren ungezählte Ausführungsform sich doch im Grunde schon auf wenige, ziemlich übere stimmende Bauarten zurückführen ließen.

Dreschmaschinen

Bei den Dreschmaschinen hat das Bestreben zur V einfachung und Verbilligung dahin geführt, tiefgreifen Änderungen vorzusehen, um die große Zahl der I gerstellen und die sehr verwickelte und umständlic Getriebeführung für die einzelnen Arbeitselemente beschränken. Einen wesentlichen Fortschritt nach dies Richtung brachte vor Jahren der Schwingschüt ler, der mehr und mehr Eingang findet, und neuerdin zeigen einen vielversprechenden Weg dazu die M schinen der Dreschmaschinenbau-Gesellschaft „Ern segen", Bremen. Das Wesentliche dieser Anordnu

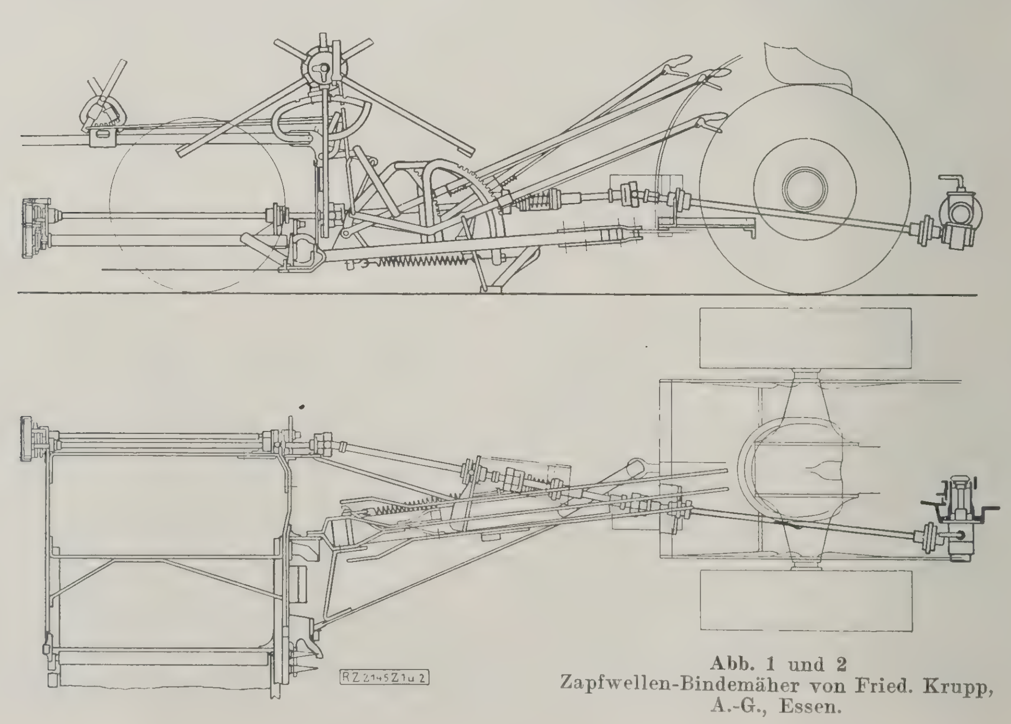


Abb. 1 und 2
Zapfwellen-Bindemäher von Fried. Krupp, A.-G., Essen.



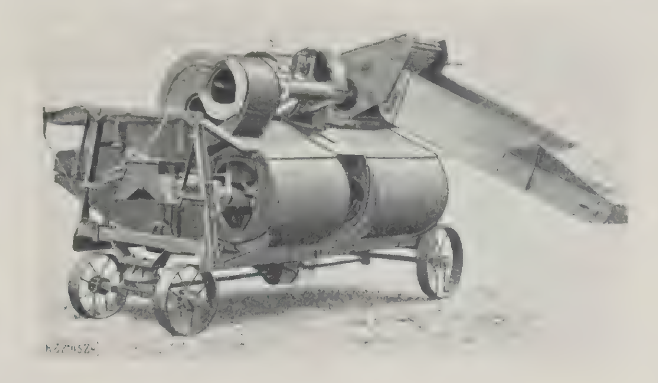


Abb. 3 und 4
Dreschmaschine, Bauart *Schlayer-Heliaks*, des Standardwerkes Schulze, Hannover.

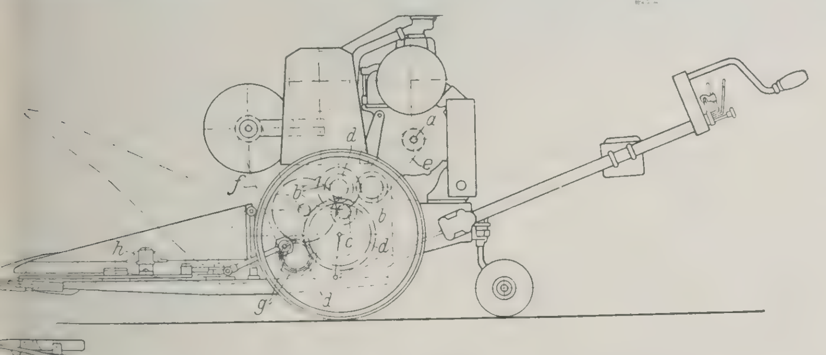
gt u. a. darin, daß man statt der mit Druckwind beitenden Bläser S a u g w i n d g e b l ä s e angewendet t, die neuerlich als vorteilhafter angesehen werden, sich mit schwächerem Luftstrom gleiche Wir- ng erzielen läßt; es beruht das darauf, daß weniger urchwirbelungen stattfinden und infolgedessen die ab- saugenden, durch die Schüttelbewegung oben auf der örnerschicht liegenden Strohteilchen dem Luftstrom eist die günstigsten Angriffsflächen bieten. Als wei- rer Vorteil der Unterdruckförderung ergibt sich gerin- re Belästigung der Bedienung durch Staub. Bei der uart „Erntesegen" ist das Saugwindgebläse unmittel- r auf die Dreschtrommelwelle aufgesetzt und somit ne weitere Vereinfachung durch Verringerung der Zahl r Wellen und Lager erzielt, derart, daß außer der rommelwelle nur noch e i n e Hauptantriebwelle für die hüttelorgane vorhanden ist.

Gänzlich neue Wege beschreitet ferner das Stan- rdwerk Schulze, Hannover, mit seiner Dreschmaschine auart *Schlayer-Heliaks*, Abb. 3 und 4, einer Erfindung s deutschen Konsuls Dr. *Schlayer*, Madrid, zu der er durch die Beobachtung der in südlichen Ländern üblichen Strohzerreißung angeregt wurde.

Der Arbeitzylinder dieser Dreschmaschine ist axial angeordnet, also parallel zur Längsachse der Maschine, im Gegensatz zu sämtlichen andern Bauarten. Er ist in verschiedene Kammern geteilt, in denen die Werkzeuge zum Dreschen, sowie solche zum Zerreißen des Strohes angebracht sind. Ein solches Zerreißen des Strohs hat in der Tat für viele Zwecke seine Vorzüge, denn das bei uns bisher gewünschte unzerschlagene, möglichst wenig geknickte Langstroh wird ja heute, nachdem der Bedarf der Militärverwaltung fortgefallen ist, nur in seltenen Fällen eine Bedeutung haben, wie z. B. zur Herstellung von Deckmatten für den Gutsgarten. Die Werkzeuge sitzen auf einer sich in einem feststehenden Zylinder drehenden Welle und haben die Form von Mitnehmern und gezahnten Schneiden. Die Werkzeuge sind so verteilt, daß in den letzten Kammern des Zylinders das Stroh zerrissen und zerspalten wird, nachdem die Körner in den ersten Kammern ausgedroschen worden und durch den unteren, als Sieb ausgebildeten Zylindermantelteil gefallen sind. Diese Dreschmaschine arbeitet also ohne Strohschüttler, was einesteils vereinfachte Anordnung, andernteils ruhigen Gang ergibt.

Weiterhin hat der an sich alte H o l z - E i s e n - B a u infolge der hohen Preise für harte Hölzer neuerdings ebenso wie in England und Frankreich wiederum Aufnahme gefunden. Solche Dreschkasten, bei denen die Rahmen aus Winkeleisen zusammengesetzt waren, während Holz nur noch für die Füllungen Anwendung fand, wurden lange vor dem Krieg, u. a. bei den Dreschmaschinen der ungarischen Staatsbahnwerke, verwandt und waren 1928 in Leipzig von den Bremer Dreschmaschinenwerken ausgestellt. Man ist bei diesem Schritt nicht stehengeblieben und hat versucht, auch die hölzernen Füllungen durch Bleche zu ersetzen und ähnlich wie im Eisenbahnwagenbau vom Gemischt- zum reinen Eisenbau überzugehen. Der Gefahr, daß eiserne Wandungen wie ein Resonanzboden das Summen der Dreschtrommel in unzulässigem Maße verstärken könnten, wird sich dabei ja sicherlich begegnen lassen, und Voraussetzung ist hier, wie an allen anderen Stellen, Beschränkung der Zahl der Baumuster, Vereinheitlichung der Konstruktionen.

Von einer gegenseitigen Verständigung der Firmen nach dieser Richtung ist leider im Landmaschinenbau noch wenig zu spüren. Sicherlich



a Motorwelle
b Zahnräder für Laufradantrieb
c Wechselräder für Vor- und Rückwärtsgang
d Zahnräder für die Messerbewegung
e Kette für Motorantrieb
f „ „ Vorgelege
g Kurbelscheibe und Kurbel
h Verteiler-Mitnehmer

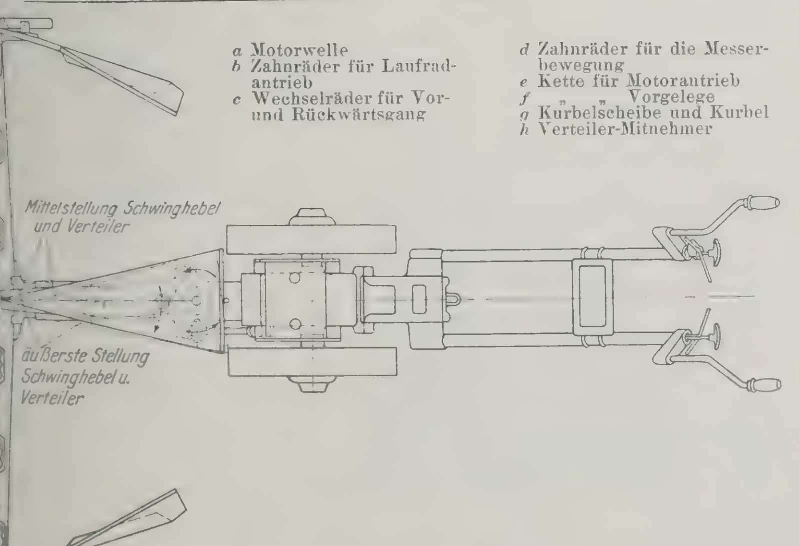


Abb. 5 und 6
Motorgrasmäher von Krupp.

sind die natürlichen Vorbedingungen für solche Zusammenschlüsse, wie sie z. B. die Kraftwagenindustrie neuerdings zeigt, auf dem Landmaschinengebiet wesentlich weniger günstig, jedoch wird auch hier die gleiche treibende Kraft, die amerikanische Gefahr, immer fühlbarer werden und sicherlich wird man auch ohne weitgehenden Zusammenschluß auf dem Wege der Verständigung vorgehen müssen, wenn die Landmaschinenindustrie als solche mit genügend großen, gleichartigen Aufträgen an die eisenerzeugende Industrie herantreten will, um mit ihren Sonderbedürfnissen Berücksichtigung zu finden.

Ein weiterer, für das Gebiet bezeichnender Zug ist die Zurückdrängung bzw. der Ersatz fehlender menschlicher und tierischer Arbeitskräfte durch Kraftmaschinen. Daß der

Kraftbetrieb in der Bodenbearbeitung

kommen wird und kommen muß, sollte nicht zweifelhaft sein, obgleich eine restlose Lösung dieser Frage noch keineswegs gelungen ist. Trotzdem erweist sich schon jetzt, wie oben erwähnt, der Kraftbetrieb als Ausgangspunkt für allerhand weitgehende Änderungen im Bau der zugehörigen Arbeitsgeräte und -maschinen und verleiht z. B. der Kraftpflugindustrie eine Art Schlüsselstellung.

In diesem Zusammenhang mag auch die Motorgrasmähmaschine von Krupp erwähnt werden, die nicht wie die sonstigen, namentlich englischen, Maschinen dieser Art zum Mähen auf Park- und Sportplätzen, sondern zum Mähen in der Landwirtschaft bestimmt ist. Der Aufbau und die Getriebeführung sind aus Abb. 5 und 6 ersichtlich. Größere Einführung dieser Sondermaschine wird durch die etwas einseitige Verwendbarkeit beeinträchtigt. Günstiger wäre in dieser Beziehung die Vereinigung der Mähvorrichtung mit den kleinen Bodenfräsen, wie sie z. B. von der Stahlbau-G. m. b. H. in Rotenburg a. F., Abb. 7, sowie den Siemens-Schuckertwerken gebaut werden, und die ja ähnlichen Aufbau zeigen, wie die Kruppsche Maschine. Aber die Vereinigung beider Zwecke: des Mähens und des Fräsens, ist mechanisch nicht einfach und deshalb nicht ganz einwandfrei gelöst.



Abb. 7
Bodenfräse der Stahlbau-G. m. b. H., Rotenburg a. F.

Was die Verwendung der Kraftmaschine für sonstige Antriebzwecke anlangt, so ist unverkennbar ein Rückgang der Dampflokomobilen, die z. B. auf der erwähnten Ausstellung nach einer Vereinbarung der Industriegruppe überhaupt nicht vertreten waren, und anderseits eine hohe Zunahme der Verbrennungsmotoren aller Art, vom Vergasermotor zum Glühkopf- und neuerdings Dieselmotor, wie er von *Junkers* in seiner neuesten Ausführung des Doppelkolben-Motors und in den Deutzer Klein-Dieselmotoren gebaut wird, festzustellen. Eine außerordentliche Zunahme ist weiter bei den Elektromotoren zu verzeichnen. Demgemäß kam auch die Elektrizität in der Landwirtschaft in Leipzig in einer besonderen Abteilung der Ausstellung, und zwar in äußerst geschickter und wirksamer Weise zum Ausdruck. Der für ländliche Verhältnisse so hervorragend geeignete Elektromotor wird nicht nur mit Vorliebe zum Antrieb bekannter vorhandener Arbeitsmaschinen, zum Dreschen, Häckseln, Schroten usw. gebraucht, sondern bietet seinerseits Anreiz zur Schaffung immer neuer Arbeitsmittel; denn er ist bis zu gewissem Grade Voraussetzung für gedrängte und einfach bedienbare Einrichtungen, wie Förder-, Kühl- und Melkanlagen.

Melkanlagen

Nach Melkmaschinen besteht ein außerordentlich großes Bedürfnis, weil es immer schwieriger wird, leistungsfähige und zuverlässige Melker zu bekommen. Melkmaschinen sind auch an sich technisch be[...] weitgehend durchgebildet und werden, sobald die [...] Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft [...] geleiteten Forschungen über gewisse Schädigungen [...] Tiere Klarheit gebracht haben, nicht allzu schwer [...] letzte Vervollkommnung erhalten können. Sie wü[...] für leistungsfähige Firmen dann einen willkommenen [...] tigungszweig bilden. Die Saugpumpen der Melkanl[...] treibt man im allgemeinen mittels Elektromotoren [...] denn die Befreiung von anstrengender Muskelarbeit bi[...] ja Sinn und Zweck des ganzen Maschinenmelkens. [...] ist interessant, daß nichtsdestoweniger auch eine M[...] maschine für Handbetrieb angeboten wird. Eine so[...] Anordnung kann höchstens in sehr kleinen Betrie[...] und unter besonderen Verhältnissen einige Erleic[...] rung bringen.

Kühlanlagen

Was die Kleinkühlanlagen anlangt, so sol[...] sie bei jedem Kuhstall zu finden sein, auch kom[...] ihnen im ländlichen Haushalt, der in ganz andrer W[...] als der städtische, auf Vorratswirtschaft eingestellt [...] muß und in viel größerem Umfange mit leicht verd[...] lichen und frisch aus den Gärten und Ställen hereinkomm[...] den Erzeugnissen zu rechnen hat, höchst bedeutsame A[...] gaben zu. Sie sind in letzter Zeit von zahlreichen [...] leistungsfähigen Firmen [...] vielgestaltiger Weise du[...] gebildet worden und fin[...] größte Beachtung und [...] nehmende Verbreitung. [...] stes Erfordernis für [...] Güte von Milcherzeugnis[...] ist Tiefkühlung unmittel[...] nach dem Melken, also [...] dem Versand, sowie vor [...] Verarbeitung, gleiches [...] von Gemüsen und nam[...] lich Obst, zumal dem hö[...] empfindlichen Beereno[...] Bedingung ist vor allem [...] triebsicherheit, einfac[...] Bedienung und niedri[...] Preis.

Kleinkältemaschinen w[...] den für halb- und ga[...] selbsttätigen elektrisc[...] Betrieb hergestellt und [...] beiten sowohl mit L[...] unterdruck, als auch mit Luftverdichtung. Be[...] Arten stehen noch in heißem Wettbewerb. [...] ersteren sind einfacher im Aufbau und demgen[...] billiger; die letzteren etwas verwickelter und da[...] teurer, aber auch leistungsfähiger. Die Beurteilung [...] Auswahl wird daher von Fall zu Fall nach dem Verw[...] dungszweck erfolgen müssen. Die zahlreichen, alle[...] halben auftauchenden Konstruktionen lassen erkenn[...] daß sich hier ein überaus aussichtsreiches Betätigun[...] feld für großen Markt eröffnet.

Förderanlagen

Auf dem Gebiet der Förderanlagen zeigt sich eb[...] falls lebhafteste Entwicklung. Einmal gibt es

Heulademaschinen,

wie sie seit vielen Jahren bestehen, ohne sich recht e[...] führen zu können. Sie werden an die Heuwagen an[...] hängt, nehmen mittels einer umlaufenden Greifertrom[...] den vom Schwadenrechen zusammengebrachten Schw[...] vom Boden auf und fördern ihn durch ein endloses F[...] derband auf den Wagen; sie leiden nur an dem Übelsta[...] daß die Verteilung und das Packen des Gutes auf d[...] Plattformwagen sehr viel anstrengender ist, weil sie d[...] ganze Ladegut zunächst am hinteren Wagenende ableg[...] während es beim Aufladen von Hand auf den Wag[...] von vornherein viel zweckmäßiger aufgebracht und v[...] teilt werden kann. In dem Maße, in dem jedoch mecha[...] sche Heuablader und Hebewerke zur Förderung v[...] Fuder in die Scheunen Verbreitung finden, dürfte au[...] die Heulademaschine vermehrte Beachtung finden.

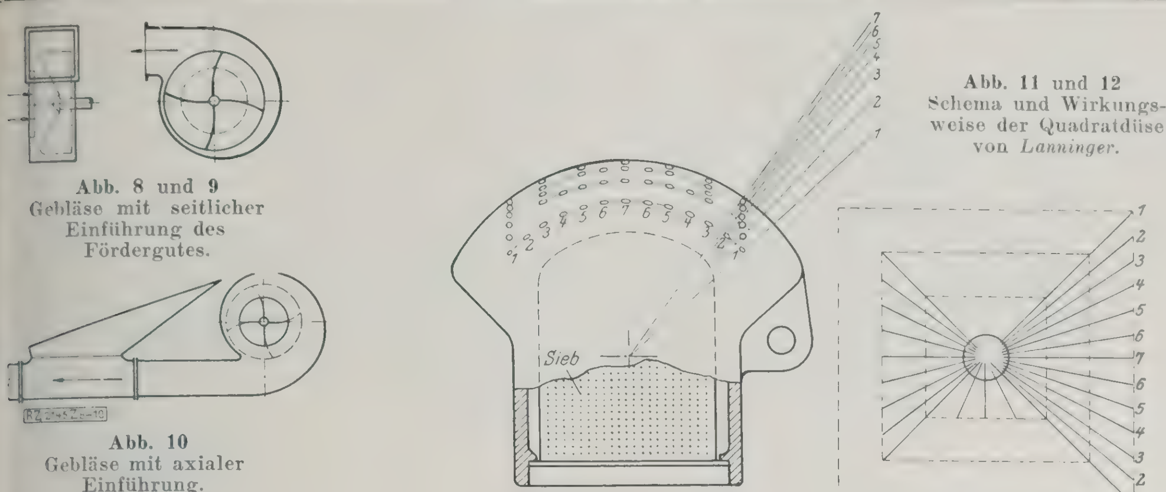


Abb. 8 und 9
Gebläse mit seitlicher Einführung des Fördergutes.

Abb. 10
Gebläse mit axialer Einführung.

Abb. 11 und 12
Schema und Wirkungsweise der Quadratdüse von *Lanninger*.

Des weiteren werden jetzt in vermehrtem Maße Senk-htförderwerke für Heu, Stroh, Garben, Säcke gebaut. r allem aber geht man neuerdings zur senkrechten d wagerechten Förderung all solchen Materials mit-: Druckluft in umfangreichen Rohrleitungen aus ch über, und diese

G e b l ä s e f ö r d e r u n g

geradezu als große Mode der Saison bezeichnet wor-. In Leipzig wurden umfangreiche Ausstellungs-nde mit derartigen Einrichtungen, z. B. von den men Wilhelm Lanvermeyer und I. A. Lanvermeyer in lle, Osterrieder, Klinger und Pinneberg, gezeigt. Nach tersuchungen von *Denker*[2]) sind jedoch bei manchen ser Ausführungen die besonderen Verhältnisse, die h aus der schwierigen Förderung von Heu und Garben l ähnlichen Stoffen ergeben, noch keineswegs bis ins tzte erforscht und berücksichtigt worden, und der er-bliche Kraftbedarf solcher Anlagen wird sich bei wei-er konstruktiver Vervollkommnung dieser hochbedeut-nen Arbeitsmittel noch herabsetzen lassen. Abb. 8 l 9 zeigen ein solches Gebläse mit seitlicher Einführung s Förderguts, während Abb. 10 einen Aufsatztrichter n axialen Einschleusen der Garben darstellt. Wie sichtlich, liegt bei seitlicher Einführung das schnell-fende Gebläserad nicht so verdeckt, daß unbeabsich-te Berührung beim Ausgleiten oder dergl. ausge-alossen wäre. Man wird zur Vermeidung schwerer fälle entsprechende Schutzvorrichtungen vorsehen ssen.

Beregnungsanlagen

Zu einem gewissen vorläufigen Abschluß scheinen Beregnungsanlagen gekommen zu sein. Während n früher nur Düsenrohr-Regner nnte, bei denen das Wasser brau-artig in Rechteck-, Quadrat- oder eisflächen verteilt wurde, ent-nden um 1926 die sogenannten e i t s t r a h l - R e g e n a n l a g e n, denen eine um die senkrechte hse drehbare Strahldüse in lang-ner Drehung das Wasser verteilt. gleich ging man von der Kreis-regnung ab wegen der Unwirt-haftlichkeit und Ungleichmäßig-it der Kreisbogenüberschneidun-n und baut heute nur noch Düsen r Quadratberegnung. Eine Aus-hme hiervon stellt nur der weiter ten erwähnte Hüdig-Regner dar.

Abb. 11 und 12 zeigen schematisch Wirkungsweise der feststehen-n Q u a d r a t d ü s e, Bauart *Lan-nger*, mit der man bei 1,5 at Was-rdruck an der Düse eine Fläche a $12 \times 12 = 144\ m^2$ brausenartig beregnen kann. Abb. 13 zeigt die Großquadratdüse der Weitstrahl-Regenanlagen der gleichen Firma. Die Großquadratdüse wird von der in der Abbildung links sichtbaren, um einen Zahnkranz sich drehenden Treibdüse (Grundsatz des *Segnerschen* Wasserrades) angetrieben. Die Treibdüse beregnet dabei zugleich den inneren Teil der Quadratfläche. Die quadratische Form der beregneten Fläche, s. Abb. 11 und 12, wird dadurch erzeugt, daß die Quadratdüse während einer Umdrehung viermal mechanisch entsprechend gehoben und gesenkt wird.

Die Regnerleitungen sind ebenfalls vervollkommnet worden. So hat *Lanninger* E i n h e i t s r e g e n a n l a g e n geschaffen, bei denen alle Leitungen, also Stamm-, Feld- und Regnerleitungen genormt, d. h. austauschbar sind. Die Düsen (Brausen und Großquadratdüsen) können ebenfalls gegeneinander ausgewechselt werden, so daß eine Anlage für beide Beregnungszwecke verwendbar ist. Man ist auch dazu übergegangen, die Rohre aus Leichtmetall (Aluminium) herzustellen, um die Gewichte zu verringern, um die fliegenden Leitungen leichter und rascher verlegen und zusammenbauen zu können. Die Kupplungen der einzelnen Rohrstränge sind in sinnreicher Weise verbessert worden, so daß man mit einem Handgriff sicher kuppeln kann.

Weitere Verbesserungen liegen darin, daß man nach dem Vorgang von *Lanninger* die Düsen in die Kupplungen hineinverlegt, so daß man die eigentlichen Rohre in der Form, wie sie vom Lieferwerk eintreffen, unter Fortfall jeder besonderen Bearbeitung verwenden kann, und man infolgedessen an Fracht- und Lagergebühren spart.

Der einzige Vertreter der Kreisberegnung ist der R e g n e r von *Hüdig* geblieben, dessen Antrieb insofern bemerkenswert ist, als er die Regendüse nicht nach Art des *Segnerschen* Wasserrades, sondern mittels eines Wassermotors antreibt, Abb. 14 und 15. Nach Öffnen des Ventils *a* tritt durch den Kanal *b* ein kleiner Teil des Hauptwasserstrahles in den Zylinder *c* und treibt dort den Kolben *d* abwärts. Am Schaft *e* des Kolbens sitzt eine gelenkige Verbindungsstange *f*, die die Hubbewegung auf die Klinken *g* überträgt. Der Kolben wird durch den Wasserdruck so lange vorwärtsgetrieben, bis das Ventil *h* den Öffnungsquerschnitt freigibt, so daß das Wasser in die Kammer *i* abfließen kann. Durch die hiermit verbundene Druckminderung im Zylinder wird der Kolben durch die Feder *k* zurückgedrückt, das Ventil schließt wieder und der Vorgang beginnt von neuem. Die Regelung der Drehbewegung erfolgt durch Verstellung des Ventils *a*. Der aus der Düse *l* austretende Wasser-



Abb. 13
Lanninger-Großquadratdüse bis 60 m² Beregnungsfläche.

[2]) RKTL-Schriften 1928 Heft 1.

strahl wird durch die Schaufel m in zwei Strahlen zerlegt. Der Hauptstrahl beregnet den Außen- und der Nebenstrahl den Innenkreis.

Die künstliche Beregnung, die sich in kleinen, intensiven, d. h. vor allem gärtnerischen Betrieben bereits stark eingeführt hat, könnte, wenn es gelänge, sie auch in größeren Ausführungen in großem Maßstabe zu verbreiten, sehr wesentlichen Einfluß auf die Lebensmit erzeugung gewinnen, einmal, weil die tatsächliche Pflanzen zur Verfügung stehende Wassermenge in ßen Teilen Deutschlands Höchsternten nicht ohne teres erlaubt, und ferner, weil die zeitliche Verteil der Niederschläge und die Möglichkeit in ganz bestin ten Entwicklungsstufen den Pflanzen Wasser zuzufüh von entscheidendem Einfluß auf die Erntemenge ist.

Rübenblattwäscher

Noch einer Neuerscheinung mag Erwähnung ge werden, nämlich der Rübenblattwäsche Alexanderwerkes, A. v. d. Nahmer, Remscheid. Die Fi hat erstmals eine vereinfachte und verbilligte Ausg ihrer größeren Anlage herausgebracht, die allerdi

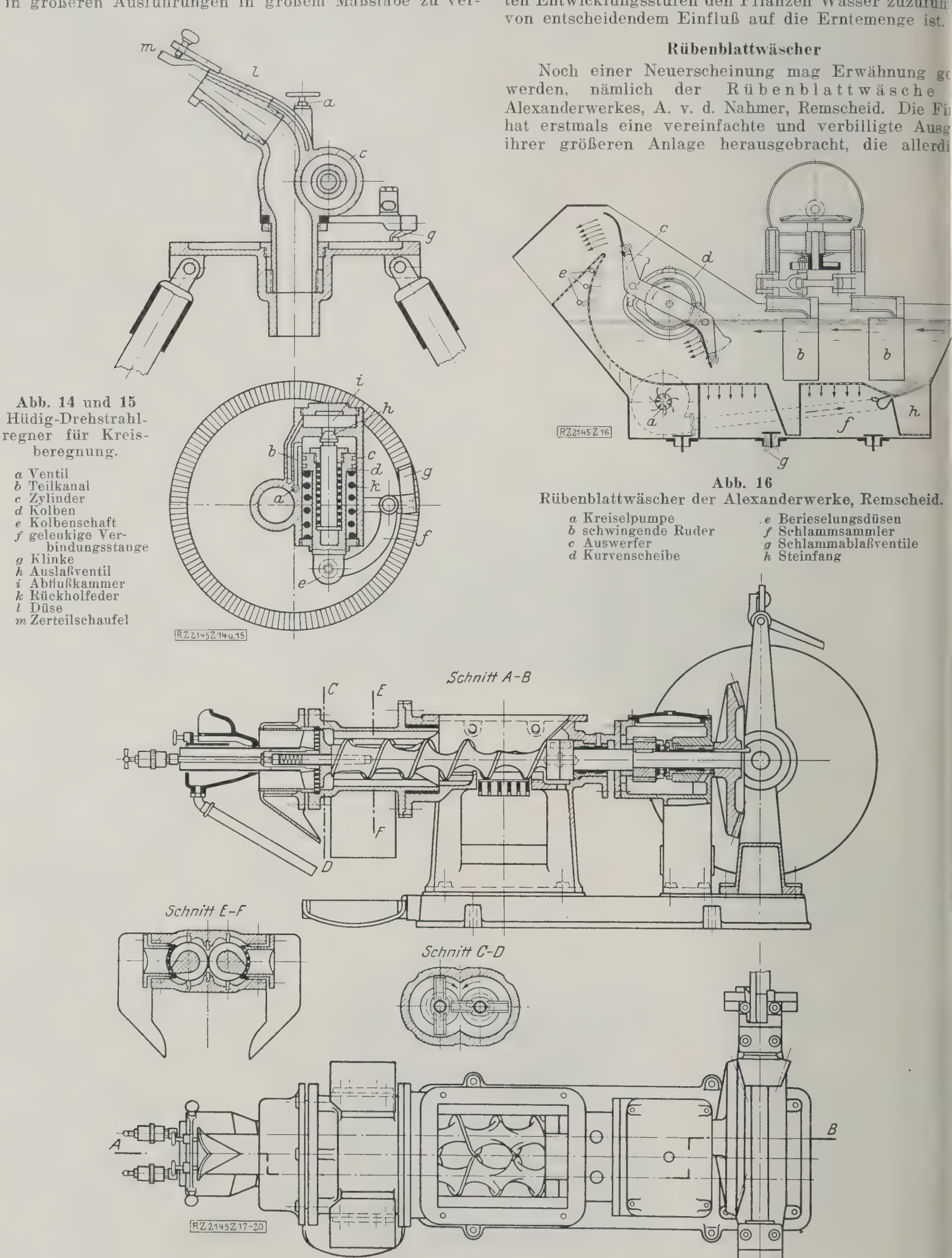


Abb. 14 und 15 Hüdig-Drehstrahlregner für Kreisberegnung.

a Ventil
b Teilkanal
c Zylinder
d Kolben
e Kolbenschaft
f gelenkige Verbindungsstange
g Klinke
h Auslaßventil
i Abflußkammer
k Rückholfeder
l Düse
m Zerteilschaufel

Abb. 16 Rübenblattwäscher der Alexanderwerke, Remscheid.

a Kreiselpumpe
b schwingende Ruder
c Auswerfer
d Kurvenscheibe
e Berieselungsdüsen
f Schlammsammler
g Schlammablaßventile
h Steinfang

Abb. 17 bis 20
„Alleszerkleinerer" zum Zerkleinern von Rübenblättern.
Alexanderwerke, Remscheid.

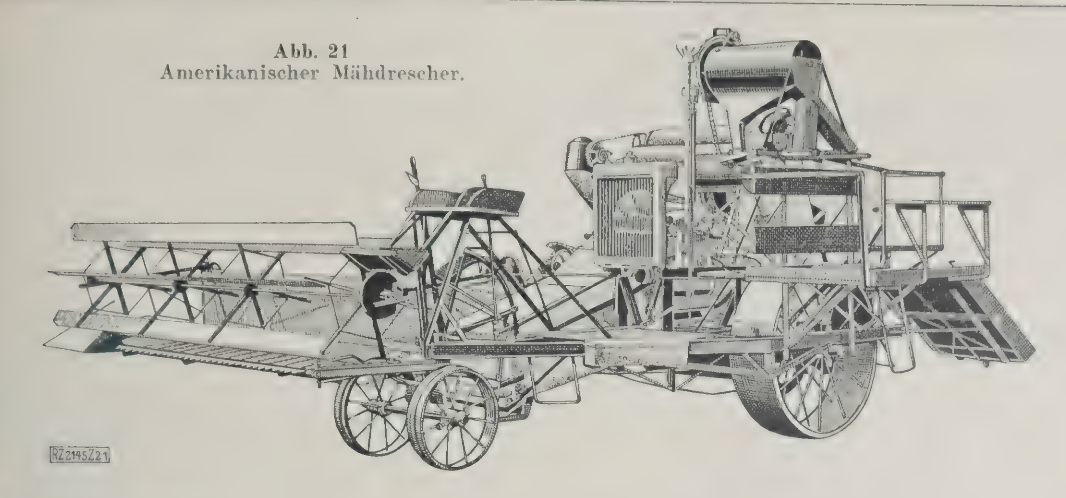


Abb. 21
Amerikanischer Mähdrescher.

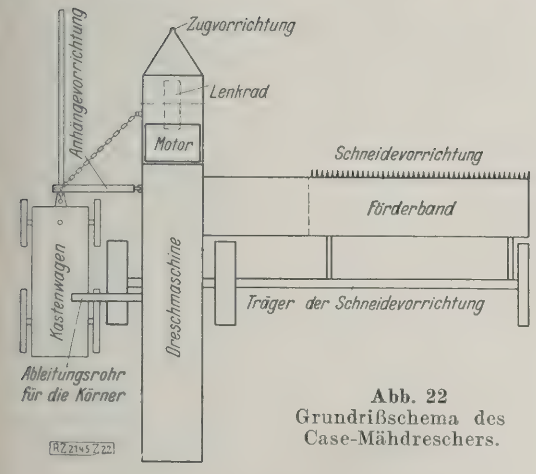


Abb. 22
Grundrißschema des Case-Mähdreschers.

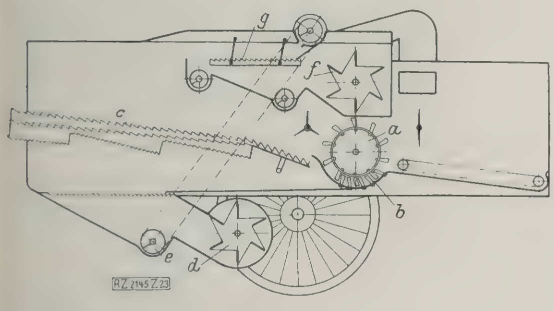


Abb. 23
Längsschnitt durch die Dreschvorrichtung des Mähdreschers.

a Stiftentrommel
b Dreschkorb
c Strohschüttler
d Gebläse für die untere Reinigung
e Becherwerk
f zweites Windgebläse
g obere oder zweite Reinigungsanlage

eider immer noch so groß ist, daß sie nur für sehr umangreiche Zuckerrübenwirtschaften in Betracht kommt. Die Rübenblätter werden im Spätherst gewöhnlich durch die anhaftende Erde so verunreinigt geerntet, daß ihre Verfütterung Gefahren für die Rindviehbestände mit sich bringt, weil sich die Blättermagen mit der Zeit mit Sand vollsetzen.

Die Rübenblatt-Waschanlage, Abb. 16, arbeitet vollständig selbständig und ist in allen Einzelheiten auf Grund reicher Erfahrungen sehr zweckmäßig durchgebildet. Das Reinigungsgut wird rechts, Abb. 16, in einen mittels Kreiselpumpe *a* erzeugten Wasserstrom eingeführt, von mehreren schwingenden Rudern *b* gewaschen und gleichzeitig nach links, der Pfeilrichtung entsprechend, bewegt. Die gereinigten Blätter werden dann von einem Auswerfer *c* erfaßt, aus dem Wasser gehoben, nochmals von Berieselungsdüsen *e* überbraust und in den Abführungskanal geleitet. Der während des Waschprozesses gelöste Schmutz sammelt sich unten in den Schlammsammlern *f*, die in bestimmten Zeitabständen durch selbsttätige Schlammablaßventile *g* geleert werden.

Die gereinigten Blätter können entweder auf Horden getrocknet oder zunächst im „Alleszerkleinerer" der gleichen Firma, Abb. 17 bis 20, zerschnitten werden. Diese Maschine arbeitet nach dem gleichen Grundsatz wie die gewöhnlichen Fleischwölfe, wobei die Zuführschnecken zugleich das überschüssige Wasser entfernen. Durch diesen Arbeitsvorgang kann ein sehr wertvolles Futter in erheblichen Mengen gewonnen werden, und wenn es gelänge, noch kleinere, wohlfeilere Anlagen für diese Zwecke, vielleicht in Vereinigung mit Kartoffelwäschern, zu schaffen, so würde damit einem wesentlichen Bedürfnis aller in größerem Maße Rübenbau treibenden Wirtschaften entsprochen werden.

Mähdrescher

Als neueste Erscheinung müssen endlich die amerikanischen Mähdrescher, Abb. 21, erwähnt werden, die im vorigen Jahr erstmals bei uns auf einer Ausstellung gezeigt wurden. Ihre Benutzung bedeutet eine vollständige Änderung des Ernteverfahrens, da die Getreideernte als solche in einem Arbeitsgang beendet ist, während bei unsern Verfahren die Ähren mindestens ein halb dutzendmal in Bewegung gebracht werden, und eine entsprechend lange Schönwetterzeit abgewartet werden muß.

Man schneidet mit dem Mähdrescher das Getreide am oberen Halmteil, also unter Zurücklassung ungewöhnlich langer Stoppeln, drischt unmittelbar während des Fahrens über das Feld, und hat nachträglich höchstens noch für Bergung des zurückgelassenen Strohs zu sorgen, auf das wir, im Gegensatz zu den Amerikanern, nicht verzichten können. In Abb. 22 ist der Grundriß eines Case-Mähdreschers schematisch, aber maßstäblich wiedergegeben. Der Schlepper, der die ganze Maschine über das Feld zieht, greift an der Zugvorrichtung an. Die mehr als 3 m breite Schneidevorrichtung kann mit Hilfe eines Handrades vom Führerstand leicht und schnell hoch und tief gekurbelt werden, so daß sich die Schnitthöhe über dem Boden dauernd nach dem Stande der Halme einstellen läßt. Schneidmesser, Förderbänder und die schmale Stiftendreschmaschine treibt ein in die Maschine eingebauter 20 PS-Motor an; die Körner fallen unmittelbar in den angehängten Kastenwagen. Die Bedienung besteht aus drei Mann, einschließlich Schlepperführer. Abb. 23 zeigt den Längsschnitt der Dreschmaschine zum Mähdrescher.

Sicherlich ist es ein kühner Gedanke, eine solche Maschine zu schaffen; er konnte nur unter amerikanischen landwirtschaftlichen Verhältnissen auftauchen, weil man dort ganz andere Anbau- und Wirtschaftsverhältnisse hat. Jedoch ist es eine bemerkenswerte Leistung, daß solche Maschinen drüben in verhältnismäßig kurzer Zeit entwickelt und in großem Umfang in die Praxis eingeführt werden konnten. Die Maschinen, auf die bereits *Philipp* vor Jahren unter dem Kopfschütteln

unserer Praktiker hingewiesen hat, haben denn auch erhebliches Aufsehen erregt, und bei näherem Zusehen wird man an diesen scheinbar unförmlichen, unsymmetrischen Maschinen eine Fülle durchaus folgerichtiger Gedanken und interessanter Einzelformen finden, die eben nur aus reicher praktischer Felderfahrung im Verein mit technischer Schulung sich ergeben können, wenn man sich vom schulmäßig Überlieferten vollkommen freigemacht hat.

Ob diese Mähdrescher im übrigen bei uns praktische Bedeutung werden erlangen können, mag dahingestellt bleiben. Sicherlich werden mindestens allerhand Änderungen erforderlich werden, um sie für unsere Verhältnisse und die heute gewohnten, auch nicht unabänderlichen Anforderungen verwendbar zu machen. Aber schon die gründliche Prüfung dieser Frage, die das Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft aufgegriffen hat, wird von wesentlichem Vorteil sein, u. a. weil sie die weitere einschließt: ob wir überhaupt mit unserem Dreschmaschinenbau auf dem richtigen Wege sind. Denn drüben wird allgemein die Schmaldreschmaschine mit Stiftentrommel, bei uns mit Vorliebe die Breitdreschmaschine mit Schlagleistentrommel verwendet. All solche Entwicklungen sind natürlich nicht zufällig, aber einmal sind zuweilen doch recht äußerliche Gründe richtunggebend, und außerdem ändern sich nach und nach die zugrundegelegten Verhältnisse. Die vom Reichskuratorium eingeleiteten Untersuchungen werden zeigen, ob nicht durch die neuen technischen Möglichkeiten in der Körnerernte und -gewinnung grundlegende Fortschritte auch bei uns erreichbar geworden sind, die der W… bewerbfähigkeit unseres Getreidebaues zugute komm… werden. Jedoch sollte nicht übersehen werden, daß d… artige Umstellungen nicht von heute auf morgen mögli… sind und erst genügend geprüft und vorbereitet se… müssen, bis sie für die Praxis in Frage kommen könn… Einstweilen handelt es sich um Aufgaben für den I… genieur, die um so reizvoller sind, je größere wirtscha… liche Auswirkungen durch ihre Lösungen verursa… werden könnten.

Schlußwort

Umgestaltung der Getreideverfahren, Vervollkom… nung der Rübenernte- und der Kartoffelerntemaschin… Verbesserung und Normung der Fördervorrichtunge… Bodenbearbeitung mittels Schleppern — wahrlich ei… Fülle von Problemen und Aufgaben. Schon alle… die Einführung der Melkmaschinen wäre eine b… deutsame Hilfe, insbesondere für die große Zahl d… bäuerlichen Betriebe mit ihrer schweren, körperlich… Arbeit. Der so unerwünschte Zug der bäuerlichen Juge… wie der ländlichen Arbeiterschaft nach der Stadt erf… dert Entlastung von körperlicher Arbeit durch mecha… sche Hilfsmittel; die Notlage der Landwirtschaft, die ih… Erzeugnisse mit Vorkriegspreisen bewertet sieht, bedin… Verbilligung der Erzeugung durch die Technik; Sich… rung der Volksernährung zwingt zu gesteigerter inlän… scher Nahrungsmittelerzeugung auf gegebener Näh… fläche, d. h.: zu Fortschritten der „Technik in der Lan… wirtschaft" in weitestem Sinne des Wortes. [B 214…

Das Technische und das Kaufmännische in der Rationalisierung

Im Arbeitsausschuß Technisch-Wissenschaftlicher Veranstaltungen in Stuttgart hielten in einer Versammlung am 9. Oktober Prof. Dr.-Ing. *Schlesinger* und Prof. Dr. *Le Coutre* zwei Vorträge, deren Leitgedanken war, daß Rationalisieren ohne planmäßiges Wirtschaften nicht möglich ist.

Prof. Dr.-Ing. *Schlesinger*, Berlin, der über

Leistung und Sparsamkeit

sprach, betonte besonders die so notwendige Zusammenarbeit zwischen dem Techniker — dem Erzeuger — und dem Kaufmann — dem Verkäufer. Es ist eine müßige Frage, festzustellen, wer von beiden zuerst da war oder wer sich nach dem anderen zu richten hat. Notwendig ist, daß der eine die Arbeitsbedingungen des andern anerkennen muß. Es ist keine Kunst, trotz der 40 katalogmäßigen Sorten von Erzeugnissen schließlich eine 41. Ausführung zu verkaufen, wenn der Käufer glaubt, gerade diese verlangen zu müssen. Die Kunst des Verkaufens besteht darin, das zu verkaufen, was der Techniker anfertigt. Dem Verkäufer soll einmal klar gemacht werden, wie unheilvoll sich jede Änderung, die der Käufer verlangt, im Betrieb — und nicht zuletzt im Preis — auswirkt. Gewiß ist der Kunde König; ihm bricht aber kein Zacken aus der Krone, wenn er eigenwillige und unberechtigte Sonderwünsche zurückstellt.

Eine der vielen Vorbedingungen für wirtschaftliches Arbeiten ist eine fertigungsreife Konstruktion. Eine fertigungsreife Konstruktion herauszubringen, heißt nicht nur gewährleisten, daß „die Maschine läuft", sondern daß sie mit den vorhandenen Werkzeugen, Vorrichtungen und Maschinen so hergestellt werden kann, daß auch in der Reihen- und Massenfertigung keine Schwierigkeiten auftreten, die eine Änderung nach sich ziehen.

Fertigungsreif ist eine Konstruktion auch erst, wenn alle zu erwartenden Einwände und Gegenvorschläge des Käufers nach Möglichkeit berücksichtigt sind. Eine weitere Vorbedingung für wirtschaftliches Arbeiten in einem industriellen Unternehmen ist möglichst weitgehende Beschränkung auf eine Mindestzahl von Typen. Bei diesen Typungsarbeiten muß allerdings die Geschäftsleitung Geduld haben, da sich die Erfolge der Beschränkung auf eine gewisse Zahl von Baumustern nicht schon nach kurzer Zeit zeigen können.

Der Verkäufer steht zwischen Erzeuger und Käufer. Seine Kunst besteht darin, das zu verkaufen, was erzeugt wird, gleichzeitig aber auch dem Käufer das anzubieten, was er braucht. Fließarbeit auf den ersten Wurf einrichten zu wollen, ist selbst einer großen Zahl von erstklassigen Fachleuten unmöglich. Bei der Einrichtung der Fließfertigung ist schrittweise vorzugehen, die Praxis muß von Schritt zu Schritt über die Zweckmäßigkeit der Maßnahmen entscheiden, dann können Fehlschläge vermieden werden. Erhöhung der Leistung ist Sparsamkeit; deshalb wird man meist z… erst an Leistungserhöhung und dann an Sparsamkeit denk… müssen. Die Werbung für ein in großen Reihen gefertigt… Erzeugnis darf nicht zu früh einsetzen, sonst kann sie vo… ständig erfolglos sein.

Hinsichtlich der Materialzugaben, z. B. für Schmied… stücke, können wir von Amerika viel lernen. Eine Kurb… welle für ein Fertiggewicht von 21 kg wiegt unbearbeit… in Amerika 24 kg, in Deutschland dagegen 40 kg. Die 16 k… die wir in Deutschland mehr verspanen, bedeuten zum übe… wiegenden Teil einen Verlust. Klarlegung der Kosten, a… denen sich der Preis eines Erzeugnisses zusammensetzt, i… eine der wichtigsten Bedingungen für die Erhöhung d… Leistung und der Einführung von Sparmaßnahmen.

Prof. Dr. *Le Coutre*, Mannheim, sprach über die

Überwachung der Rationalisierung durch das industriell… Rechnungswesen.

Eine der wichtigsten Aufgaben des Rechnungswese… ist, die Betriebsleitung über die Wirtschaftlichkeit des B… triebes laufend zu unterrichten und ihr zu helfen, Verlus… quellen aufzuspüren. Die wirtschaftlichen Maßnahmen spi… geln sich in den Ergebnissen des Rechnungswesens wide… Schwierigkeiten für seine Durchführung nach neuzeitlich… Verfahren sind weniger sachlicher als persönlicher Art.

Das industrielle Rechnungswesen soll auch Anregung… für wirtschaftliche Verbesserungsmaßnahmen geben. Ei… Schwierigkeit besteht allerdings darin, daß nicht nur Gel… werte, sondern häufig auch Mengen miteinander verglich… werden müssen.

Der Vortragende kam dann auf die Bedeutung der V… und Nachkalkulation und ihre Aufgaben zu sprechen. Häuf… ist es schwierig, den richtigen Schlüssel für die Verrec… nung der Gemeinkosten zu finden. Die Ergebnisse der K… kulation müssen statistisch festgehalten werden. Besond… wichtig für die Kalkulation ist, darzulegen, wie sich b… Steigerung oder Verminderung des Beschäftigungsgrad… bestimmte Kosten erhöhen oder vermindern. Schließli… wurde noch das Wesen der Verlust- und Gewinnrechnu… und der Bilanz erörtert. Die Bilanz soll zur Aufdecku… der Schwächen des Unternehmens dienen und zeigen, ob d… aufgewendete Kapital noch vorhanden ist. [N 2152]

Stuttgart *Goerner*

Berichtigung

Ermüdungsbruch und zulässige Belastu… von Wälzquerlagern

In dem Aufsatz von *R. Mundt* in Z. Bd. 73 (1929) Nr. … S. 53 muß es auf S. 54 in der 24. Zeile (letzte Zeile d… 1. Absatzes) heißen: $c = \frac{1{,}25}{5 \sin \alpha}$. [N 2474]

...schleunigungsverhältnisse beim sphärischen Kurbeltrieb ...d verwandten Mechanismen

... Dr. techn. *FELIX O. MÜLLER*, *Magdeburg-Buckau*

Es werden die Änderungen der Beschleunigungsverhältnisse sowie die freien Massenwirkungen der Kolben bei Zylinder-Kolben-Getrieben mit Schiefscheiben- oder Taumelscheibenantrieb in Abhängigkeit vom Schrägstellungswinkel des schiefen Zapfens, und zwar ausgehend vom einfachsten sphärischen Kurbeltrieb untersucht. Gleichzeitig wird immer ein anschaulicher Vergleich mit dem gewöhnlichen ebenen Kurbeltrieb angestellt. Die sphärischen Getriebe zur Überleitung der drehenden in eine geradlinig hin- und hergehende Bewegung sind in übersichtlicher Weise zusammengestellt.

...ie Untersuchung erstreckt sich auf jene sphärischen ... Getriebe, die eine geradlinige hin- und hergehende ... eine umlaufende Bewegung umsetzen oder um-...ehrt. Abarten des sphärischen Kurbeltriebs sind ...den letzten Jahren zum Teil ausgeführt worden, zum ...il findet man sie in Patentschriften. Es erscheint da-... angebracht, sie besonders auf die Veränderungen im ...rlauf der Beschleunigungen zu untersuchen, die durch ... Wahl des Schrägstellungswinkel des schiefen Zapfens ...stehen. Dies erschien mir um so wichtiger, als bisher ... Schrifttum fast immer nur die Bewegungsgesetze für ...end ein bestimmtes Verhältnis der Abmessungen der ...ieder eines Getriebes aufgezeichnet sind. Für den Kon-...ukteur wäre es aber sicher von größtem Wert, wenn ... sich nicht erst durch zeitraubendes Versuchen ein an-...hauliches Bild von den Änderungen im Geschwindig-...its- und Beschleunigungsverlauf eines Getriebes bei ...rschiedenen Größenverhältnissen der Glieder verschaf-...n müßte, sondern es in einer übersichtlichen zeichneri-...hen Darstellung bereits vorfände. Selbstverständlich ...irden sich diese Untersuchungen in erster Linie auf die ...rundarten der Getriebe zu erstrecken haben.

In vorliegender Arbeit werden immer die Beschleu-...gungen der sphärischen Getriebe in anschaulicher ...eise mit denen des ebenen Kurbeltriebes verglichen, ...s um so notwendiger erscheint, als im Schrifttum[1])[2]) ... Bemerkung zu finden ist, daß für „kleine Schrägstel-...ngswinkel" des schiefen Zapfens die Abweichungen im ...ewegungsgesetz gegenüber dem ebenen Kurbeltrieb ...ring und bei unendlich langer Schubstange sogar zu ...rnachlässigen seien. Es muß daher auch Klarheit über ...n nichtssagenden Begriff „kleiner Winkel" geschaffen ...erden. Der Vergleich der Schaubilder wird zeigen. ...ß für die gebräuchlichen Schrägstellungswinkel von rd. ...° bis 35° diese Vernachlässigung nicht erlaubt ist.

Als Vorteile der „schiefen Scheiben" gegenüber dem ...enen Kurbeltrieb sind zu nennen: Gedrängte Bauart, ...eineres Gewicht[3]), guter Gleichgang (infolge der großen ...ahl der parallel zur Hauptwelle im Kreis herum ange-...dneten Zylinder); bei den reinen Schiefscheibentrieben ...llkommener Massenausgleich; nicht zuletzt eine ein-...che Möglichkeit, den Hub der Kolben durch Änderung ...r Neigung der Scheibe zu verändern. Als einer der ...auptnachteile muß dem ebenen Kurbeltrieb gegenüber ...ohl der verwickeltere Getriebebau in Rechnung gestellt ...erden. Ausgangspunkt für die Untersuchung ist der ...wöhnliche sphärische Kurbelbetrieb.

[1]) Vergl. *Reuleaux*, Kinematik ...Bd., Braunschweig 1875, S. 615.

[2]) Vergl. *Grashof*, Theoret. Ma-...inenlehre 2. Bd., Leipzig 1883, ... 168.

[3]) Die australische Firma ...rankless Ltd." gibt an, daß ihre ...otoren mit Ölkeilwirkung nach ...m Michell-Prinzip einen mechan. ...irkungsgrad von mehr als 90 vH ...fweisen und das Gewicht des Mo-...rs nur $^2/_3$ desjenigen eines gleich ...rken gewöhnlichen Kurbelwellen-...otors bis 100 PS beträgt.

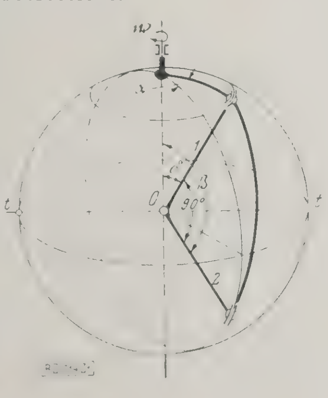


Abb. 1
...hema des gewöhnlichen ...phärischen Kurbeltriebes.
... Drehachse des Halbstrahles 1
... Schwingachse des Halbstrahles 2

Sphärische Getriebe, deren Kolbenbewegungen sich durch ein ebenes Ersatzgetriebe darstellen lassen[4]).

Gewöhnlicher sphärischer Kurbeltrieb
(räumlicher Koppeltrieb)

Sein bekanntes Schema zeigt Abb. 1. Halbstrahl 1 drehe sich gleichförmig um die Achse 𝔴; der mit Halbstrahl 1 starr verbundene Halbstrahl 2 ist gezwungen, um eine zur Achse 𝔴 senkrecht stehende und durch Punkt O gehende Achse tt zu schwingen. Bezeichnen wir mit α den veränderlichen Winkel, den die Ebene, gebildet durch Halbstrahl 1 und Achse 𝔴, mit der feststehenden Hauptebene (gebildet von Halbstrahl 2 und Achse 𝔴) einschließt und mit δ den Winkel, den die Achse 𝔴 mit Halbstrahl 1 einschließt; β sei der Winkel den die Achse 𝔴 mit Halbstrahl 2 einschließt; endlich werde der starre Winkel von 1 mit 2 für alle zu besprechenden Getriebe mit 90° angenommen; dann ergibt sich (Winkel im Bogenmaß gemessen)

Winkelweg β:

$$\beta = \operatorname{arc\,ctg}(-\operatorname{tg}\delta\cos\alpha) \quad \ldots\ldots\ldots (1);$$

Winkelgeschwindigkeit $\frac{d\beta}{dt}$ (vorausgesetzt Halbstrahl 1 dreht sich gleichförmig mit Winkelgeschwindigkeit ω):

$$\frac{d\beta}{dt} = -\frac{\omega\sin\delta\cos\delta\sin\alpha}{1-\sin^2\delta\sin^2\alpha} \quad \ldots\ldots (2);$$

[4]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 1141.

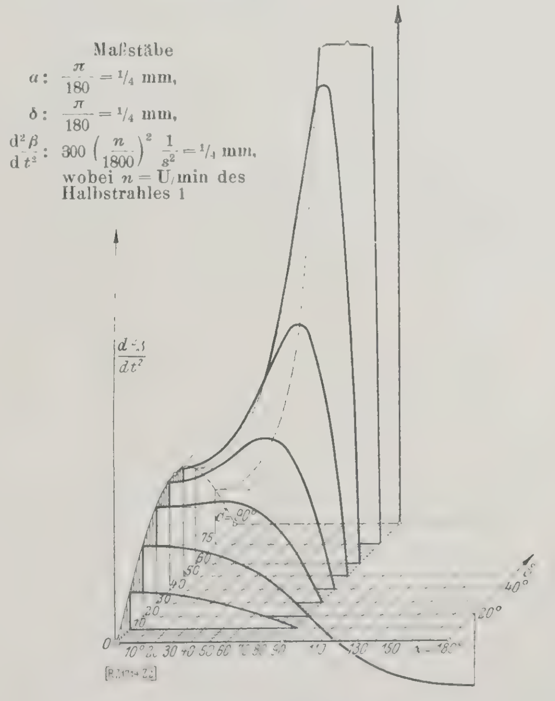


Abb. 2
Raumschaubild. Verlauf der Winkelbeschleunigung $\frac{d^2\beta}{dt^2}$ in Abhängigkeit von dem der Zeit proportionalen Winkelweg α.

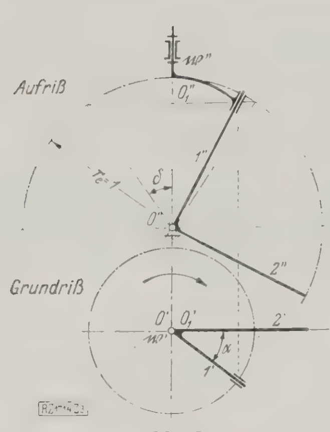


Abb. 3
Zeichnerische Darstellung der Winkelbeschleunigung beim sphärischen Kurbeltrieb mittels Grund- und Aufrisses.

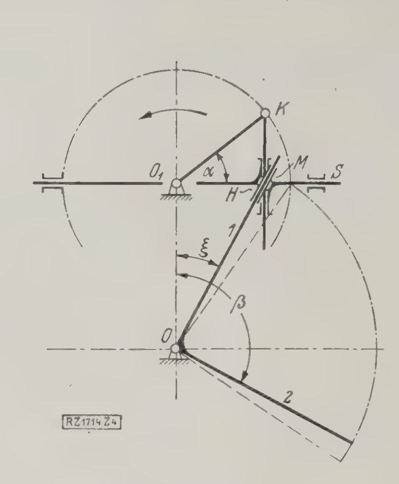


Abb. 4
Ebenes Ersatzgetriebe für den sphärischen Kurbeltrieb.

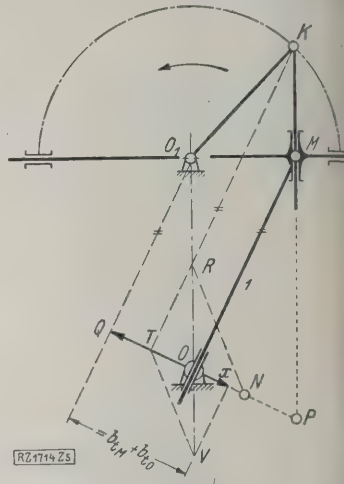


Abb. 5
Einfache graphische Ermittlung der Winkelbeschleunigung des Halbstrahles 1.

Winkelbeschleunigung $\frac{d^2 \beta}{d t^2}$:

$$\frac{d^2 \beta}{d t^2} = \frac{-\omega^2 \sin \delta \cos \delta \cos \alpha (1 + \sin^2 \alpha \sin^2 \delta)}{(1 - \sin^2 \delta \sin^2 \alpha)^2} \quad . \ . \ (3).$$

Wir wollen jetzt den Verlauf der Winkelbeschleunigung des Halbstrahls 2 (in bezug auf die Drehung um die feste Achse tt) unter Zugrundelegung verschiedener Werte des Winkels δ untersuchen. Da der Halbstrahl 1 mit 2 den konstanten Winkel von 90° einschließt, ist die Veränderung des Winkels δ gleichbedeutend einer Veränderung des Wertes

$$\lambda = \frac{\text{Kurbelhalbmesser}}{\text{Schubstangenlänge}} \quad \text{beim ebenen Kurbeltrieb.}$$

Im Raumschaubild, Abb. 2, ist der Verlauf der Winkelbeschleunigung $\frac{d^2 \beta}{d t^2}$ über dem der Zeit proportionalen Winkelweg α aufgetragen. Aus Gl. (3) ist sofort zu ersehen, daß die Kurven der Winkelbeschleunigung bezüglich des Durchgangspunktes durch die Nullinie $\alpha = 90°$ zentrisch symmetrisch verlaufen, weshalb als Beispiel nur die Kurve für $\delta = 20°$ eingetragen wurde. Aus diesem Raumschaubild ist schon zu ersehen, wie sich mit steigendem Wert des Winkels δ der Verlauf der Winkelbeschleunigung immer mehr von der Sinuslinie entfernt; die dem gewöhnlichen ebenen Kurbeltrieb mit unendlicher Schubstange entsprechen würde. Für $\delta = 0$ hätten wir genau sinusförmigen Verlauf, was jedoch in Abb. 2 nicht mehr zum Ausdruck kommt, da für diesen Fall auch der Winkelweg des Halbstrahls 2 gleich null wird und somit der Verlauf der Winkelbeschleunigung eine wagerechte Gerade durch den Nullpunkt wird. Aus der Symmetrie des Getriebes folgt ferner, daß der Verlauf der Kurven für $\alpha = 180°$ bis 360° analog ist dem für $\alpha = 0°$ bis 180°, jedoch mit entgegengesetztem Vorzeichen.

Zeichnerische Ermittlung der Winkelbeschleunigung beim sphärischen Kurbeltrieb

Wegen der räumlichen Bewegung glaubt man zunächst gezwungen zu sein, Grund- und Aufriß zu Hilfe zu nehmen. Die hier betrachteten sphärischen Kurbeltriebe sollen jedoch, wie gesagt, alle die Besonderheit haben, daß der Winkel zwischen den Halbstrahlen 1 und 2, Abb. 1, 90° beträgt. Infolgedessen kann man das räumliche durch ein ebenes Getriebe ersetzen[5]; denn wir wollen hier nur die Bewegungszustände des Halbstrahls 2 in bezug auf seine Bewegung in der Schwingungsebene untersuchen und nicht etwa die Winkelbeschleunigung des räumlichen Systems des Halbstrahls 1 und 2. In Abb. 3 sei O wieder der Fixpunkt des Getriebes und Halbstrahl 1 drehe sich gleichförmig mit der Winkelgeschwindigkeit ω um die Achse $\mathfrak{w}$, wodurch Halbstrahl 2 in der Aufrißebene

[5]) Vergl. *Federhofer*, Räumliche Kinematik Berlin 1928.

Abb. 6
Überführung der schwingenden Bewegung des Halbstrahles 1 mittels Zahnbogens B und Zahnstange Z in eine geradlinig hin- und hergehende Bewegung vom Hub h zum Vergleich zwischen sphärischen und dem ebenen Kurbeltrieb.

schwingt. Wenn nun bei orthogonaler Projektion [...] Schenkel eines rechten Winkels in der Aufrißebene li[...] so bleibt der rechte Winkel erhalten. Verschieben wir [...] Grundriß so weit in den Aufriß, daß sich O' mit O'' de[...] dann erhalten wir das ebene Ersatzgetriebe, Abb. 4. [...] im Ersatzgetriebe die Halbstrahlen 1 und 2 das glei[...] Bewegungsgesetz aufweisen, genügt es, die Winkelbe[...] gungen des Halbstrahls 1 zu untersuchen. Da für [...] in erster Linie die Winkelbeschleunigung des Halbstrah[...] bemerkenswert ist, sei hierfür eine einfache graphis[...] Ermittlung, ohne Coriolis-Beschleunigung, kurz angefü[...] Die Bewegung des Halbstrahls 1 bezüglich seiner Win[...] wege kann man sich auch so erzeugt denken, daß Ha[...] strahl 1 im Punkt M fest an den Schieber S angelenkt [...] Abb. 5, während das andre Ende von Halbstrahl 1 in [...] um den Punkt O drehbaren Hülse gleitet. Wir haben a[...] jetzt einen Konchoidenlenker. Man sucht sich zunäc[...] den Pol der Stange 1 in P. Durch Halbierung der Stre[...] OP, gleich ON, ergibt sich der Krümmungsmittelpunkt [...] des sich gerade mit dem Punkt O deckenden Punktes [...] Stange 1[6]). Sind die Komponenten der Absolutbeschleu[...] gung in Richtung senkrecht zur Geraden 1 der bei[...] Punkte O und M gegeben, so findet sich bekanntlich [...] Winkelbeschleunigung der Geraden 1 aus:

$$\frac{d^2 \beta}{d t^2} = \frac{b_{t_M} \pm b_{t_O}}{OM} .$$

Das Pluszeichen gilt für verschiedene Richtung der [...] schleunigungskomponenten, das Minuszeichen für glei[...] Richtung.

Wählt man den Maßstab so, daß für Punkt K [...] Kurbel $v = r$ wird, so ist durch Ziehen der Paralle[...] $O_1 Q$ zu OM die Komponente b_{t_M} durch OQ gefund[...] Durch TK parallel OM finden wir die Geschwindigk[...] des Stangendeckpunktes mit O gleich OT. Durch [...] Linienzug $NRTVX$ finden wir die Komponente $b_{t_O} =$ [...]

$$\frac{d^2 \beta}{d t^2} = \frac{QO + OX}{OM} = \frac{QX}{OM} .$$

[6]) Vergl. *M. Grübler*, Getriebelehre, Abschn. Krümmung der B[...] kurven.

Um einen Vergleich zwischen dem sphärischen und ebenen Kurbeltrieb anstellen zu können, denken wir uns die schwingende Bewegung des Halbstrahls 1, Abb. 6, durch den in der Schwingungsebene im Hauptkreis geführten Zahnbogen *B*, der in die senkrechte Zahnstange *Z* eingreift, in eine geradlinig hin- und hergehende Bewegung vom Hub = *h* übergeführt. Beim sphärischen Kurbeltrieb ist das Verhältnis

$$\lambda = \frac{\delta}{\pi/2} = \left(\frac{2}{\pi}\right)\delta = \text{Const.}(\delta).$$

Für die zu vergleichenden ebenen Kurbeltriebe wollen wir den Beschleunigungsverlauf des Kreuzkopfes über dem zugehörigen Hubweg als Abszisse für gleiche Umdrehungszahl *n* (hier $n = 1800$ angenommen), gleichen Hub $h = 25\pi$ mm, jedoch für verschiedene Verhältniszahlen λ oder das dem λ proportionale δ beim sphärischen Kurbeltrieb untersuchen. Für den sphärischen Kurbeltrieb ergibt sich der dem jeweiligen λ oder δ entsprechende Halbmesser *r* des Halbstrahls 2 zu:

$$r = \frac{h}{2\delta} = \frac{25\pi}{2\delta} = \frac{25\pi}{\lambda\pi} = \frac{25}{\lambda} \text{ mm}.$$

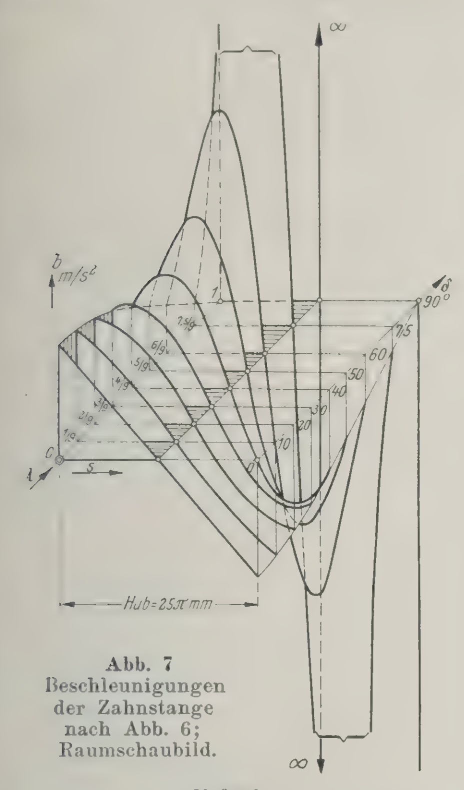


Abb. 7
Beschleunigungen der Zahnstange nach Abb. 6; Raumschaubild.

Maßstäbe:
Hubweg *s*: 0,001 m = 1/3 mm der Zeichnung
Beschleunigung *b*: $30\left(\frac{n}{1800}\right)^2$ m/s² = 1/3 mm
$\lambda = \frac{\delta}{\pi/2} : 1/90 = 1/3$ mm

Die Beschleunigungen der Zahnstange *Z*, Abb. 6, sind mit den entsprechenden Maßstäben in Abb. 7 eingetragen. Der entsprechende Verlauf des hiermit zu vergleichenden ebenen Kurbeltriebes ist in Abb. 8 dargestellt. Ein Vergleich beider Schaubilder zeigt, wie mit wachsendem Werte δ die Abweichungen im Beschleunigungsverlauf immer größer werden.

Erweiterte sphärische Kurbelgetriebe

Durch die Überleitung der schwingenden Bewegung des Halbstrahls 2, Abb. 4, mittels der Koppel *P*, Abb. 9, in die geradlinig hin- und hergehende des Gelenkes K_1, dessen Bahn ebenfalls in die Schwingungsebene des Halbstrahls fällt, erweitern wir den einfachen sphärischen Kurbeltrieb zu dem in Abb. 9 dargestellten Ersatzgetriebe. Das in Abb. 6 dargestellte Getriebe stimmt eigentlich ebenfalls mit diesem überein. Man darf nur das höhere Elementenpaar der Verzahnung durch Hinzufügung eines Hilfsgliedes, entsprechend der Koppel *P*, in ein niedrigeres auflösen. Im Schema von Abb. 9 liegt auch die Bewegung der Koppel in der Schwingungsebene des Halbstrahls 2.

Punkt *G* fällt in den Halbstrahl 2, Pleuelstange *P* wird endlich

Liegt bei endlicher Pleuelstangenlänge der Gelenkpunkt *G*, Abb. 9, im Halbstrahl 2, so entsteht das Getriebeschema, das Abb. 10 im Aufriß darstellt. Dieses Schema liegt der englischen Verbrennungskraftmaschine „Synchro-Balance" zugrunde[7]). Ihre Kolbenbeschleunigungen sind in Abb. 11 dargestellt. Im Beschleunigungsmaßstab ist *n* = U/min der Hauptwelle. Die stark ausgezogene Linie stellt den Verlauf der Beschleunigung dar, wie er im Getriebe wirklich auftritt. Zum Vergleich ist noch der Verlauf eingezeichnet, falls man die endliche Pleuelstangenlänge vernachlässigt, und schließlich noch für gleichen Hub und gleiche Umdrehungszahl der Verlauf für einen ebenen Kurbeltrieb für $\lambda = 0$ und $\lambda = 1/4$. Der

[7]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 81.

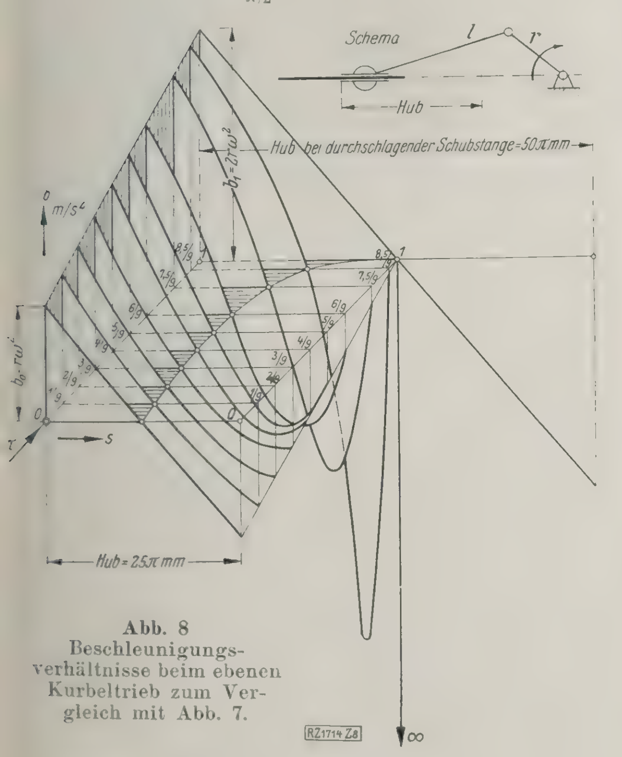


Abb. 8
Beschleunigungsverhältnisse beim ebenen Kurbeltrieb zum Vergleich mit Abb. 7.

Maßstäbe: Hubweg *s*: 0,001 m = 1/3 mm
Beschleunigung *b*: $30\left(\frac{n}{1800}\right)^2$ m/s² = 1/3 mm
$\lambda = \frac{r}{l}$, $\lambda = 1/90 = 1/3$ mm.

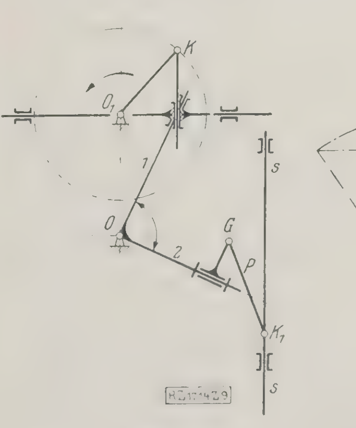


Abb. 9
Beispiel für ein erweitertes sphärisches Kurbelgetriebe.

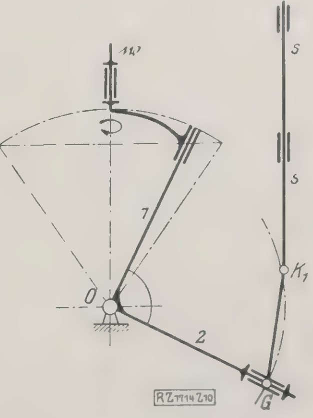


Abb. 10
Getriebeschema, das der englischen Verbrennungskraftmaschine „Synchro-Balance" zugrundeliegt.

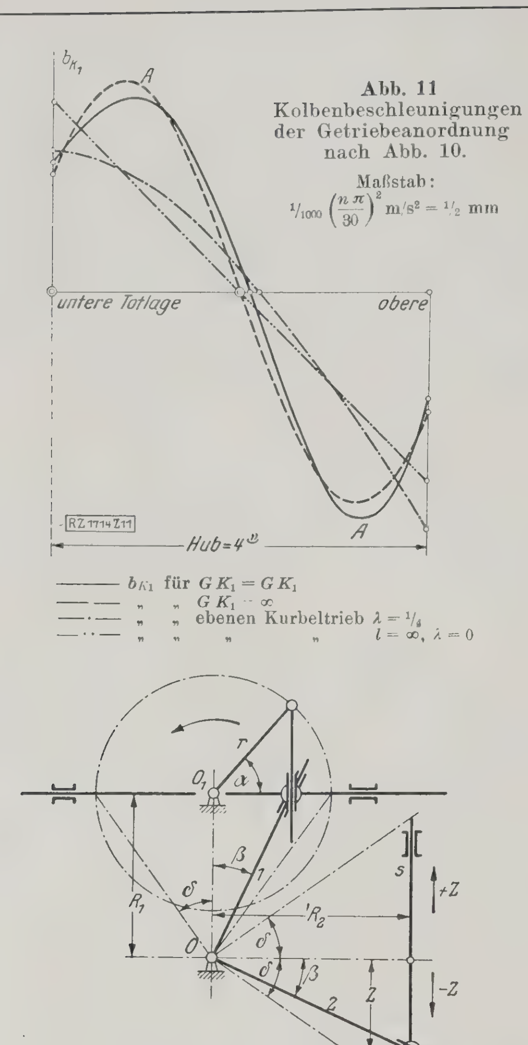


Abb. 11
Kolbenbeschleunigungen der Getriebeanordnung nach Abb. 10.
Maßstab: $\frac{1}{1000}\left(\frac{n\,\pi}{30}\right)^2$ m/s² = ½ mm

——— b_{K_1} für $GK_1 = GK_1$
— — „ „ $GK_1 = \infty$
—·— „ „ ebenen Kurbeltrieb $\lambda = 1/_4$
—··— „ „ „ „ $l = \infty$, $\lambda = 0$

Abb. 12
Ebenes Ersatzgetriebe für das nach Abb. 9.

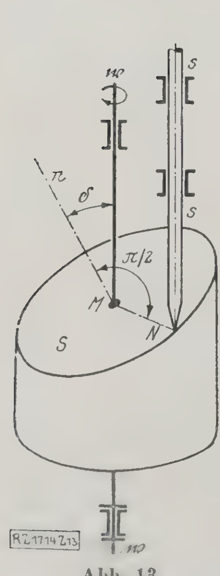


Abb. 13
Schiefe Scheibe nach *Reuleaux;* Schema der kurbellosen Maschine nach dem Michell-Patent.

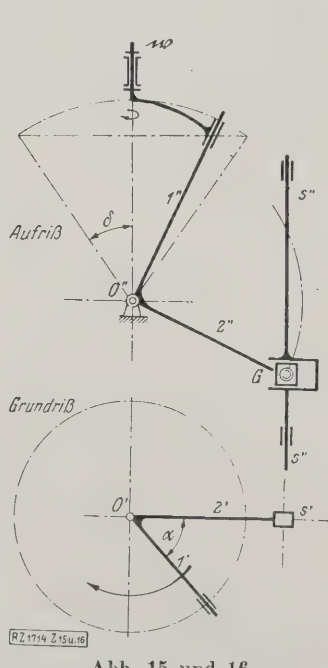


Abb. 15 und 16
Das räumliche Getriebe des Ersatzgetriebes, Abb. 14.

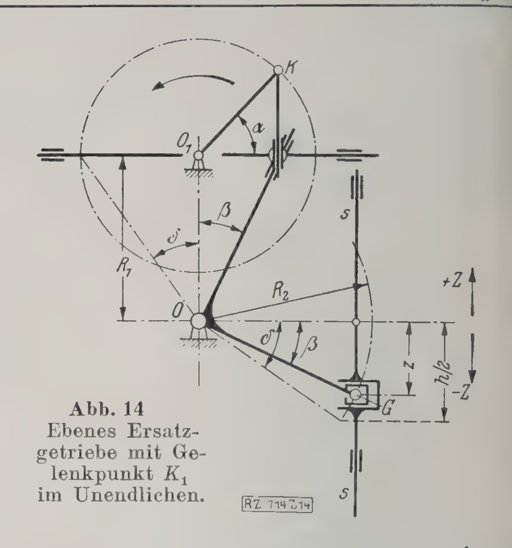


Abb. 14
Ebenes Ersatzgetriebe mit Gelenkpunkt K_1 im Unendlichen.

Winkel δ der Schrägstellung der schiefen Zapfen wurde i obigem Beispiel mit 37,5 Grad ausgeführt, was auch d starke Abweichung vom Verlauf der Beschleunigung b angenähertem Ersatz der Bewegung durch einen ebene Kurbeltrieb erklärt. Die Annäherung an die Bewegung verhältnisse des ebenen Kurbeltriebes trifft also bei diese großen Winkel δ nicht mehr zu.

Gelenk *G* liegt im Unendlichen

Rückt der Gelenkpunkt *G*, Abb. 9, senkrecht zur Ric tung des Halbstrahls 2 in dessen Schwingungsebene in da Unendliche, und lassen wir den Gelenkpunkt K_1 in de Schnittpunkt der Richtung des Halbstrahls 2 mit der Schi berrichtung *ss* fallen, so entsteht das ebene Ersatzgetrieb Abb. 12. Wie leicht nachzuweisen ist, vollführt der Schi ber eine Bewegung übereinstimmend mit der des ebene Kurbeltriebes mit unendlicher Schubstange. Der Hub *h* = $2\,R_2 \operatorname{tg} \delta$ ergibt sich mit den Bezeichnungen aus Abb. 1 Dieser Sonderfall ist ohne weiteres auf den von *Reuleau* behandelten Mechanismus[8]), genannt „Schiefe Scheibe", a zuwenden. Scheibe *S*, Abb. 13, vollführt eine reine Dre bewegung um die Achse 𝔴. Die Verbindungslinie d Spitze *N* des Schiebers mit dem Durchstoßpunkt *M* de Achse 𝔴 ist gezwungen um *M* in der Ebene der Achsen und *ss* zu schwingen; anderseits schließt die Normale auf die Scheibenebene in jeder Stellung mit *MN* eine rechten Winkel ein, so daß diese beiden Geraden sta verbunden gedacht werden können. Denken wir u mehrere Schieber (Kolben und Zylinder) im Kreis heru parallel zur Achse 𝔴 angeordnet, so gilt Abb. 13 a schematische Darstellung der englischen kurbellos Kraft- oder Arbeitsmaschine mit Verwendung der Ölkei wirkung nach dem Michell-Patent[9]).

Gelenk K_1 liegt im Unendlichen

Rückt der Gelenkpunkt K_1 in Richtung der Stange s in das Unendliche und liegt das Gelenk *G* im Halbstrahl so erhält man das ebene Ersatzgetriebe, Abb. 14. Da richtige räumliche Getriebe stellen Abb. 15 und 16 da Unter Annahme einer gleichförmigen Drehbewegung de Achse 𝔴 oder der Kurbel O_1K im Ersatzgetriebe soll nu das Bewegungsgesetz der Stange *ss* aufgestellt werde Als Ausgangspunkt für die Zählung des Hubweges gi Hubmitte. Es ist Hub $h = 2\,R_2 \sin \delta$,

Der Aufbau der Gleichung für den Hub *h* zeigt, da ein vorgeschriebener Hub durch unendlich viele Kombi

$$z = \frac{-R_2 \sin\delta \cos\alpha}{\sqrt{(1-\sin^2\delta \sin^2\alpha)}} = \frac{-h \cos\alpha}{2\sqrt{(1-\sin^2\delta\sin^2\alpha)}} \quad . \quad (4$$

$$\frac{\mathrm{d}\,z}{\mathrm{d}\,t} = \left(\frac{h}{2}\,\omega \sin\alpha\right) \frac{\cos^2\delta}{(1-\sin^2\delta\sin^2\alpha)^{3/2}} \quad \ldots\ldots \quad (5$$

$$\frac{\mathrm{d}^2 z}{\mathrm{d}\,t^2} = \frac{h}{2}\,\omega^2 \cos\alpha\, \frac{\cos^2\delta\,(1+2\sin^2\delta\sin^2\alpha)}{(1-\sin^2\delta\sin^2\alpha)^{5/2}} \quad \ldots\ldots \quad (6$$

[8]) Vergl. *Reuleaux,* Lehrbuch der Kinematik 2. Bd., Braunschwe 1900, S. 548.
[9]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 366.

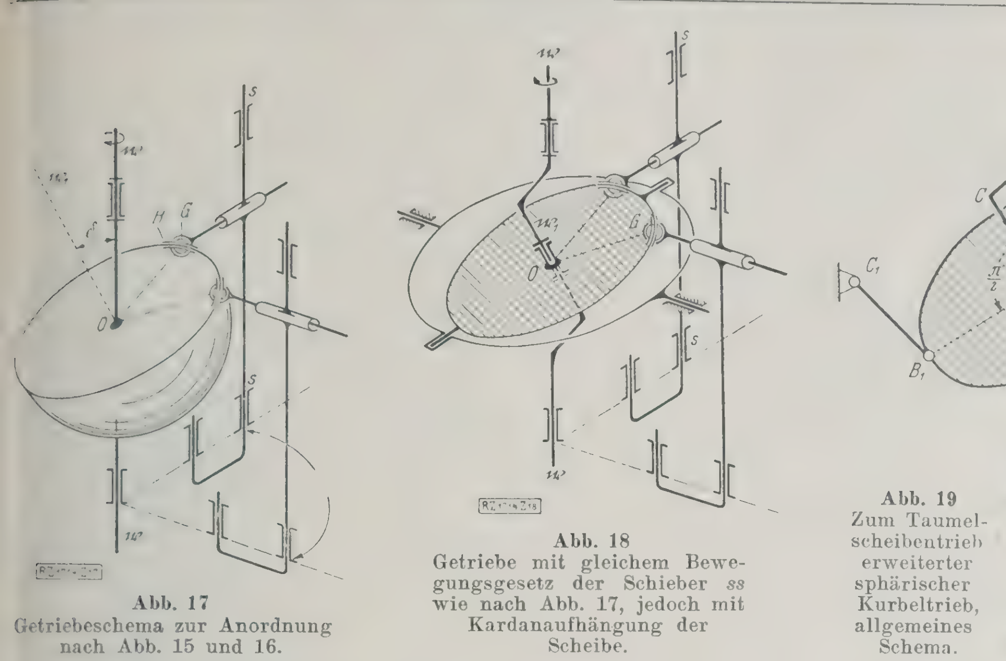


Abb. 17
Getriebeschema zur Anordnung nach Abb. 15 und 16.

Abb. 18
Getriebe mit gleichem Bewegungsgesetz der Schieber *ss* wie nach Abb. 17, jedoch mit Kardanaufhängung der Scheibe.

Abb. 19
Zum Taumelscheibentrieb erweiterter sphärischer Kurbeltrieb, allgemeines Schema.

ıtionen von R_2 und δ erreicht werden kann. Das Be-egungsgesetz ist hierbei jedoch im Gegensatz zu dem ir Abb. 12 abhängig von der besonderen Wahl eines der ›iden Faktoren R_2 oder δ.

Für eine gleichbleibende Hubhöhe h wurden die Verıderungen des Höchstwertes im jeweiligen Beschleuniıngsverlauf für die verschiedenen Winkel δ untersucht. ›ei $\delta =$ rd. 25° erreichen wir bei gleichem Hub und leicher Umdrehungszahl den kleinsten Höchstwert der eschleunigung. Hat man für die Wahl der relativen rößenabmessungen eines Getriebes, wenn Hub und Umrehungszahl gegeben sind, nur die kinematischen Verältnisse zu berücksichtigen, dann wird man am besten = 25° wählen. (Vorausgesetzt, daß die Lage dieses rößtwertes auf den Kurvenverlauf selbst keinen Einfluß ätte.)

Das Getriebeschema zu Abb. 15 und 16 für im Kreis erumliegende, parallel zur Achse 𝔴 angeordnete Zylinder angedeutet durch Schieberstangen *ss*) ist in Abb. 17 darestellt. Der Kreis *S* ist starr mit der Welle 𝔴 verbunden nd beschreibt eine reine Drehbewegung. Der Deutlicheit halber ist die zum Hauptkreis der Kugel gehörige albkugel eingezeichnet, da man dieses Getriebe auch als ne Art Kugel-Schubkurventrieb auffassen kann[10]). Kreis *S* t die Führung für die Hülsen *H*. Um die Reibungsverıste in den Hülsen *H* herabzusetzen, kann eine konstrukve Änderung derart getroffen werden, daß der Kreis *S* ur noch eine taumelnde Bewegung ausführt, was durch ardanaufhängung, Abb. 18, erreicht wird[11]). Das Beegungsgesetz[12]) ist jedoch für alle im Kreis liegenden chieber (Kolben) dasselbe wie schon früher in Gl. (4) is (6) angegeben.

Zum Taumelscheibentrieb erweiterte sphärische Kurbeltriebe

Das allgemeinste Schema hierzu zeigt Abb. 19. Es andelt sich hier um einen Antriebmechanismus für eine nzahl von Kolben, wobei die Zylinder im Kreis herum angeordnet sind, daß ihre Achsen parallel zu der durch n Mittelpunkt dieses Kreises gehenden Welle 𝔴 liegen. ie im schiefen Zapfen $\mathfrak{w}_1$ der Welle 𝔴 in einem Wälzger drehbar gelagerte Scheibe *S* wird durch den Lenker $_1C_1$, dessen Gelenkpunkte als Kugelzapfen ausgebildet nd, gezwungen, eine zwangläufige taumelnde Bewegung m den Fixpunkt *O* auszuführen; an den mit der Scheibe *S* st verbundenen Kugelgelenken *G* greifen die Pleuelstanen *P* an, die über Kugelgelenke K_1 den Kolben eine zur

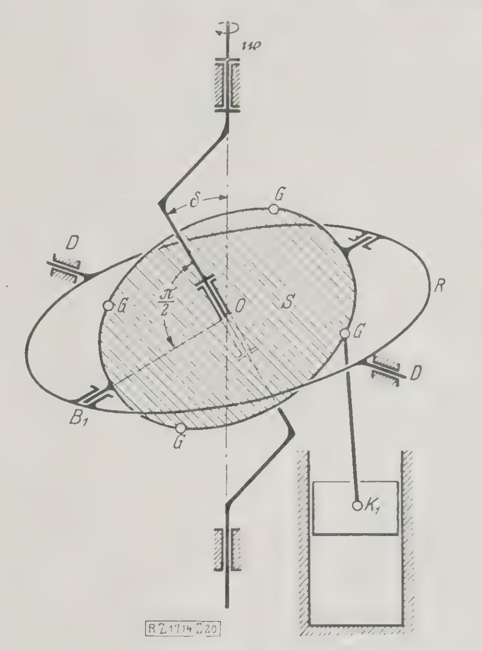


Abb. 20
Sonderfall zu Abb. 19. Punkt *G* liegt in der Scheibe *S*, die eine reine Kardanbewegung ausführt.

Achse 𝔴 parallele hin- und hergehende Bewegung erteilen. Der Unterschied dieser „Taumelscheiben" gegenüber den reinen „schiefen Scheiben" besteht darin, daß bei Taumelscheiben die Bahnen der Scheibenpunkte achterförmige Kurven sind, die auf einer Kugeloberfläche liegen, während bei schiefen Scheiben die Punkte der Scheibe lauter Kreise beschreiben, deren Ebene senkrecht zur Achse 𝔴 steht.

Aufhängung der Taumelscheibe in einem Kardangelenk, Pleuelstange endlich.

Wird der Winkel C_1OB_1 gleich 90° und fällt der Gelenkmittelpunkt *G* in die Ebene der Scheibe *S*, so erhalten wir eine Kardanaufhängung der Scheibe, Abb. 20[13])[14])[15]).

Während der Bewegung ist die Abweichung der Pleuelstangenachse von der Zylinderachse für die gebräuchlichen Schrägstellungswinkel δ des schiefen Zapfens

[10]) Vergl. *Reuleaux*, Die praktischen Beziehungen der Kinematik zu eometrie und Mechanik, 2. Bd., Braunschweig 1900, S. 552.
[11]) DRP Nr. 428 341/46a.
[12]) Ableitung der Beziehung zwischen Schieberweg und Winkelweg der auptwelle findet sich schon im Werk von *Grashof*, Theoretische Maschinenıre 2. Bd., Leipzig 1883, S. 167.

[13]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 1141, Bild 29 bis 31.
[14]) DRP Nr. 148 466/46a.
[15]) DRP Nr. 387 481/46b.

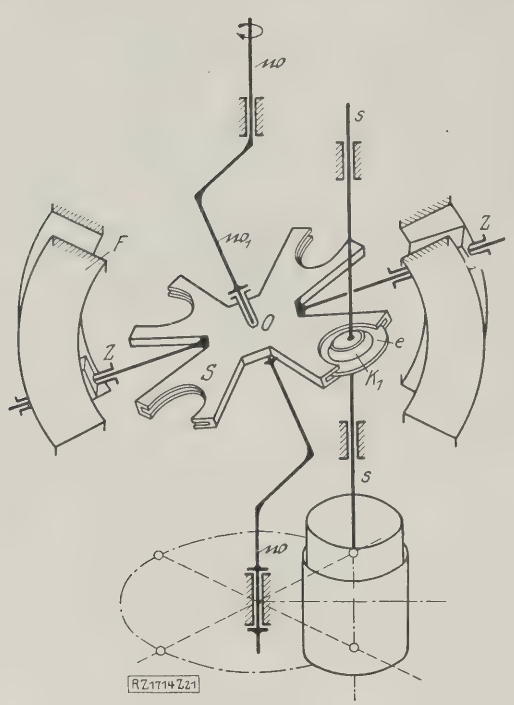


Abb. 21
Sonderfall von Abb. 19, Kardanaufhängung der Taumelscheibe, Pleuelstange unendlich lang, Gelenk G im Unendlichen.

Abb. 22
Sonderfall von Abb. 19, Kardanaufhängung der Scheibe, Pleuelstangen unendlich lang, Gelenk K_1 im Unendlichen.

gering. Es gelten somit die im folgenden abgeleiteten Bewegungsgesetze für den Kolben bei unendlich langer Schubstange auch hier mit guter Annäherung.

Kardanaufhängung der schiefen Scheibe, Pleuelstange unendlich lang, Kugelgelenk G im Unendlichen.

Wandert der Gelenkpunkt G senkrecht zur Scheibe S in das Unendliche und liegt der Kolbenpunkt K_1 in der Scheibe, so entsteht das Getriebeschema nach Abb. 21. Die Bewegungsgesetze der Kolben entsprechen genau dem ebenen Kurbeltrieb mit unendlicher Schubstange, Abb. 12. Zeitlich ist natürlich der Kurvenverlauf der Bewegungen zweier benachbarter Kolben je um eine Phase $\frac{2\pi}{p\,\omega}$ verschoben, dabei ist p die Anzahl der gleichmäßig im Kreis verteilten Zylinder und ω die Winkelgeschwindigkeit der Achse $\mathfrak{w}$. Durch die Anwendung der bei $\mathfrak{w}_1$ meist auf Wälzlagern gelagerten Taumelscheibe ist im Gegensatz zu dem Getriebe von Abb. 13 der an der Stelle N auftretende große Reibungsverlust sehr verringert; durch die Anwendung der Ölkeilwirkung wird er bei den hohen Gleitgeschwindigkeiten auf ein Mindestmaß herabgedrückt. Die Relativbewegungen in den Kugelgelenken und den Ebenenführungen e sind sehr gering[16]).

Kardanaufhängung der schiefen Scheibe, Pleuelstange unendlich lang, Gelenkpunkt K_1 im Unendlichen.

Verschiebt man in Abb. 20 den Gelenkpunkt K_1 des Kolbens in das Unendliche in Richtung der Zylinderachse, so entsteht das Getriebe, Abb. 22. Die Kardanaufhängung der Scheibe S ist wie in Abb. 21 dadurch bewerkstelligt, daß die zylindrischen Zapfen Z durch Prismenführungen gezwungen sind, sich in Kreisführungen zu bewegen, deren Mittelebene durch die Achse $\mathfrak{w}$ geht. Auf dem Kreis K der Scheibe S sind gleichmäßig verteilt und starr mit der Scheibe die Kugelzapfen G befestigt. Die prismatischen Steine werden zwischen zwei mit dem Kolben starr verbundenen und zu ihrer Hubrichtung ss senkrecht stehenden Ebenen E geführt. Den Winkel, den Achse bei der gleichförmigen Drehung um $\mathfrak{w}$ beschreibt, zähl wir, von der Anfangslage in der Ebene der Führungen als Nullage an, positiv von oben gesehen im Uhrzeigersi und bezeichnen ihn mit α. Den Winkel, den der Scheib halbmesser OG mit dem Führungshalbmesser OZ e schließt, bezeichnen wir mit ζ. Die ist auch jener Wink den die Ebene der Achse $\mathfrak{w}$ und der jeweiligen Zylind achse mit der Mittelebene der Führungen FF einschlie Winkel ζ wird, ebenfalls von oben gesehen, im Sinne d Uhrzeigers als positiv gezählt. Für die Wege der Zyl der gilt die durch O gehende Normalebene zur Achse als Nullebene und die Wege nach aufwärts werden $+z$, nach abwärts $-z$ bezeichnet.

Für die den verschiedenen Winkeln ζ zugeordnet Zylinder ergibt sich:

$$z = \frac{-[r \sin\delta (\cos\zeta \cos\alpha + \sin\zeta \sin\alpha \cos\delta)]}{\sqrt{1 - \sin^2\delta \sin^2\alpha}} \quad . \; . \; ($$

$$z' = \frac{\mathrm{d}\,z}{\mathrm{d}\,t} = \frac{-r\,\omega \sin 2\,\delta\,(-\cos\zeta \sin\alpha \cos\delta + \sin\zeta \cos\alpha)}{2\,(1 - \sin^2\delta \sin^2\alpha)^{3/2}}$$

$$z'' = \frac{\mathrm{d}^2 z}{\mathrm{d}\,t^2} = \frac{-r\,\omega^2 \sin 2\,\delta\,[-\cos\zeta \cos\delta \cos\alpha\,(1 + 2 \sin^2\delta \sin^2\alpha) - \sin\zeta \sin\alpha\,(\cos^2\delta - 2 \sin^2\delta \cos^2\alpha)]}{2\,(1 - \sin^2\delta \sin^2\alpha)^{5/2}} \quad . \; . \; . \; . \; ($$

Abb. 23 zeigt für eine nach dem Getriebeschema v Abb. 22 gebaute schwedische Verbrennungkraftmaschine[1 wie sich hier gemäß der Gl. (9) die Kolbenbeschleunigu in Abhängigkeit vom Winkel ζ ändert. Diese Verbre nungskraftmaschine hat einen Schrägstellungswinkel $= 23° 35'$, eine Umlaufzahl $n = 1400$ U/min einen Ha messer $r = 0{,}055$ m. Die Beschleunigungskurven für A wärtsbewegung des Kolbens sind in Abb. 23 gezeichn ein zentrisch symmetrischer Verlauf bezüglich Hubmi ergibt sich nur für $\zeta = 0°$ und $\zeta = 90°$, oder $\zeta = 180°$ u $\zeta = 270°$. Für jeden Winkel ζ jedoch sind die Beschle nigungskurven für Auf- und Abwärtsgang der Kolb bezüglich einer durch die Hubmitte gehenden se rechten Geraden symmetrisch, was für $\zeta = 13$ eingezeichnet ist. Zum Vergleich ist für gleich Hub und gleiche Umdrehungszahl der Beschle nigungsverlauf eines ebenen Kurbeltriebes m unendlich langer Schubstange über der Abszisse $\zeta =$

[16]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 459.

[17]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1405.

...richelt als Gerade eingezeichnet. Es ist sofort zu er-...n, daß der Ersatz dieser etwas verwickelteren genauen ...egungsverhältnisse durch einen ebenen Kurbeltrieb ...t mehr zulässig ist. Wie früher wurde auch für das ...ebeschema von Abb. 22 die Veränderung der Beschleu-...ngswerte durch Änderung der Größenverhältnisse der ...der wenigstens für die Totpunkte untersucht, wenn bei ...hbleibendem Hub $h = 2r \sin \delta$ und gleicher Um-...ungszahl der Winkel δ oder r verändert wird. Mit ...r Annäherung gelten diese Untersuchungen auch für ...n in Abb. 19 dargestellte Getriebe.

Es ergibt sich, daß der Beschleunigungswert im Tot-...kt für $\zeta = 90°$ über $\delta = 25$ bis $30°$ hinaus besonders ...k ansteigt, so daß es nicht zu empfehlen ist, δ für die ...nstruktion größer als 25 bis 30° zu nehmen.

Es sei jetzt schon darauf hingewiesen, daß der Aus-...ich der freien Massenwirkungen eines Getriebes mit im ...is angeordneten Zylindern durch ein praktisch nur in ...ge kommendes, mit der gleichen Winkelgeschwindig-...t ω mitumlaufendes Gegenmoment gleichbleibender ...öße um so weniger vollkommen wird, je mehr sich der ...rlauf der Beschleunigung der einzelnen Kolben, gemäß ...n verschiedenen Werten ζ, unterscheidet.

...umelscheibenbewegung, erzeugt durch ...rollen zweier Kegel mit gemeinsamer ...pitze und gleichem Öffnungswinkel.

Die Taumelbewegung kann außer durch Kardanauf-...ngung auch dadurch erzeugt werden, daß die Scheibe S, ...b. 24, mit dem Kegel k_1 starr verbunden ist, der auf ...n feststehenden Kegel k_2 ohne zu gleiten abrollt; die ...neinsame Spitze O ist gleichzeitig Mittelpunkt des Schei-...nkreises. An diesem sind wiederum gleichmäßig ver-...t die Kugelgelenke G angeordnet, die durch Pleuelstan-...n mit den Kugelzapfen K_1 der im Kreis angeordneten ...lben verbunden sind. Werden die endlichen Pleuelstan-...n vernachlässigt, so entspricht das Bewegungsgesetz der ...lben, gleichmäßige Drehung der Achse $\mathfrak{w}$ vorausge-...zt, demjenigen für gewöhnlichen ebenen Kurbelbetrieb ...t unendlich langer Schubstange[18])[19]).

[18]) Vergl. Österr. Patentschrift Nr. 60665/47h.
[19]) Vergl. „Engineering" Bd. 117 (1924) S. 741.

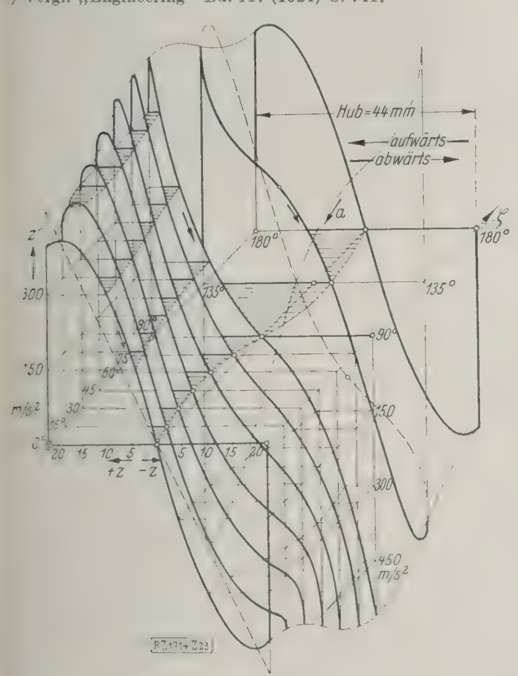


Abb. 23. Raumschaubild des Beschleunigungsverlaufes der Kolben für verschiedene $\measuredangle \zeta$ nach Abb. 22, zahlenmäßig ausgewertet nach einer von *Auriol Lind*, Stockholm, ausgeführten Konstruktion.

Maßstäbe:
Hubweg: 0,0005 m = 1/3 mm der Zeichnung
$\measuredangle \zeta$: 1,5° = 1/3 „ „
Beschleunigung z'': 5 m/s² = 1/3 „ „ „

Freie Massenwirkungen und Massenausgleich

Untersuchung der freien Massenwirkungen bei den reinen „schiefen Scheiben" und Taumelscheibentrieben; Möglichkeiten des Massenausgleiches.

Die Aufklärung der Beschleunigungsverhältnisse setzt uns in die Lage, einen Überblick über die Massenwirkungen zu erhalten. Eine Untersuchung des Ungleichförmigkeitsgrades an Getrieben findet sich in der bereits früher erwähnten Arbeit von *K. Stein*[20]).

Im folgenden sollen zunächst die Massenwirkungen der Kolben allein besprochen werden. Die Winkelgeschwindigkeit der Welle $\mathfrak{w}$ sei, wie früher, konstant, und die Abmessungen und Gewichte der Kolben seien für jeden der im Kreise mit Halbmesser r_0 gleichmäßig verteilten Zylinder die gleichen; der Schwerpunkt der geradlinig translatorisch hin- und herbewegten Kolbenmassen bleibe dauernd in der zur Hauptachse $\mathfrak{w}$ parallelen Zylinderachse.

Getriebe, deren Kolbenbewegungsgesetz dem beim ebenen Kurbeltrieb mit unendlich langer Schubstange entspricht.

In Betracht kommen die Getriebe nach Abb. 13, 21 und bei Vernachlässigung der endlichen Schubstangenlänge auch das nach Abb. 24. Es ist leicht nachzuweisen, daß von einer Zylinderzahl $n = 3$ aufwärts die resultierende freie Massenwirkung der Kolben in einem reinen Moment besteht, des mit der gleichförmigen Winkelgeschwindigkeit ω wie die Welle $\mathfrak{w}$ selbst umläuft. Die Größe des hierbei auftretenden resultierenden Massenmomentes ist gegeben durch

$$M_0 = \frac{p\, m\, r_0}{2} \left(\frac{h}{2}\, \omega^2\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10),$$

worin bedeutet:

ω die Winkelgeschwindigkeit der Welle $\mathfrak{w}$,
r_0 den Halbmesser des Kreises, auf dem die Zylinderachsen angeordnet sind,
h Hub des Kolbens,
m Masse des Kolbens,
p Anzahl der im Kreis r_0 gleichmäßig verteilt angeordneten Zylinder.

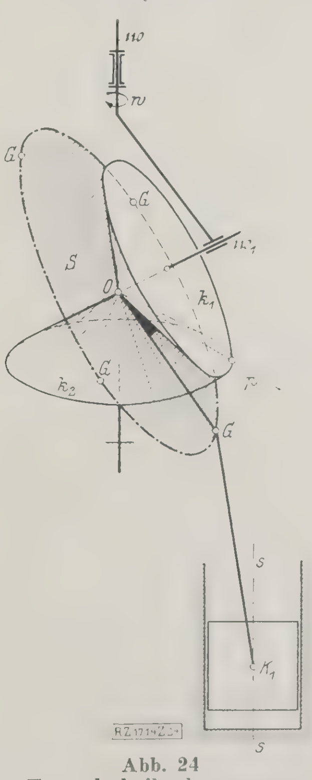


Abb. 24
Taumelscheibenbewegung, erzeugt durch reines Abrollen zweier Wälzkegel mit gemeinsamer Spitze und gleichem Öffnungswinkel.

Erscheint im Grundriß dieser im Kreis angeordneten Zylinder die Achse $\mathfrak{w}$ als Punkt O, Abb. 25, so tragen wir die Momentenvektoren der resultierenden freien Massenmomente der Kolben M_0 nicht von O aus, sondern von einem Kreis K nach außen auf, wobei der jeweilig dazu gehörende Winkelweg der Welle $\mathfrak{w}$ mit α bezeichnet ist. Die Projektion des schiefen Zapfens $\mathfrak{w}_1$, s. Abb. 22, die zu der jeweiligen Lage des Momentenvektors M_0 gehört, ist durch den Halbstrahl a gegeben. Durch eine entsprechend kräftig durchgebildete schiefe Scheibe ist beim Michell-Motor[21]) dieses freie Kolbenmassenmoment für jede Stellung der Welle $\mathfrak{w}$ durch das Gegenmoment M_g ausgeglichen, so daß nach außen keine freien Massenkräfte auftreten.

[20]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 459.
[21]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 366.

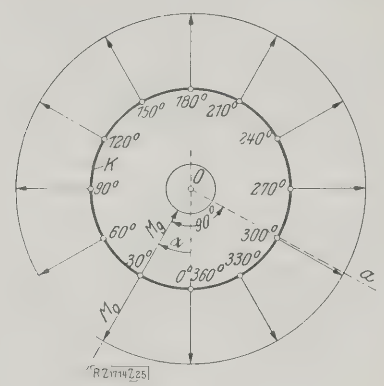


Abb. 25
Verlauf der freien resultierenden Massenwirkungen M_0 der Kolben bei den Getrieben nach Abb. 13, 21, und angenähert auch Abb. 24.

Taumelscheibengetriebe, deren Kolbenbeschleunigung nicht der beim ebenen Kurbeltrieb entspricht

Zunächst soll das in Abb. 22 dargestellte Getriebe besprochen werden. Die Ergebnisse können mit guter Annäherung auch auf das in Abb. 20 gezeichnete Getriebe angewendet werden. Wir verwenden die gleiche graphische Darstellung des freien resultierenden Kolbenmassenmomentes wie in Abb. 25 und tragen in Abb. 26 über dem Kreis K die Massenmomentenvektoren M_x für die senkrechte und M_y für die wagerechte Komponente ein (M_x, M_y). Auch hier ist in der Projektion die zu dem jeweiligen resultierenden Massenmoment $M_R = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$ gehörige Stellung des schiefen Zapfens durch den gleichförmig mit der Winkelgeschwindigkeit ω sich drehenden Halbstrahl a gegeben. Wir erhalten:

$$M_x = \frac{m\, p\, r_0 (r\, \omega^2 \sin 2\,\delta)\, [(1 + 2 \sin^2 \delta \sin^2 \alpha) \cos \delta \cos \alpha]}{4 \sqrt{(1 - \sin^2 \delta \sin^2 \alpha)^5}} \quad (11),$$

$$M_y = \frac{m\, p\, r_0 (r\, \omega^2 \sin 2\,\delta)\, [(\cos^2 \delta - 2 \sin^2 \delta \cos^2 \alpha) \sin \alpha]}{4 \sqrt{(1 - \sin^2 \delta \sin^2 \alpha)^5}} \quad (12),$$

wobei natürlich M_x und M_y als zusammengehörige Werte für den Winkel α einzusetzen sind. In Abb. 26 ist der Verlauf der resultierenden freien Massenmomente durch die strich-punktierte Kurve eingezeichnet. Sie ist zur x- und y-Achse symmetrisch. Die Schwankungen dieser

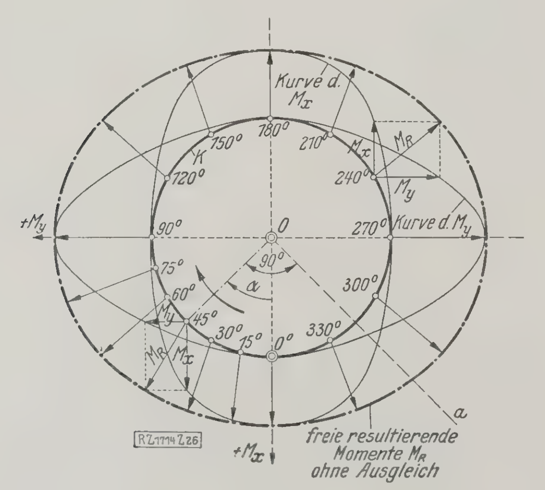


Abb. 26
Verlauf der freien resultierenden Massenwirkungen M_R der Kolben bei den Getrieben nach Abb. 22 und angenähert auch 20.

Kurve sind im Verlauf einer Umdrehung der Well[illegible] gegeben durch

$$\frac{M_{R90°}}{M_{R0°}} = \eta_1 ;$$

der Wert η_1 ergibt sich für $\alpha = 0°$ und $\alpha = 90°$ [illegible] gesetzt zu

$$\eta_1 = \frac{1}{\cos^4 \delta} \quad \ldots \ldots \ldots (\,[illegible]$$

Der Wert η_1 für die Ungleichförmigkeit des freien Kolb[illegible] massenmomentes ist also nur vom Winkel δ und nicht [illegible] der Zylinderzahl p abhängig. Trägt man nun η_1 für [illegible] schiedene Neigungswinkel δ auf, Abb. 27, so sieht m[illegible] daß für δ von rd. 30° der Wert η_1 schnell ansteigt, [illegible] daß ein Ausgleich der freien Massenkräfte durch ein [illegible] mit gleicher Winkelgeschwindigkeit ω drehendes Geg[illegible] moment, was praktisch nur in Frage kommt, mit wachs[illegible] dem Winkel δ und daher Vergrößerung des Wertes [illegible] immer unvollkommener wird. In Abb. 28 sind nun [illegible] resultierenden freien Massenwirkungen M_r mit Verw[illegible] dung eines Ausgleichsmomentes von gleichbleiben[illegible] Größe M_g, vom Kreis K nach innen zu aufgetragen, [illegible] gezeichnet, dabei ist

$$M_g = \frac{M_{R90°} + M_{R0°}}{2} \quad \ldots \ldots$$

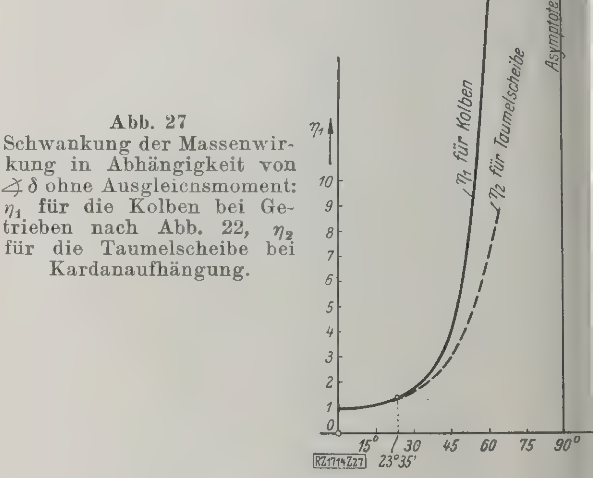


Abb. 27
Schwankung der Massenwirkung in Abhängigkeit von $\measuredangle\,\delta$ ohne Ausgleichsmoment: η_1 für die Kolben bei Getrieben nach Abb. 22, η_2 für die Taumelscheibe bei Kardanaufhängung.

Zu beachten ist, daß die mittlere Winkelgeschwin[illegible]keit von M_r dreimal so groß ist wie die der Welle[illegible] also gleich $3\,\omega$.

Massenwirkungen der Kolben bei Taum[illegible]scheibentrieben nach Abb. 17 und 18

Die Kolben haben je den gleichen Beschleunigun[illegible]verlauf, jedoch um die Phase $\frac{2\,\pi}{p\,\omega}$ zeitlich gegeneinan[illegible] verschoben. Das freie resultierende Massenmoment [illegible] Kolben erreicht dann die gleiche Größe, wenn der schi[illegible] Zapfen $\mathfrak{w}_1$ die Stellungen $\alpha_1 = \zeta_1$, $\alpha_2 = \zeta_2$ usw. (Wink[illegible] siehe Abb. 22) einnimmt. Es ist also zu erwarten, daß [illegible] größerer Zylinderzahl p auch die Schwankungen im K[illegible]benmassenmoment geringer werden, was auch die Unt[illegible]suchung bestätigt. In Abb. 29 sind die Werte η_1 in [illegible]hängigkeit von der Zylinderzahl p und vom Wert δ d[illegible]gestellt. Der Massenausgleich durch das vorerwäh[illegible] Gegenmoment M_g gestaltet sich also bei Zylinderzah[illegible] über $p = 8$ schon ziemlich vollkommen[22]). Die Werte [illegible] für die Massenwirkungen der Taumelscheibe selbst bei K[illegible]danaufhängung sind in Abb. 27 dargestellt. Wie zu [illegible]warten war, verschlechtern die Massenwirkungen [illegible] Taumelscheiben noch den Massenausgleich; dies fällt [illegible]doch nicht so sehr in das Gewicht, da die Massenwirku[illegible] der Taumelscheibe im Verhältnis zur Massenwirku[illegible] der Kolben gering ist. Der Vektor des Massenmomen[illegible] der Taumelscheibe hat jedoch auch eine Komponente [illegible] der Richtung der Hauptachse des Getriebes, was bei [illegible]

[22]) DRP Nr. 428 341/46a.

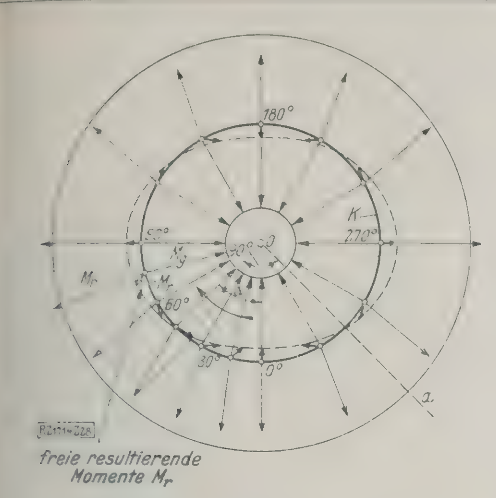


Abb. 28
Die Massenwirkungen nach Abb. 26 sind durch ein mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit ω mit umlaufendes Gegenmoment Mg teilweise ausgeglichen.

:rankerung des Motors an der Auflagerkonstruktion zu :rücksichtigen ist. Der Momentenvektor der Massenirkung der Taumelscheibe bei Getrieben nach Abb. 24 :gt jedoch immer senkrecht zu den Achsen $\mathfrak{w}$ und $\mathfrak{w}_1$ eht sich also in gleichbleibender Größe mit der Winkelschwindigkeit ω mit.

Zusammenfassung

Bei Untersuchung des Beschleunigungsverlaufes in ɔhängigkeit vom Neigungswinkel δ des schiefen Zapfens :gen die Maschinenhauptachse ergibt sich Winkel δ mit bis 30° als am günstigsten. Ein angenäherter Ersatz :s Bewegungsgesetzes des räumlichen Getriebes durch :s eines ebenen Kurbeltriebes ist bei den üblichen Win:eln δ von 25° bis 35° nicht mehr zulässig. Vollständiger assenausgleich ist bei den Getrieben nach Abb. 13, . und angenähert 24 möglich. Bei Getrieben nach bb. 20 und 22 wird die Massenausgleichmöglichkeit mit rößerem δ immer ungünstiger. Die Schwankungen des eien Massenmomentes sind hierbei unabhängig von der ylinderzahl. Der Massenausgleich bei den Getrieben, bb. 17 und 18, verbessert sich bei steigender Zylinderahl. [B 1714]

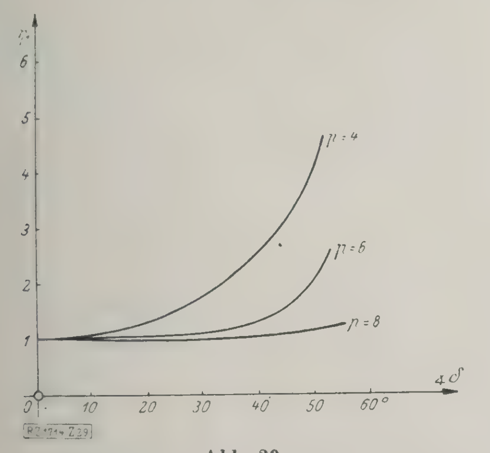


Abb. 29
Schwankungen der Massenwirkung der Kolben bei Getrieben nach Abb. 17 und 18 in Abhängigkeit von $\measuredangle\delta$ und der Zylinderzahl p.

Grundsätzliches über Fließarbeit

Anläßlich einer Besichtigung der Fließfertigungsanlagen der Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Siemensstadt, hat Dr.-Ing. E. h. *Köttgen* ausführlich über „Grundsätze und Aufgaben der Organisation der Fließarbeit“ gesprochen[1]).

Fließarbeit ist eine örtlich fortschreitende, zeitlich bestimmte, lückenlose Folge von Arbeitsgängen, für deren Durchführung eine im einzelnen genau durchdachte Arbeitsvorbereitung sowie die Verwendung von entsprechenden Fördereinrichtungen, Vorrichtungen, Werkzeugen und Maschinen notwendig ist.

Voraussetzung für die wirtschaftliche Lösung der Fließarbeit ist die zweckmäßige Gestaltung von Einzelteilen, aus denen sich der herzustellende Gegenstand zusammensetzt, da die Einrichtungen für die Fließarbeit in der Regel nur mit erheblichen Mitteln auf eine Änderung der Konstruktion umgestellt werden können. Ebenso muß man die Auswahl und Zuführung des Werkstoffes so treffen, daß von dieser Seite Störungen, die ja immer den ganzen Arbeitsfluß erfassen, ausgeschlossen sind. Um beim Zusammenbau Verlustzeiten zu vermeiden, muß man die vorgeschriebenen Toleranzen weitgehend einhalten.

Da von den Durchlaufzeiten der Werkstücke der Raumbedarf beeinflußt wird, muß man geeignete Förderanlagen verwenden. Falls die Werkstücke nur geringes Gewicht haben und Arbeitsplatz neben Arbeitsplatz liegt, ist am einfachsten das Weitergeben von Hand zu Hand. Einfache Förderanlagen sind auch Rutschen. Sehr vorteilhaft läßt sich manchmal die Schwerkraft ausnutzen. Für größere Werkstücke verwendet man häufig Rollenanordnungen. Bei größeren Entfernungen oder Gewichten ist ein mechanischer Hilfsantrieb oft nicht zu umgehen. Dies hängt davon ab, ob der Arbeiter nach seinem Willen das Werkstück der Bahn entnimmt und nach Beendigung des Arbeitsvorganges wieder auf die Bahn legt, oder ob dem Arbeiter die Zeit durch die Fördergeschwindigkeit vorgeschrieben ist.

Die Verwendung von Vorrichtungen, Werkzeugen und Maschinen ist am Platze, wenn es sich um stets wiederkehrende Bearbeitungsvorgänge handelt, für die Universalmaschinen unwirtschaftlich wären. Oft ist es möglich, vorhandene Werkzeugmaschinen für einen bestimmten Arbeitsvorgang umzubauen. Die Absicht geht dahin, die Arbeiter vom Kraftaufwand möglichst zu entlasten und diesen der Maschine zu übertragen, um die Aufmerksamkeit auf den Arbeitgang, auf die Maßhaltigkeit oder auf die Einhaltung der vorgeschriebenen Zeitspannen zu beschränken.

Die Wirkungen der Fließarbeit auf die Beteiligten, sowohl auf die Arbeiter wie auch auf die Betriebsleiter, wird durch helle luftige Räume und durch günstige äußere Arbeitsbedingungen wesentlich gemildert. In den Vereinigten Staaten von Amerika ist durch die hohe Fertigungsziffer der Arbeitsvorgang häufig nur auf einen einzigen Handgriff beschränkt, z. B. das Anziehen von Schraubenmuttern, das selbst wieder in drei Vorgänge unterteilt wird: Aufsetzen der Mutter, Aufschrauben, Festziehen. In Deutschland werden in der Regel mehrere Arbeitsvorgänge in einen einzigen zusammengefaßt, wodurch ein Wechsel in den Handgriffen und damit eine gewisse Ablenkung eintritt.

Für den Betriebsleiter bedeutet die Fließarbeit eine Fülle von verantwortungsvoller Tätigkeit. Für jeden Arbeitsvorgang ist eine genaue Festlegung und eine gegenseitige Abstimmung notwendig, damit die Stetigkeit des Fertigungsflusses nicht unterbrochen wird und eine lückenlose Zusammenarbeit stattfindet. In diesem natürlichen Zwang zur Festlegung der Werkstoffanlieferung, der Arbeitsvorgänge und der Arbeitzeiten liegt gleichzeitig der wirtschaftliche Erfolg der Fließarbeit. Durch den Einbau von selbstschreibenden Zählwerken gelingt es leicht, den Fluß zu beobachten, Stockungen sofort wahrzunehmen und für deren Abstellung zu sorgen.

Wenn durch die Einführung der Fließarbeit heute noch keine sofortige und allgemeine Wirkung auf die Preise festzustellen ist, so liegt es auch daran, daß sie bis jetzt nur einen kleinen Teil der Gesamterzeugung erfaßt. Doch ist nicht zu verkennen, daß trotz der verminderten Kaufkraft des Geldes gewisse Erzeugnisse, z. B. Glühlampen, Elektrizitätszähler, Staubsauger usw., unverändert im Preis geblieben sind, was einer Preissenkung gleichkommt.

[N 2349] *Schi.*

[1]) Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung, Beiheft 12, Fließarbeit: Berlin 1928.

Der gegenwärtige Stand des Kreiselpumpenbaues

Formgebung und Berechnung der Schaufeln

Von Prof. Dr.-Ing. C. Pfleiderer, Braunschweig

Anwendungsgebiet der rückwärts- und vorwärtsgekrümmten Schaufel. Abhängigkeit ... Kavitation von der Form des Schaufelanfangs, von Saughöhe, Förderhöhe, Schnelläufi... und Wassertemperatur. Formgebung des Spiralgehäuses und der Leitschaufeln. Unsiche... in der Vorausberechnung der Radleistung infolge des starken Einflusses der Art der Zu- ... Abführung des Wassers sowie der Zähigkeitswirkungen. Letztere bringt insbesondere ... Teillast Verluste, wo Austauschströmung am Radumfang auftritt. Linie der spezifis... Schaufelarbeit verläuft deshalb nicht gerade, sondern stark gekrümmt und asymptotisch ... die Ordinatenachse heran. Kurzer Vergleich der wichtigsten Regelarten und Erklär... der Ursache des günstigen Verhaltens der Drehschaufeln, die aber bei kleinen Teillasten ... Spaltschieber übertroffen werden.

Wenn man die Entwicklung von Kreiselradmaschinen ins Auge fassen will, so muß die Beschaufelung im Vordergrund der Betrachtung stehen, weil sie nicht bloß die Leistung und den Wirkungsgrad, sondern auch die Bauweise in erster Linie bestimmt. Außerdem ist gerade auch hier infolge der Vertiefung unsrer Kenntnisse vom Wesen eines Strömungsvorgangs manches Wissenswerte zu sagen.

Form der Schaufeln

Bei der

Laufschaufel

hat sich die Rückwärtskrümmung für hochwertige Ausführungen nicht bloß allgemein durchgesetzt, sondern sie tritt sogar verstärkt in die Erscheinung, weil mit der Verkleinerung des Austrittswinkels die Form des Laufkanals günstiger und die Verluste im Leitrad kleiner werden. Auch wächst der Leistungsbedarf bei steigender Wasserentnahme nicht unbegrenzt an. Nur bei kleinen Wassermengen in Verbindung mit großen Drücken wird man die Schaufel steil oder sogar mit senkrechtem Ende ausführen und noch Zwischenschaufeln[1]) anbringen, um eine genügend große Stufenförderhöhe zu erhalten.

Die starke Rückwärtskrümmung bringt auch eine Verkleinerung der Schaufelzahl mit sich. Neuere Versuche[2]) haben außerdem ergeben, daß es vorteilhaft ist, die Schaufelzahl noch stärker zu verkleinern, als der üblichen Anschauung entspricht. Bei einem mittleren Schaufelwinkel $\beta_2 = 20°$ und dem normalen Radialrad wird die beste Wirkung mit fünf bis sechs Laufschaufeln erreicht, sofern der Eintrittwinkel β_1 diesen Wert nicht übersteigt. Bei andern Schaufelwinkeln oder andern Radformen richtet sich die günstigste Schaufelzahl danach, daß die gesamte tragende Schaufellänge etwa den gleichen Wert wie in dem besprochenen Fall erhält.

Für den Entwurf der Schaufel erweisen sich die neueren Verfahren, bei denen die Form punktweise, auf Grund des vorgeschriebenen Verlaufs einer Geschwindigkeit oder einer andern Größe festgelegt wird, als recht vorteilhaft[3]). Wie bei den bewährten Formen der Tragfl... ist das zugeschärfte äußere Schaufelende günstiger ... das stumpfe oder abgerundete, während das inn... Ende, d. h. der Schaufelanfang, sich verjüngend, aber ... einer schwachen Abrundung, auszuführen ist.

Beim Umströmen des Schaufelanfangs treten näm... — abgesehen vom Einfluß der Querschnittsverengu... infolge der endlichen Schaufeldicke — lediglich info... der Ablenkung der Wasserfäden Übergeschwindigkei... etwa an der Stelle A, Abb. 1, auf, die von der Art ... Abrundung abhängig sind. Diese Geschwindigkeitss... gerung muß vom Einlaufdruck bestritten werden ... beträgt in der reibungslosen Flüssigkeit bei den üblic... Einlaufprofilen 18 bis 25 vH. Bei einer relativen ... strömgeschwindigkeit von beispielsweise $w_0 = 20$ m/s ... 20 vH Übergeschwindigkeit nimmt der Druck gegenü... einem Punkt kurz vor den Schaufeln ab, und zwar ... $\frac{1}{2g}$ $[(1{,}20 \cdot 20)^2 - 20^2] = 8{,}8$ m, so daß schon bei gerin... Saughöhe Loslösung von der Schaufelwand (Kavitati... eintreten müßte. Wenn auch die Erfahrung dar... schließen läßt, daß bei der wirklichen Flüssigkeit di... Druckabnahme geringer ist, so verdient sie doch offen... in Verbindung mit großen relativen Wassergeschwin...keiten, also großen Umfangsgeschwindigkeiten volle ... achtung[4]). Deshalb erweist sich auch die halbkr... förmige Abrundung nicht als geeignet.

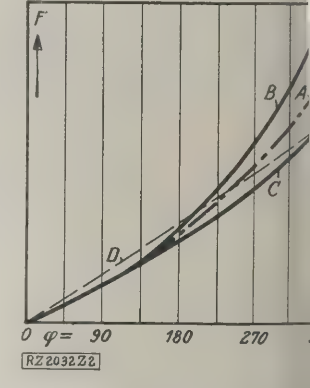


Abb. 2
Verlauf der Spiralquerschnitte F in Abhängigkeit vom Zentriwinkel φ bei Gehäusespiralen.

A für reibungslose Flüssigkeiten
B für die wirkliche Flüssigkeit im Fall der Auswärtsströmung (Kreiselpumpe)
C für die wirkliche Flüssigkeit im Fall der Einwärtsströmung (Turbine)
D bei Proportionalität zwischen Beaufschlagungsbogen und Gehäusequerschnitt

Die Ablösung wird aber außerdem und hauptsächl... durch eine große Schaufelbelastung, also e... große Förderhöhe, begünstigt[5]). Diese Erkenntnis hat ... einer zunehmenden Anwendung der doppelt gekrümm... Schaufel auch für Räder geführt, in denen eine zylin... sche Schaufel mit der üblichen Länge im radialen T... untergebracht werden könnte, bei denen aber wegen ... bestehenden Kavitationsgefahr die tragende Schaufelflä... vergrößert, also die Schaufelbelastung verringert, und ... Umfangsgeschwindigkeit am Eintritt verkleinert wer... muß. Man findet die doppelt gekrümmte Schaufel ins...

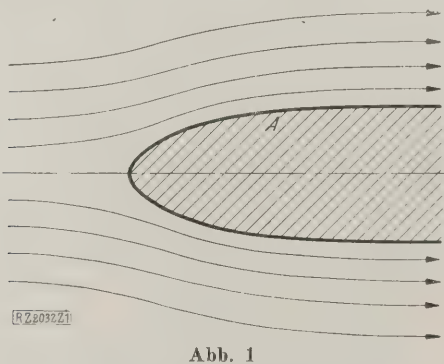


Abb. 1
Übergeschwindigkeiten beim Umströmen des Schaufelumfanges.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 82, Abb. 3.
[2]) Vergl. z. B. *Schulz*, Das Förderhöhenverhältnis der Kreiselpumpen für die ideale und wirkliche Flüssigkeit. Diss. Braunschweig 1927, erschienen als Heft Nr. 307 der Forschungsarbeiten des Vereines deutscher Ingenieure, s. a. S. 143.
[3]) *Pfleiderer*, Die Kreiselpumpen. Berlin 1924, S. 65 und 197.
[4]) „Hydraulische Probleme“, Berlin 1926, S. 50 u. f. und S. 154, fe... *Pötter*, Über den Einfluß der Ausbildung des Kopfes von Schaufel... filen usw., Diss. Aachen 1927.
[5]) s. Fußbemerk. 3 S. 173 u. f.

…ere am ersten Laufrad mehrstufiger Pumpen, ebenso …einstufigen Pumpen, sofern die Förderhöhe eines …s an die Grenze, die mit Rücksicht auf Hohlraumbil… …r als größtzulässig zu betrachten ist, herankommt. …bei ist aber im Auge zu behalten, daß diese Grenz…erhöhe H_{max} mit zunehmender manometrischer Saug… H_s kleiner wird, etwa so, daß die bei den Wasser…inen gebräuchliche Größe $\sigma = \frac{A - H_t - H_s}{H_{max}}$, wo A …Atmosphärendruck, H_t die Wasserdampfspannung in …W.-S. bedeutet, näherungsweise einen für eine be…mte Bauart charakteristischen Wert erhält, der mit …hmender Schnelläufigkeit anwächst[6]).

Leitvorrichtung

Die Spiralgehäuse stellen für mittlere spezifi…] Drehzahlen die günstigste Leitvorrichtung dar. Sie …en früher meist zu eng. Werden ihre Abmessungen …fältig berechnet, wobei auch der Einfluß der Reibung

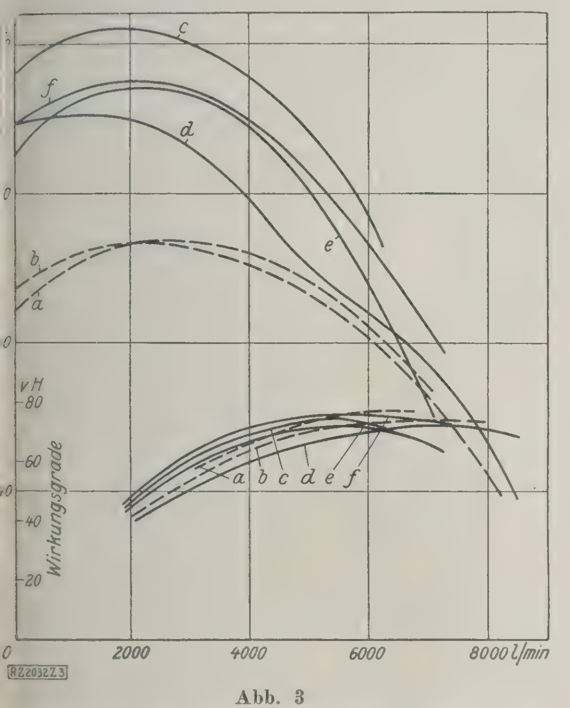


Abb. 3
Förderhöhen und Wirkungsgrade eines Rades von 435 mm Dmr. unter verschiedenen Einbauverhältnissen bei der gleichen Beschaufelung.

…einstufig mit Spiralgehäuse ohne Leitrad, doppelseitiger Einlauf
" " " " " , einseitiger "
" " " mit " , doppelseitiger "
" " " " " , einseitiger "
…zweistufig ohne " " " , " "
…(6 + 5 stufig " " " " , " "

…erungsweise berücksichtigt werden kann[7]), so ergibt … eine erheblich stärkere Zunahme des Spiralquer…nittes als der Proportionalität mit dem Zentriwinkel φ …spricht, wie Abb. 2 zeigt. Der Anstieg ist besonders …l, wenn die Reibung mit berücksichtigt wird …urve B). Das proportionale Anwachsen ist bei der …sserturbine (Kurve C) noch zu rechtfertigen, keines…s aber bei der Pumpe.

…Bei den Leitschaufeln zeigen neuere Versuche, … die Eintrittsweite mit Vorteil größer ausgeführt wird, … der Bedingung des stoßfreien Eintritts entspricht[8]), … zwar ist die nötige Weite mindestens das $\left(1{,}15 \frac{t_4}{t_4 - \sigma_4}\right)$ …e derjenigen, die sich für den stoßfreien Eintritt bei

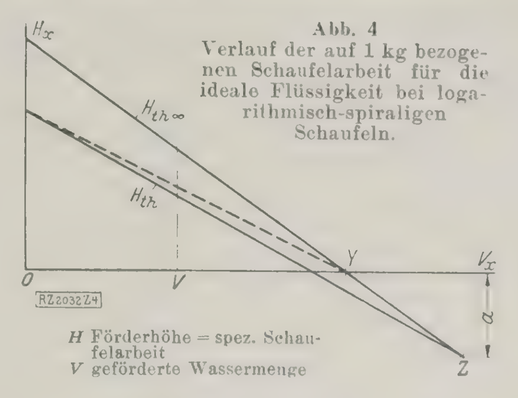


Abb. 4
Verlauf der auf 1 kg bezogenen Schaufelarbeit für die ideale Flüssigkeit bei logarithmisch-spiraligen Schaufeln.

Benutzung der logarithmischen Spirale findet, $\frac{t_4}{t_4 - \sigma_4}$ ist der Verengungsfaktor, herrührend von der endlichen Dicke der Leitschaufelspitzen.

Die Evolvente erweist sich als Eintrittsverlauf weniger günstig als die logarithmische Spirale. Letztere wird wieder übertroffen von einer Linie, deren Steigung nach außen zunimmt und die innen mit dem Winkel des stoßfreien Eintritts beginnt.

Die Vorausberechnung der Radleistung

unterliegt immer noch einer gewissen Unsicherheit, obwohl die Wissenschaft sich gerade mit dieser Aufgabe in neuerer Zeit besonders eingehend befaßt hat[9]). Soweit diese Arbeiten auf der Voraussetzung der idealen, d. h. reibungslosen Flüssigkeit beruhen, sind sie aber nur zur Gewinnung eines gewissen Einblicks in den Mechanismus der Strömung geeignet, weil bei Kreiselrädern, insbesondere solchen mit sich verlangsamender Strömung, die Wirbelablösung der wirklichen Flüssigkeit von der Wand, d. h. die Totraumbildung, das Bild durchgreifend ändert. Außerdem vermögen sie die verschiedenartige Zu- und Abführung des Wassers im Rad nicht zu berücksichtigen. Wie groß dieser Einfluß ist, zeigt Abb. 3, die auf dem Versuchsstand ermittelt ist. Hier sind die Förderhöhen, ebenso die Wirkungsgrade eines Rades von 435 mm Dmr. in Abhängigkeit der Wassermenge für die unter der Figur näher bezeichneten Einbauverhältnisse angegeben, nämlich bei Verwendung ohne und mit Leitrad, als ein- und doppelseitiges Laufrad und für die ein- und mehrstufige Pumpe, wobei die Schauflung und die Schaufelbreiten übereinstimmen. Dabei hat auch der Einlaufstutzen die verschiedenen bei diesen Bauarten üblichen Formen. Die großen Unterschiede im Verlauf der Förderhöhen zeigen, wie stark die Art der Zu- und Abführung des Wassers die Leistung beeinflußt. Dabei soll nicht unerwähnt bleiben, daß die Formgebung dieser Kanäle für die Erzielung kleinstmöglicher Widerstände bemessen ist, also nennenswerte Unterschiede in den Reibungshöhen nicht vorliegen.

Wenn sonach nur der Versuch in letzter Linie den richtigen Einblick zu gewinnen erlaubt, so können doch Rechnungsunterlagen, die dann naturgemäß nur Näherungscharakter haben können, nicht entbehrt werden. Eine größere Zahl von Beobachtungen der letzten Jahre scheint zu bestätigen, daß die elementare Turbinentheorie brauchbare Unterlagen liefert, wenn die Auseinanderstellung der Schaufeln durch Verwendung einer rechnungsmäßigen theoretischen Förderhöhe $H_{th\,\infty}$ (spezifischen Schaufelarbeit) an Stelle der wirklichen H_{th} berücksichtigt wird[10]), wobei

$$H_{th\,\infty} = H_{th} \left(1 + k \sin \beta_2 \frac{r_2^2}{z\,S}\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

(z = Schaufelzahl, r_2 der äußere Halbmesser des Laufrades, S das statische Moment des mittleren Wasserfadens im Meridianschnitt, k eine der verwendeten Bauart eigene Konstante, die insbesondere von der Art

[6]) „Hydraulische Probleme" S. 68 u. f. Neben der Größe σ kann … die Zahl $s = \frac{A - H_t - H_s}{u_2^2/2g}$ benutzt werden, die von *Föttinger*, …O. S. 61) vorgeschlagen ist und sich weniger stark mit der spezi…en Drehzahl ändern dürfte, als σ.

[7]) Literaturangabe Fußbemerk. 3 S. 115 und Forschungsarb. Heft …S. 84.

[8]) Vergl. die demnächst erscheinende Dissertation *Siebrecht*.

[9]) *Spannhake*, Hydraulische Probleme S. 180, *Pfleiderer*, Die Kreiselpumpen, *Sörensen*, Potentialströmungen durch Kreiselräder, Diss. Karlsruhe 1926, *Schilhansl*, Näherungsweise Berechnung von Auftrieb und Druckverteilung in Flügelgittern, Vortrag in der Wiss. Gesellsch. f. Luftfahrt, Wiesbaden 1927, *Schulz*, s. Fußbem. 2, *Busemann*, Z. f. ang. Math. u. Mech. Bd. 8 (1928) Nr. 5 S. 372.

[10]) Vergl. Hydraulische Probleme S. 201 ff., „Hütte" 2. Bd. 25. Aufl. S. 847 ff.; *Pfleiderer*, Die Kreiselpumpen S. 93.

der Leitvorrichtungen abhängt, und zwar bei Leitradpumpen zwischen 2 und 3, bei Spiralgehäusepumpen etwas höher liegt).

Es sei hier noch eine Bemerkung über die Größe H_{th} eingeschaltet. Für die ideale Flüssigkeit verläuft dieser Wert bei konstanter Drehzahl in Abhängigkeit von der Wassermenge V_x sowohl bei endlicher (H_{th}) als auch unendlicher Schaufelzahl ($H_{th\infty}$) als Gerade, sofern tangentiales Abströmen von den Schaufelspitzen angenommen wird. Die H_{th}- und $H_{th\infty}$-Gerade schneiden sich in einem Punkt Z, der nach neueren Feststellungen[11]) für die logarithmisch-spiralige Schaufel in einem bestimmten Abstand a unterhalb der V_x-Achse liegt, Abb. 4. Die Bestimmung der Größe a für den allgemeinen Fall ist bis heute noch nicht gelungen. Gl. (1) setzt einen Schnittpunkt Y auf der V_x-Achse voraus, wie gestrichelt eingetragen, was nur in Sonderfällen genau zutrifft. Die H_{th}-Linie der wirklichen Flüssigkeit ist aber überhaupt keine Gerade. Wie bei den Tragflügeln[12]) bilden sich nämlich auf der Saugseite der Schaufelenden Toträume x, Abb. 5, die eine Verkleinerung des wirksamen Schaufelaustrittswinkels β_2^*, also auch von H_{th} und im ganzen ein rascheres Abfallen der H_{th}-Linie gegenüber dem tangentialen Abströmen bedingen. Der Unterschied $\beta_2 - \beta_2^*$ ist nun mit V_x veränderlich, so daß das der geradlinigen H_{th}-Linie zugrunde liegende tangentiale Abströmen selbst bei Annahme einer ideellen Schaufel nicht bestehen bleibt.

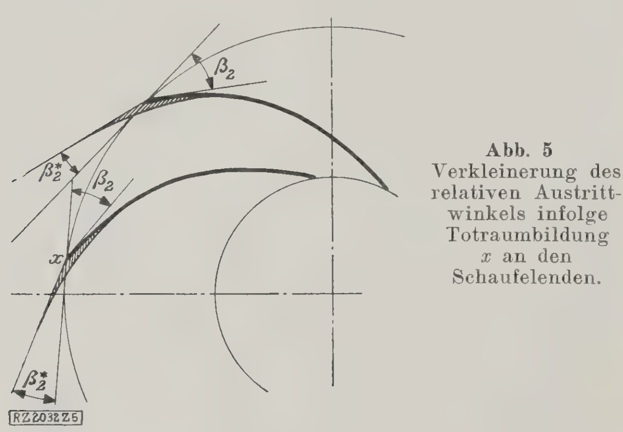


Abb. 5
Verkleinerung des relativen Austrittwinkels infolge Totraumbildung x an den Schaufelenden.

Man versteht unter H_{th} entweder die theoretische Förderhöhe, bestimmt durch die Drallzunahme im Rad aus der Eulerschen Gleichung (Impulssatz) oder die spezifische Schaufelarbeit. Obwohl der Impulssatz auch für die reibungsbehaftete Strömung gilt, sind beide Werte für die wirkliche Flüssigkeit nicht identisch. Bestimmt man nämlich die H_{th}-Werte durch den Versuch als die auf 1 kg Förderflüssigkeit entfallende Schaufelarbeit, indem man also die Rad- und Lagerreibung sowie den Spaltverlust aus der gemessenen Antriebarbeit ausscheidet, so erhält man weit größere Abweichungen, als sie nach den vorstehenden Überlegungen gerechtfertigt sind. In Abb. 6 ist der Verlauf angegeben, wie er für ein und dasselbe Rad bei Verwendung verschiedener Leitvorrichtungen, die alle in eine und dieselbe Pumpe eingebaut werden, erhalten wurde[13]). Linie a bezieht sich auf feste Leitschaufeln, b auf den glatten Leitring ohne Leitschaufeln, c auf drehbare Leitschaufeln, d auf den Spaltschieber. In den Fällen c und d sind die Leitschaufel- bzw. Spaltschieberweite bei jeder Liefermenge stets auf den besten Gesamtwirkungsgrad eingestellt. Ferner sind eingetragen die Liefermenge für stoßfreien Laufradeintritt und die Liefermenge besten Wirkungsgrades der Pumpe mit festen Leitschaufeln, ebenso zum Vergleich die Linie $H_{th\infty}$. Man sieht, daß die Verhältnisse nach Abb. 4 keinesfalls gewahrt bleiben und die Versuchslinien bei kleinen Wassermengen die Linie $H_{th\infty}$ sogar überschneiden, um asymptotisch an Ordinatenachse heranzulaufen. Die starke Krümm der aufgenommenen Linien nach oben kann nun d die oben besprochene Totraumbildung allein nicht klärt werden. Es ist auch nicht möglich, daß die so mittelten Werte mit den aus dem Impulssatz err neten

$$H_{th} = \frac{\omega}{g}\left(r_2\, c'_{2u} - r_1\, c_{ou}\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; .$$

der auch für die reibungsbehaftete Strömung gilt, i tisch sind, denn sonst würden sich bei kleinen Was mengen undenkbar große Umfangskomponenten c'_{2u} austretenden Flüssigkeit einstellen. Die erhalte Werte seien deshalb zur Unterscheidung mit H_{th_L} zeichnet.

Der Unterschied wird nur verständlich, wenn zusätzliche Reibungsverluste, etwa v Charakter der Radreibung angenommen w den, die in dem von der Wellenleistung gemachten zug nicht enthalten sind und mit abnehmender För menge stark zunehmen. Die Entstehung dieser zusä lichen Verlustströmung kann aus dem S mungsbild der reibungslosen Flüssigkeit für kl Durchflußmengen erklärt werden, da die Übereinan lagerung der Verdrängungs- mit der Zirkulationss

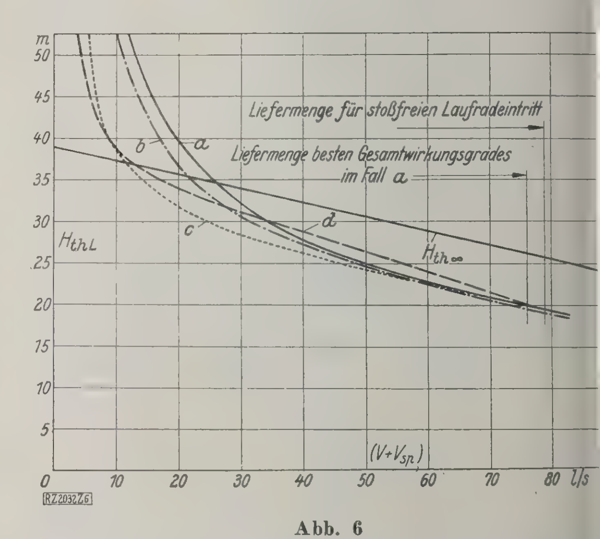


Abb. 6
Verlauf der auf 1 kg Wasser bezogenen Schaufelarbeiten H_{th_L} für ein und dasselbe Rad von 415 mm Dmr. bei verschiedenen Leitvorrichtungen im gleichen Pumpengehäuse, wobei sich bezieht:

a auf ein festes Leitrad normaler Eintrittsweite
b „ den glatten Leitring ohne Leitschaufeln
c „ drehbare Leitschaufeln (auf besten Pumpenwirkungsgrad eingestellt)
d „ den zylindrischen Spaltschieber e, Abb. 6a (Punkte besten Gesamtwirkungsgrades)
$H_{th\infty}$ auf ein (gedachtes) Rad mit unendlich vielen Schaufeln in der idealen Flüssigkeit

e

Abb. 6a

mung ein Strömungsbild mit starken Verzögerun und Beschleunigungen des zwischen dem Spaltraum Laufrad ausgetauschten Wassers ergibt, die bei der w lichen Flüssigkeit ohne Wirbel- und Totraumbild d. h. ohne zusätzliche Verluste nicht denkbar sind. D Zusatzströmung legt sich um den Radumfang gewis maßen wie ein Bremsband herum, das mit abnehmen Liefermenge immer stärker angezogen wird und de Bremswirkung bei der normalen Wassermenge w scheinlich gleich null gesetzt werden kann.

Sie wird, wie aus den Verschiedenheiten der Linie bis d, Abb. 6, ersichtlich ist, von der Art der Was führung hinter dem Rad stark beeinflußt. Sie ist größten bei festen Leitschaufeln, erheblich kleiner b schaufellosen Ringraum (b). Die drehbaren L schaufeln (c) haben den kleinsten Zusatzverlust,

[11]) s. Fußbem. [2]) S. 6 u. f., ferner *Busemann*, Fußbem. [8]).
[12]) Vergl. z. B. *Betz* in *Geiger-Scheel*, Handbuch der Physik 7. Bd., Berlin 1927, S. 222.
[13]) Nach Versuchen an einer Drehschaufelpumpe der Maffei-Schwartzkopff-Werke in dem Laboratorium für Dampfmaschinen und Pumpen der Technischen Hochschule Braunschweig. Näheres Diss. *Siebrecht*.

· bei kleinen Liefermengen noch vom Spaltschieber · unterschritten wird. Das günstige Verhalten der en beiden Regelungsarten bei Leerlauf erklärt sich us, daß die geschlossenen Drehschaufeln ebenso wie Spaltschieber sich als glatte Fläche dicht um das frad herumlegen und Austauschströmungen weitend unterbinden.

Diese Beobachtungen geben Veranlassung, einige nerkungen über die verschiedenen Regegsarten von Kreiselpumpen, insbesondere die hschaufelregelung, einzuschalten.

Regelung von Kreiselpumpen

Bei der am häufigsten angewendeten Regelung durch osselung ist für irgendeinen Betriebspunkt B, o. 7, der auf der Kennlinie DE der Rohrleitung liegen ß, die Vernichtung der überschüssigen Druckhöhe BC Drosselorgan nötig, so daß der Wirkungsgrad JL n im Verhältnis $JB : JC$ auf JK verkleinert. Die rve der maßgebenden Wirkungsgrade ergibt sich nit als die Linie OKF, die offenbar erheblich niezer liegt als die für die ungedrosselte Pumpe gelde Linie I.

Ist bei der Regelung durch Änderung der ehzahl der Verlauf der maßgebenden Wirkungsgrade bestimmen, Abb. 8, so liegt es nahe, den zum Betriebskt B zugeordneten Punkt C auf der für eine be-

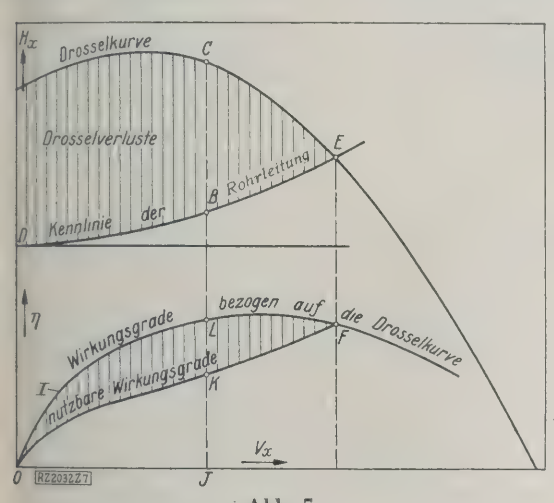


Abb. 7
Regeln von Kreiselpumpen durch Drosselung.

mmte Drehzahl n gegebenen Drosselkurve durch Einichnen der Parabel OBC aufzusuchen und den zu C hörigen Wirkungsgrad JG aus der Wirkungsgradrve I der Pumpe als den gesuchten Wert entsprechend $J = KL$ zu entnehmen. Man kann aber das Zeichen r Parabel OBC sparen und gleichzeitig auch die zu B ehörige Drehzahl n_1 erhalten, wenn man das Konuenzgesetz benutzt[14]).

Die nutzbaren Wirkungsgrade verlaufen bei dieser gelungsart, wie der Vergleich mit Abb. 7 lehrt, wentlich günstiger als bei Drosselregelung und für einen eiten Bereich sogar über der Linie der Wirkungsade I, bezogen auf den ungedrosselten Wasserstrom.

Bei der Regelung durch Drehung der eitschaufeln glaubt man die Vorteile in der Mögchkeit der Vermeidung des Eintrittstoßes in das Leitd suchen zu sollen. Dies trifft nicht zu. Würde die eistungsaufnahme des Laufrades die gleiche wie bei ststehenden Leitschaufeln sein, d. h. die Linie der H_{th} nverändert bleiben, was nach der elementaren Tur-

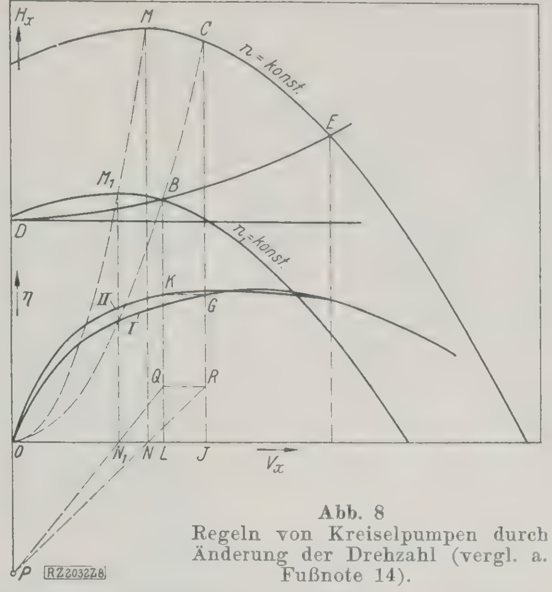


Abb. 8
Regeln von Kreiselpumpen durch Änderung der Drehzahl (vergl. a. Fußnote 14).

Linie I Wirkungsgrade bei unveränderter Drehzahl n, bezogen auf die Drosselkurve
Linie II Wirkungsgrade bei sich ändernder Drehzahl, bezogen auf die verlangten Förderhöhen gemäß der Rohrleitungskennlinie DE

binentheorie zutreffen sollte und auch bisher in der Literatur als zutreffend angenommen wurde, so müßte der durch den verminderten Leitschaufelstoß erzielte Gewinn an Förderhöhe durch verstärkte Drosselung hinter der Pumpe wieder vollständig vernichtet werden, da er nicht verwertet werden kann.

Die Förderhöhe der ungedrosselten Drehschaufelpumpe, Linie GH in Abb. 9, würde bei dieser Annahme um die Ordinaten der Parabel LVK des Leitradstoßverlustes über der Förderhöhe der Pumpe mit feststehenden Schaufeln (Linie FA_1E) liegen, z. B. $JJ_1 = AA_1$. Da aber die Kennlinie der Rohrleitung (Linie DE) die verlangten Förderhöhen vorschreibt, so vergrößert sich eben die Drosselfläche der Abb. 7 um diesen scheinbaren Gewinn. Wird nur mittels der Drehschaufel, also ohne Drosselschieber, geregelt, so müssen die Leitschaufeln auch als Drosselorgane wirken und können deshalb auf stoßfreien Eintritt — abgesehen von der nor-

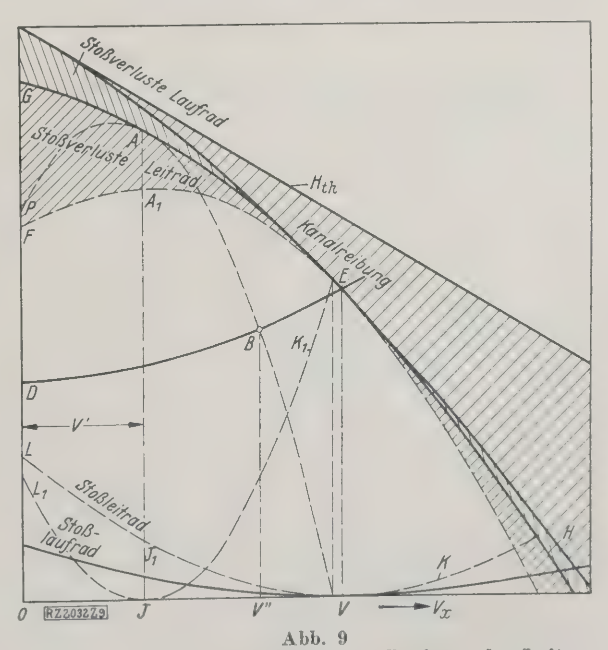


Abb. 9
Regeln von Kreiselpumpen durch Drehung der Leitschaufeln bei konstanter Drehzahl, Schaufelarbeit H_{th} unabhängig von der Leitschaufelstellung.

[14]) Verschiebt man nämlich die Drosselkurve parallel mit sich so, ß der höchste Punkt M längs der Parabel OM wandert und ist M_1 die ge von M für die durch B gehende Drosselkurve, so geben die Abssen ON und ON_1 von M und M_1 in einem unveränderlichen aßstab die zugehörigen Drehzahlen n und n_1 an. Da anderseits die Abssen der Punkte C und B sich auch wie n zu n_1 verhalten, so ergibt h folgende einfache Bestimmung von GJ:

Man verbinde einen beliebigen Punkt P der Ordinatenachse mit den ßpunkten N und N_1 von M und M_1 und ziehe durch den Schnittpunkt von PN_1 mit der Ordinaten von B die Wagerechte bis zum Schnittnkt R mit PN. Die Senkrechte durch R gibt nun den Punkt G.

malen Wasserlieferung — **überhaupt nicht eingestellt werden**, wie auch folgende Betrachtung zeigt.

Hält man eine bestimmte Leitschaufelstellung fest, die einen stoßfreien Leitradeintritt bei der Wassermenge $V' = \overline{OJ}$ und die Stoßparabel $L_1 J K_1$ des Leitradstoßes[15]) ergibt, so bekommt man nach Abzug dieser Stoßverluste von den Ordinaten der Linie *GEH* als zugehörige Drosselkurve die Linie *PAB*. Der im Schnitt mit der Rohrleitungs-Kennlinie liegende Betriebspunkt *B* zeigt, daß die Durchflußmenge V'' stets wesentlich größer ist als die des stoßfreien Leitradeintritts V'. Die Drosselkurve *GEH* des stoßfreien Leitradeintritts ist offenbar die Umhüllende der zu den einzelnen Leitschaufelweiten gehörigen Drosselkurven *PAB*.

Der Gewinn durch die Drehbarkeit der Leitschaufeln beruht bei unveränderlicher Drehzahl einzig und allein auf der im Anschluß an Abb. 6 besprochenen Verkleinerung der Leistungsaufnahme des Laufrades, **mit der die Vermeidung des Leitradstoßes nichts zu tun hat**. Abb. 10 veranschaulicht den Kraftbedarf der vier verschiedenen Fälle, die Abb. 6 zugrunde liegen, wobei aber jetzt die gleichzeitig eingetragene Rohrleitungskennlinie zugrunde gelegt ist. Ein einwandfreier Vergleich ist ja nur möglich, wenn ein mit der Wirklichkeit im Einklang stehender Förderhöhenverlauf vorliegt.

Bemerkenswert ist, daß der Spaltschieber, d. h. ein ausgesprochenes Drosselmittel, von nicht zu übertreffender Einfachheit, bei kleiner Teillast den Drehschaufeln gleichwertig ist und bei Leerlauf sogar die geringste Energie braucht. Für die untersuchte Pumpe beträgt der Leerlaufbedarf bei festen Leitschaufeln 38,5 vH, beim schaufellosen Ringraum 35 vH, bei den Drehschaufeln 24,2 vH und beim Spaltschieber 19,8 vH des Kraftbedarfs bei voller Last.

Nur wenn man die Drehschaufelregelung mit der Änderung der Drehzahl verbindet, ist es bei jeder Wasserliefermenge möglich, die Drehschaufeln auf stoßfreien Leitradeintritt ohne zusätzliche Drosselung einzustellen. Dieser Fall stellt den denkbar günstigsten dar, da sich die geringe Leistungsaufnahme und die Stoßfreiheit mit den Vorteilen der Drehzahländerung vereinigen.

[15]) Nach *Pfleiderer*, Die Kreiselpumpen, S. 131, beträgt dieser Stoßverlust

$$h_{s_2} = \frac{\varphi}{2g}\left(1 - \frac{V}{V'}\right)^2 \left(\frac{u_2}{1+p}\frac{r_2}{r_4}\right)^2$$

worin V' die der augenblicklichen Leitradweite entsprechende stoßfreie Wassermenge, also $\overline{OJ}$ in Abb. 9, r_2 bzw. r_4 die Halbmesser des Laufradumfanges bzw. Leitradeintritts und φ ein Zahlenwert etwa zwischen 0,6 und 0,7, $1 + p$ der Klammerausdruck in Gl. (1) ist.

Für eine erschöpfende Beurteilung der Drehscha regelung ist aber auch ihr betriebliches Verhalten Bedeutung. Während bei der Francis-Turbine das Wa in die Drehschaufeln mit kleinster Geschwindigkeit gleichmäßiger Strömung eintritt, so daß die Schaufeln einer ruhenden Last ausgesetzt sind, tritt es bei der Pu am Ort der größten Geschwindigkeit mit einer durch Vorbeistreichen der Laufschaufeln bedingten pulsieren Strömung ein. Dadurch geraten die beweglichen Schau leicht in Schwingungen, die durch das unvermeidliche S in den Gelenken des Verstellgetriebes und die schla Ausführung der Schaufelspitzen begünstigt werden eine vorzeitige Abnutzung der Lagerstellen sowie ei unruhigen Gang bedingen. Aus diesem Grunde ko der Drehschaufel bei der Kreiselpumpe in erster L die Bedeutung einer rasch zu betätigenden Absch vorrichtung zu[16]).

In einem zweiten Aufsatz, der in einer der näch Nummern dieser Zeitschrift erscheinen soll, werde ich neuesten Bauformen von Kreiselpumpen behandeln.

[16]) Vergl. a. Escher-Wyß-Mitteilungen 1928 Heft 3 S. 76.

[B 2032 a]

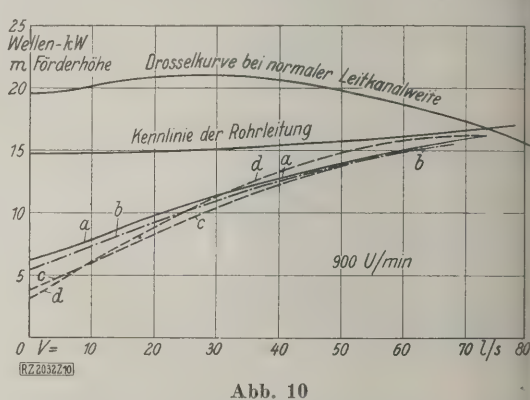


Abb. 10
Kraftbedarfslinien eines und desselben Rades von 415 mm Dmr. unter Zugrundelegung eines bestimmten Förderhöhenverlaufes (Kennlinie der Rohrleitung) bei folgenden Arten der Regelung:

a Drosseln des Schiebers in der Druckleitung bei normaler Leitkanalweite (19,5 mm)
b Drosseln des Schiebers in der Druckleitung bei glattem Leitring
c Drehen der Leitschaufeln
d Verstellen eines Spaltschiebers (vergl. Abb. 6a)

Das Instill-Benzol-Raffinierverfahren

Das Wesentliche des Instill-Verfahrens[1]) gegenüber dem sauren Verfahren ist die Verwendung eines besonders geeigneten Absorptionsmittels an Stelle des Vitriolöles. Dieses Absorptionsmittel, das aus der Mischung einer absorbierenden Erde mit einer bestimmten Art von Eisensulfat besteht, hat eine ähnliche Wirkung wie Schwefelsäure, ist aber viel milder. Während es die harzbildenden und schädlichen Schwefelverbindungen beseitigt, werden die wertvollen ungesättigten Kohlenwasserstoffe nur leicht angegriffen, gleichzeitig werden die Harze und der freie Schwefel von dem Absorptionsmittel aufgenommen, weshalb der Vorlauf, der bei dem sauren Verfahren durchaus notwendig ist, wegfällt. Das saure und das Instill-Verfahren verlaufen nach nebenstehender Zusammenstellung.

Beim Instill-Verfahren werden also wie beim sauren Verfahren zuerst die Basen ausgewaschen, da sie leicht Verbindungen mit dem Raffiniermittel eingehen und es flockig und weniger wirksam machen. Nachdem die Pyridinsäure abgelassen ist, wird nicht mit Wasser nachgewaschen, sondern das Rohöl wird mittels einer in dem Wascher angebrachten Heizschlange unmittelbar auf etwa 55 °C erwärmt, bei welcher Temperatur die Reaktion leicht vor sich geht. Während des Erwärmens wird bereits ein Teil des Raffiniermittels zugesetzt und der Inhalt des Waschers in ständiger Bewegung gehalten, solange sich das Raffiniermittel darin befindet. Die Menge des zugesetzten Raffiniermittels ändert sich mit den Verhältnissen,

[1]) The Iron and Coal Trades Review Bd. 117 (1928) S. 719.

Saures Verfahren	Instill-Verfahren
Rohstoffe	Rohstoffe
Auswaschen der Basen 1 h	Auswaschen der Basen
Auswaschen m. Wasser 0,5 h	Behandlung mit dem Absorptionsmittel .
Erste Destillation . . . 30 h	Filtrieren 1,
Vorlauf — Waschöl Naphthalin	Neutralisieren . . . . .
Auswaschen mit Säure	Waschöl Naphthalin — Kraftspiri Lösung mittel
Auswaschen mit Wasser	
Neutralisieren	
Kraftspiritus — Harzrückstände	

man kann jedoch mit der Hälfte des Gewichtes der be sauren Verfahren zugesetzten Säure rechnen. Die Bewegu des Inhaltes des Waschers wird so lange fortgesetzt, das Rohöl vollkommen raffiniert ist, was ungefähr 1. dauert. Ein kleiner Kondensationstopf auf dem Wasc verhindert etwaige Verdampfungsverluste. Wenn das Ra nieren beendet ist, läßt man den Inhalt des Waschers du ein Filter laufen, um das Raffiniermittel von dem ra nierten Spiritus zu trennen. [N 2348] Ste

Getreidemühlen

Von Dir. Ing. E. M. MELLER, Gewerbestudienrat, Dippoldiswalde

(Schluß von S. 44)

Walzenstühle

In den großen Mühlen hat ›r Walzenstuhl, Abb. 26 und 27, ›n alten Mahlgang fast ganz ›rdrängt; nur zum Ausstreifen ›s letzten Mehles aus den Scha›n (Kleieausmahlen) findet man ›i noch zuweilen. Man unter›heidet Stühle mit Riffelwal›n und solche mit Glattwalzen. ›stere dienen in der Weizen›üllerei nur der Schrotarbeit, ›h. dem allmählichen Zerklei›rn der Körner ohne wesent›he Mehlbildung. Die Haupt›odukte dabei sind: Grieße und ›nste und bei der letzten ›hrotung auch Kleie. Die Wal›n bestehen aus bestem, zähem ›rtguß, damit glatte Riffel›hneiden entstehen. Die Riffeln ›üssen neben einer bestimmten ›hn-(Riffel-)Form einen ent›rechenden Drall haben. Bei›s muß man der fortschreiten›n Zerkleinerung anpassen, ›amit zwecks Verminderung der ›ehlbildung eine in der Haupt›che schneidende Wirkung erreicht wird, wählt man ›der Weizenschroterei eine große Riffelsteigung (geringer ›rall) von 6 bis 14 vH und kleine Schneidenwinkel ($\alpha = 85$ ›s 95°), Abb. 28 und 29.

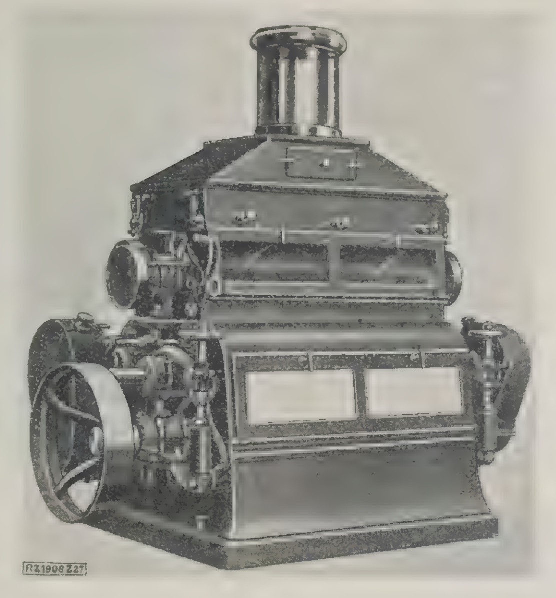


Abb. 26
Doppelwalzenstuhl.

In der Weizenmüllerei haben die Walzen gleichen ›urchmesser von 220 und 250 mm, seltener 300 mm, be›nders in Mühlen, in denen man auf den gleichen Stühlen ›ch gelegentlich Roggen schroten will. Die Walzen haben ›rschiedene Umdrehungszahlen, die sich verhalten wie ›: 2 bis 1 : 2,75. In Deutschland verwendet man zur Über›agung in Öl laufende Stirnräder mit Schrauben- oder ›inkelzähnen, die zwecks geräuschlosen Laufes genau be›beitet sein müssen. Die Walzen werden noch nicht ein›itlich angeordnet, doch werden die meisten Walzenstühle ›eute mit schräg übereinander gelagerten Walzen ausgeführt, wobei die Speisung, d. i. die Leitung des Mahlgutes in die eigentliche Mahlzone, besonders zu beachten ist. Im allgemeinen bevorzugt man heute die sogenannte unmittelbare Speisung, d. h. das Mahlgut wird in den Mahlspalt ohne Leitbleche geführt, obwohl man bei richtiger Ausführung der Leitbleche in Form und Material, etwa nach der Art der Leitschaufeln in Turbinen, sicher eine noch bessere Führung des Mahlgutes erreichen könnte. Das Getreide soll möglichst schleierförmig zugeführt werden, was man heute fast ausnahmslos mittels zweier Speisewalzen, einer Zubringe- und einer Verteilwalze, bewirkt. Mit Hilfe eines einstellbaren Speiseschiebers kann man die Menge regeln.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil des Walzenstuhles ist die Einstellvorrichtung der Walzen, die mit der Anpreßvorrichtung verbunden ist, Abb. 30. Das Anpressen, d. h. der erforderliche Walzdruck, erfolgt durch einstellbare Federn. Die Einstellvorrichtung der Walzen besteht aus einer Stellvorrichtung für die Walzenentfernung, man spricht von Hochmahlen bei größerer Walzenentfernung, von Flachmahlen bei enger Walzenstellung, und der Einrichtung zur genauen Parallelstellung der Walzen (Feineinstellung). Bemerkenswert sind noch die Einrichtungen zum Schonen der Walzen bei Leerlauf, d. h. beim Aufhören des Mahlgutzulaufes und kurz vor dessen Beendigung. Sie bestehen in einer Vorrichtung zur Entfernung der Walzen voneinander; diese wird betätigt durch eine Klappe, die bei Entlastung vom Mahlgutdruck im Speisebehälter in Tätigkeit tritt. In Verbindung damit steht die Ausrückvorrichtung der Kupplung des Speisewalzenantrie-

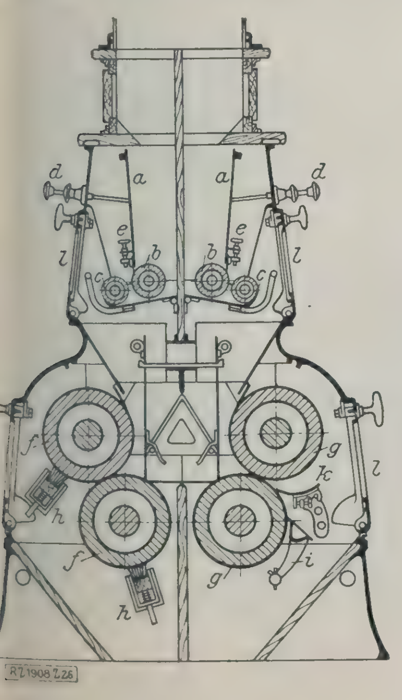


Abb. 27
Doppelwalzenstuhl mit schrägliegenden Walzen.

a Speiseklappen
b Zubringe-Speisewalzen
c Verteilwalzen
d Speisedruckregler
e Speisespaltregler
f Schrotwalzen
g Glattwalzen
h Reinigungsbürsten
i Abstreifer
k Staumulde
l Beobachtungstüren

Abb. 28 und 29. Riffelung der Schrotwalzen.
a Schneidewinkel *s* Schneide *r* Rücken

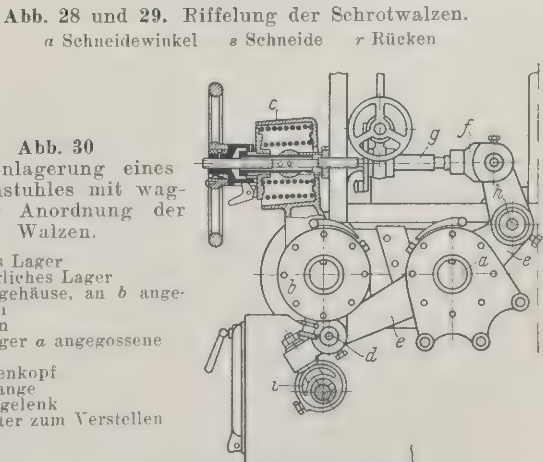


Abb. 30
Walzenlagerung eines Walzenstuhles mit wagrechter Anordnung der Walzen.

a Festes Lager
b bewegliches Lager
c Federgehäuse, an *b* angegossen
d Bolzen
e an Lager *a* angegossene Arme
f Stangenkopf
g Zugstange
h Kugelgelenk
i Exzenter zum Verstellen von *b*

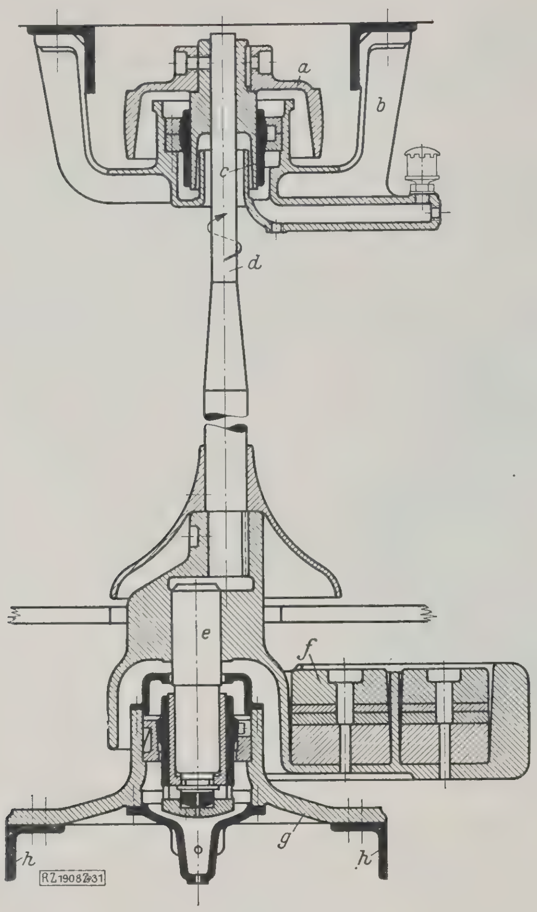


Abb. 31
Antrieb eines Plansichters mit festem Schwunggewicht.

a Antriebscheibe
b Deckenaufhängung
c kugelbewegliche Lagerschale
d Antriebwelle
e Kurbelzapfen
f Schwunggewicht
g Stützlager
h Plansichterrahmen

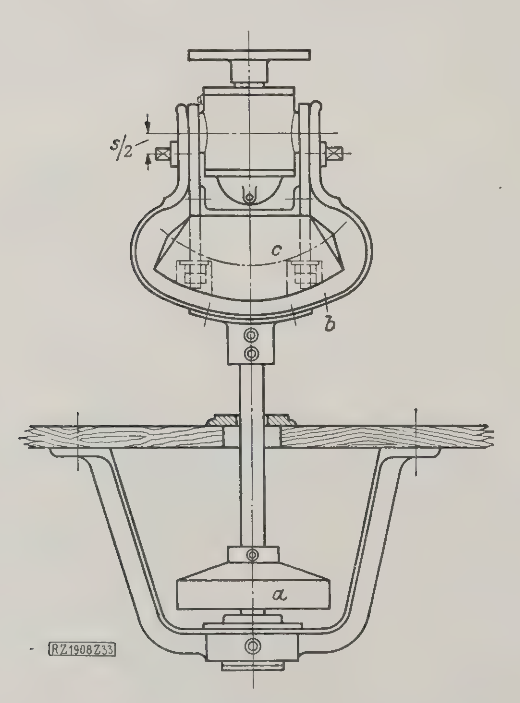


Abb. 33
Antrieb eines Plansichters mit pendelndem Schwunggewicht.

a Antriebscheibe
b Antriebbügel
c Schwunggewicht
$s/2$ halber Plansichterhub

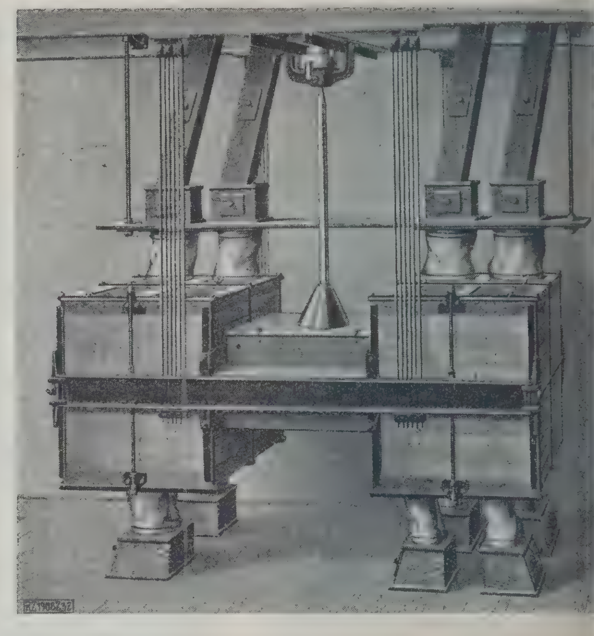


Abb. 32
Plansichter mit festem Schwunggewicht.

bes, die noch mit einer Signalglocke in Verbindung ste Die Riffelwalzen werden mittels Bürsten, die Glattwalz mittels messerartiger Abstreifer reingehalten.

Sehr umstritten ist die Frage, ob man die angetriebe schnellaufende Walze oben oder unten anordnen soll. Zw fellos bietet die letztgenannte Anordnung wesentliche V teile. Erstens wird das Kippmoment der wagerecht Seitenkraft (Horizontalkomponente) des fast stets schrä gerichteten Riemenzuges kleiner, so daß der Stuhl selbst leichterer Bauart ruhiger arbeitet. Zweitens wird das Mal gut, da man auf die raschlaufende Walze speist, schnell eingezogen, so daß die Leistung des Stuhles größer wi Man kann infolgedessen den Stuhl bei gleicher Leistung geringerer Drehzahl, also ruhiger, arbeiten lassen.

Plansichter

Von den Schrotstühlen gelangt das Gesamtmahlprodu zu den Sichtmaschinen, in großen Mühlen fast ausnahmsl Plansichter, worin mit Hilfe vieler übereinander liegend Siebe die weiterzuschrotenden Übergänge von den Grieße Dunsten und Mehlen abgesichtet und diese dabei häufig no in mehrere Sorten getrennt werden. Während bei d Walzenstühlen noch größere Unterschiede im Aufbau, z. Walzenlage, Antrieb, Speisung u. a. vorhanden sind, si die Plansichter schon sehr einheitlich ausgebildet. N nach dem Ausgleich der Kräfte der schwingenden u kreisenden Massen gehend, könnte man unterscheiden:

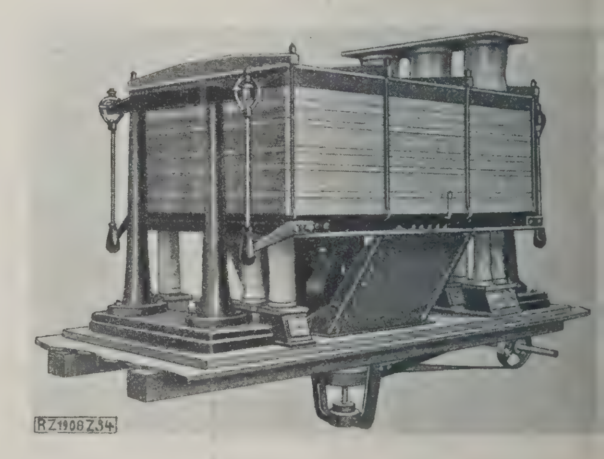


Abb. 34
Plansichter mit pendelndem Schwunggewicht.

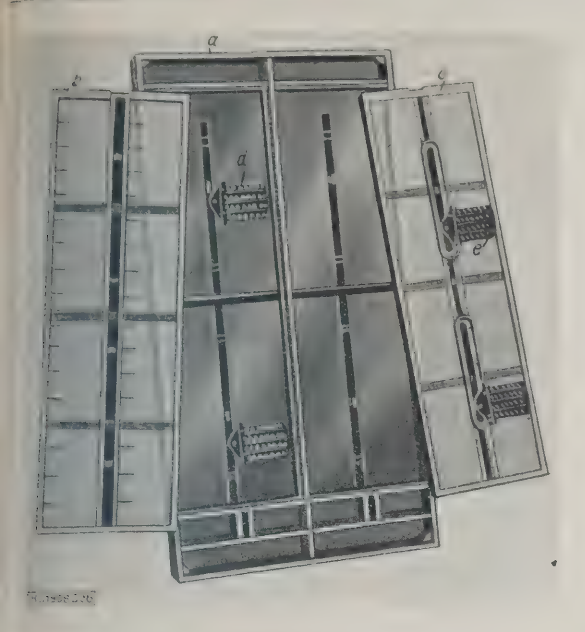


Abb. 36
Zweiteiliger Siebrahmen für Großplansichter mit geteiltem Bürstenlauf.

a Siebrahmen *b* Einlegesieb mit Prallblechen (Oberseite) *c* Einlegesieb mit Bürstenführung (Unterseite) *d* Bürste mit Rollzapfen (Oberseite) *e* Bürste mit Stützborsten (Unterseite)

1. Plansichter mit festem Schwunggewicht, Abb. 31 und 32,
2. Plansichter mit pendelndem Schwunggewicht, Abb. 33 und 34,
3. Plansichter, bei denen die beiden Hälften gegeneinander schwingen und so den Massenausgleich bewirken, Abb. 35.

..ie einzelnen Siebrahmen, jetzt meist mit auswechsel..ren Sieben, Abb. 36 und 37, werden übereinander ange..dnet und dicht aufeinandergeschraubt. Für die Schrot..ergänge benutzt man im allgemeinen Drahtgewebe, für ..e Grieße und Dunste zieht man besonders starke Seiden..webe (Grießgaze) vor und benutzt seltener entspre..ende Bronzegewebe. Für die Mehlsiebe wird fast all..mein Seidengaze benutzt. Selbstverständlich müssen ge-

a Siebrahmen
b Oberseite des Siebes
c Unterseite des Siebes
d Bürstenführung
e Reiterbürste



Abb. 37
Dreiteiliger Siebrahmen, Mittelsieb eingelegt, Außensiebe abgenommen.

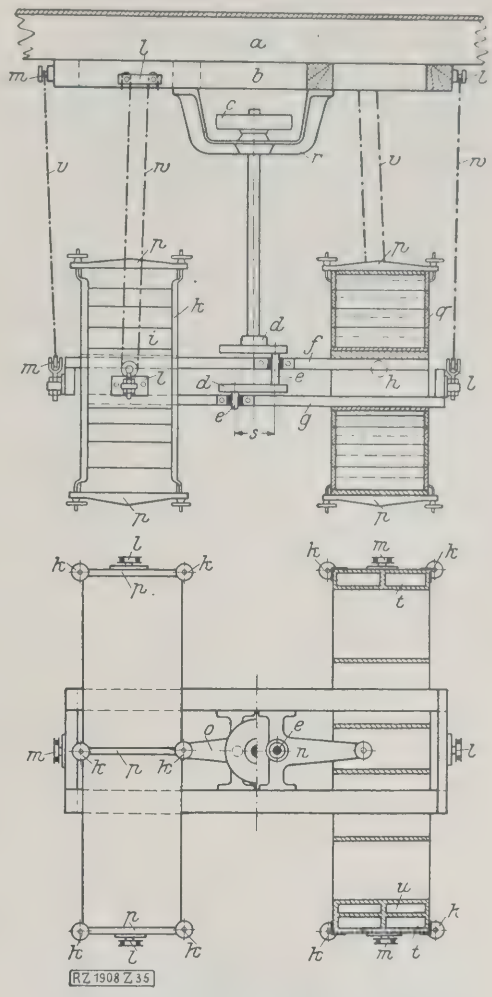


Abb. 35 und 35a
Plansichter mit Massenausgleich durch Gegeneinanderschwingen der beiden Hälften.

a Deckenbalkenlage
b Aufhängerahmen
c Antriebscheibe
d Kurbelscheiben
e Kurbelzapfen
f Rahmen der rechten Sichterhälfte
g Rahmen der linken Sichterhälfte
h rechte Sichterhälfte im Schnitt
i linke Sichterhälfte in Ansicht
k Verspannungen
l Aufhängungen der rechten Sichterhälfte
m Aufhängungen der linken Sichterhälfte
n Antrieblager der rechten Sichterhälfte
o Antrieblager der linken Sichterhälfte
p Spannholme
q Einzelsichtrahmen
r Aufhängelager für die Antriebwelle
s Sichterhub
t Durchlaufkanäle
u Überführungskanäle
v Drahtseil für die Aufhängung der linken Hälfte
w Drahtseil für die Aufhängung der rechten Hälfte

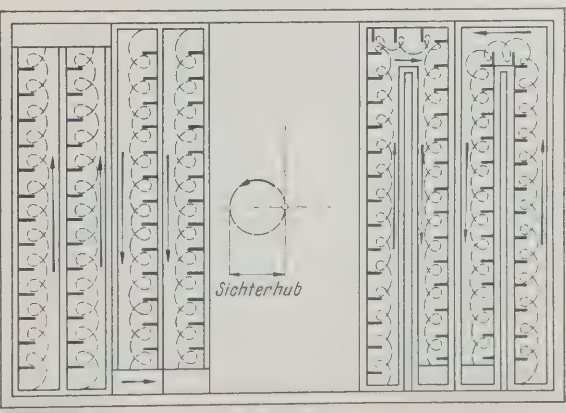


Abb. 38
Bewegung des Sichtgutes in einem Plansichterrahmen mit Prallblechen.

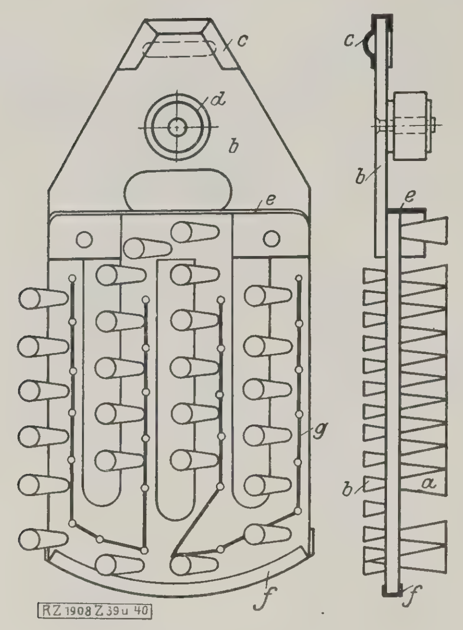


Abb. 39 und 40
Plansichterbürste mit Rollzapfen.

a Reinigungsbüschel
b Stützborsten
c Gleitkufe
d Rollzapfen
e Führung
f Verstärkungsbleche
g Bindedraht

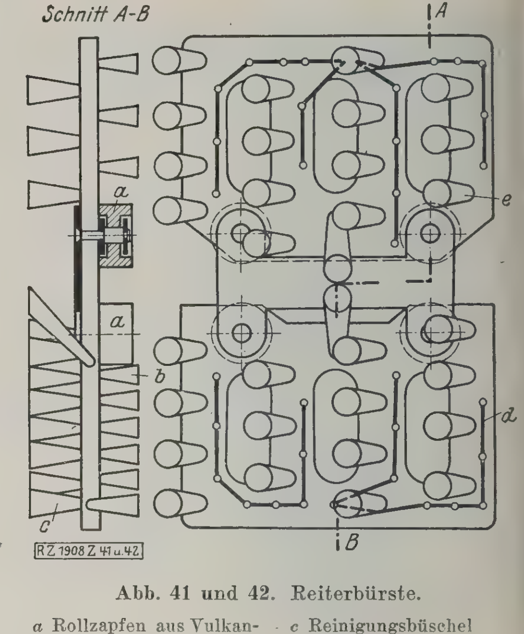


Abb. 41 und 42. Reiterbürste.

a Rollzapfen aus Vulkanfiber
b Stützborsten
c Reinigungsbüschel
d Bindedraht

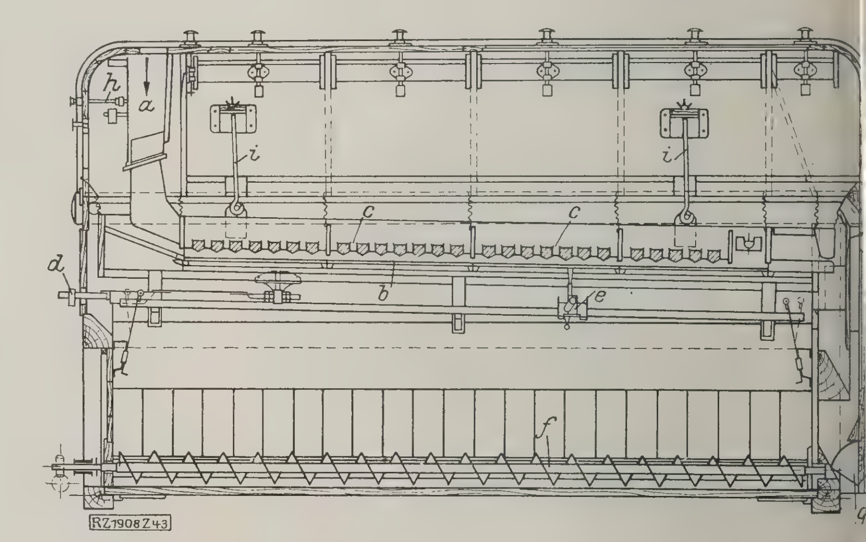


Abb. 43
Schnitt durch eine Grießputzmaschine.

a Grießeinlauf
b Plansieb mit vier Abteilungen
c Fangkanäle für die Flugkleie
d Exzenterantrieb des Siebes
e Siebreinigungsbürste mit selbsttätiger Umkehrbewegung
f Sammelschnecke für geputzte Grieße
g Auslauf der Köpfe
h Speiseregelung
i regelbare Siebaufhängung

eignete Leitkanäle in den Sichtern vorhanden sein. Das Sichtgut wird durch Prallbleche, Abb. 38, auf den Sieben fortbewegt. Für das Reinhalten der Siebe benutzt man teilweise sogenanntes Putzgut, z. B. Weizenkörner, Gummikugeln, Gummiwürfel usw., das mit dem Sichtgut die Siebe durchläuft, hinter dem letzten Sieb abgesiebt und durch geeignete schiefe Ebenen wieder auf das erste Sieb gehoben wird. In Deutschland wendet man diese Siebreinigung nur sehr selten an, weil damit nur die Sieboberfläche reingehalten wird, während bei dem deutschen weichen Weizen sich besonders auch Sichtgut an die Unterseite der Siebe anhängt. Man bevorzugt daher in Deutschland die Bürstenreinigung. Eine Bürste bewegt sich unter den Sieben so, daß die schräggestellten Borsten sowohl die Maschen reinigen als auch die Bürste fortbewegen. Die Bürsten werden bei den meisten Plansichtern mittels Rollzapfen, Abb. 39 und 40, geführt. Eine andre Art sind die Reiterbürsten, Abb. 41 und 42. Andere Ausführungen haben sich nicht durchgesetzt.

Putzmaschinen

Von den Plansichtern gehen nun die verschiedenen Schroterzeugnisse verschiedene Wege, so z. B. die feineren Grieße und Dunste zu einem Sortierplansichter, der sich von einem normalen Plansichter nur durch die Siebbespannungen unterscheidet und das Sichtprodukt in mehr oder weniger viele Arten trennt. Die großen Grieße fallen durch Kanäle in die Grießputzmaschinen, Abb. 43 und [4]. Mittels Siebe werden die Grieße in 3 bis 5 Größen [ge]trennt, Windströme heben die mit Schalenteilchen behaftet[en] Grieße, sogenannte Köpfe oder Koppen, an die Oberfläch[e], während die reinen Grieße durch die Siebe fallen. [Die] Köpfe schwimmen also sozusagen auf den reinen Grieß[en] über die Siebe dem Auslauf zu. Die leichten Teile (Flu[g]kleie) werden durch enge Kanäle zwischen Fangrinnen z[u]nächst in einen weiten Raum gehoben, fallen dann be[i]

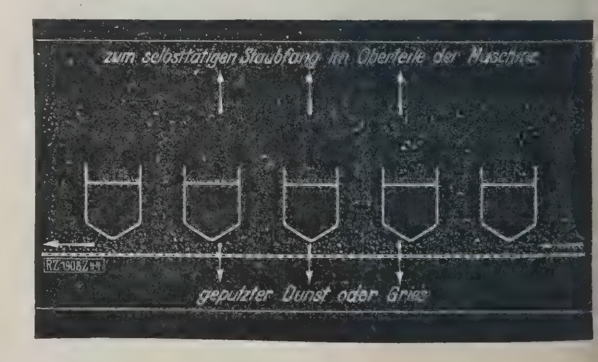


Abb. 44
Stoffbewegung in der Grießputzmaschine.

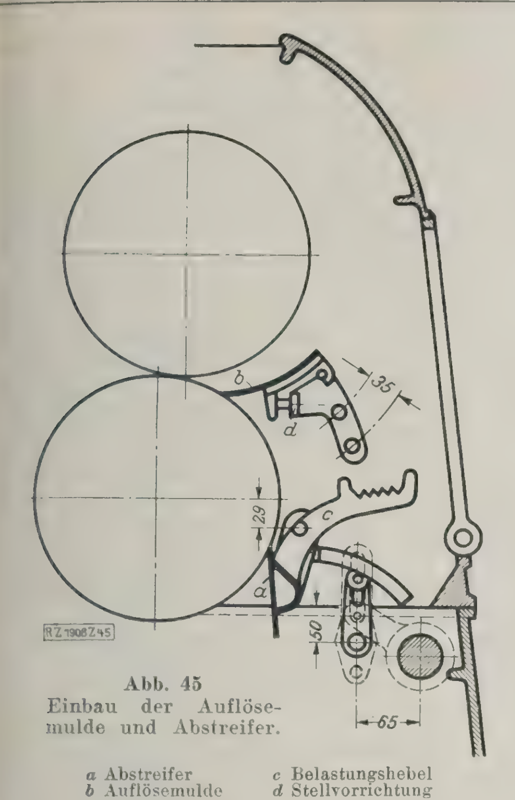


Abb. 45
Einbau der Auflösemulde und Abstreifer.

a Abstreifer
b Auflösemulde
c Belastungshebel
d Stellvorrichtung

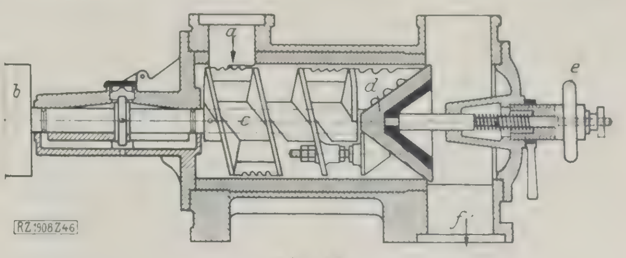


Abb. 46
Auflockerer mit Porzellanmantel und -konus.

a Mehleinlauf
b Antrieb
c Preßschnecke
d Porzellankegel
e Stellvorrichtung für den Druckspalt
f Auslauf

achlassen der Luftgeschwindigkeit in die Fangrinnen und elangen von hier durch Seitenkanäle zum Ausgang. Der taub geht mit dem Saugwind in die Staubsammler.

Grießauflösen und Dunstmahlen

Die aus der Grießputzmaschine kommenden reinen rieße werden nun aufgelöst, d. h. wieder mit geringer Iehlbildung zu feineren Grießen und zu Dunsten zerieben. Dieses Grießauflösen und das nachherige Mahlen er Dunste zu Mehl erfolgt auf Glattstühlen mit meist latten Hartgußwalzen. Der Hartguß dieser Walzen raucht nicht so zähe zu sein wie der für geriffelte Walzen, doch legt man großen Wert darauf, daß diese Walzen bei der notwendigen Härte „griffig" bleiben, d. h. beim Mahlen nicht so glatt werden, daß die Dunste nicht mehr zerrieben, sondern nur zu Blättchen plattgedrückt werden. Weiche Dunste mahlt man zuweilen auch auf Porzellanwalzen. Die Mahlstühle sind im großen und ganzen gebaut wie die Schrotstühle, doch muß die Speisung dem Gut angepaßt sein; die Bürsten muß man durch Abstreifer ersetzen. Der Geschwindigkeitsunterschied zwischen den Walzen beträgt 3 : 4 bis 6 : 7. Man ordnet hinter der Mahlbahn manchmal auch eine Stauvorrichtung an, Abb. 45, in der etwaige Mehlplättchen noch zerrieben oder durch ein eingebautes Messer zerschnitten werden. Da sich besonders bei weicheren Weizensorten doch noch Plättchen bilden, die die nachfolgenden Plansichter ungesiebt durchlaufen würden, schaltet man zwischen Glattstuhl und Plansichter häufig noch einen Auflockerer (Detacheur), Abb. 46, der die Plättchen zu Mehl auflockert.

Eine neuzeitliche Mühle muß vollkommen staubfrei arbeiten. Deshalb wird die Staubluft von allen Maschinen abgesogen. Der gemeinsame Sauglüfter saugt die Staubluft unter Anwendung besonderer Lüftungsschnecken durch

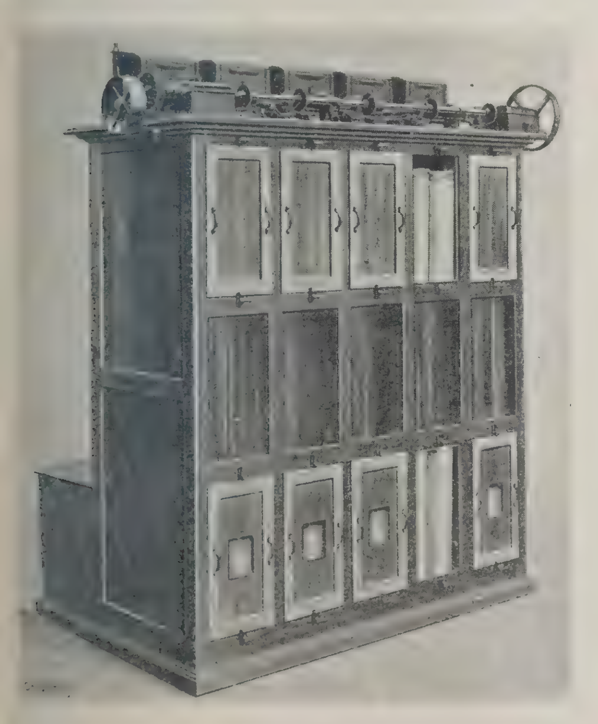


Abb. 47
Luftabsauganlage nach dem Gedanken des Schlauchfilters arbeitend.

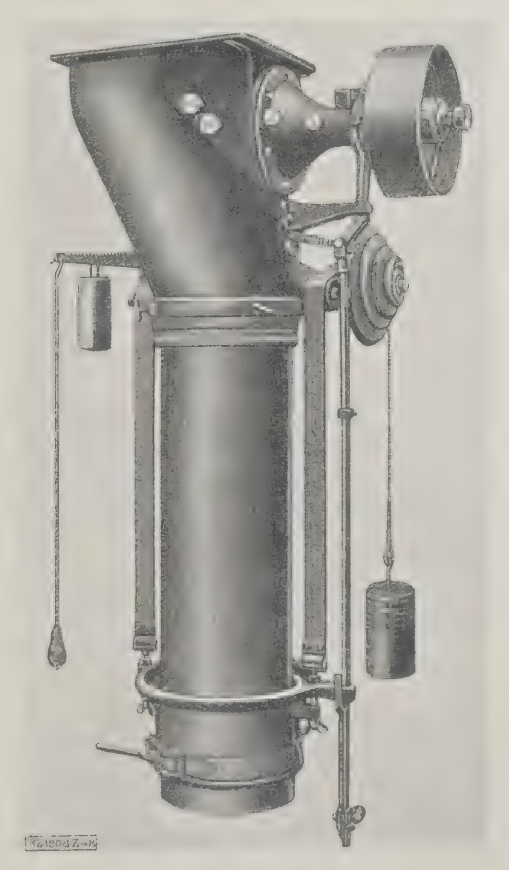


Abb. 48
Selbsttätige Absackmaschine
(s. a. Abb. 49 und 50).

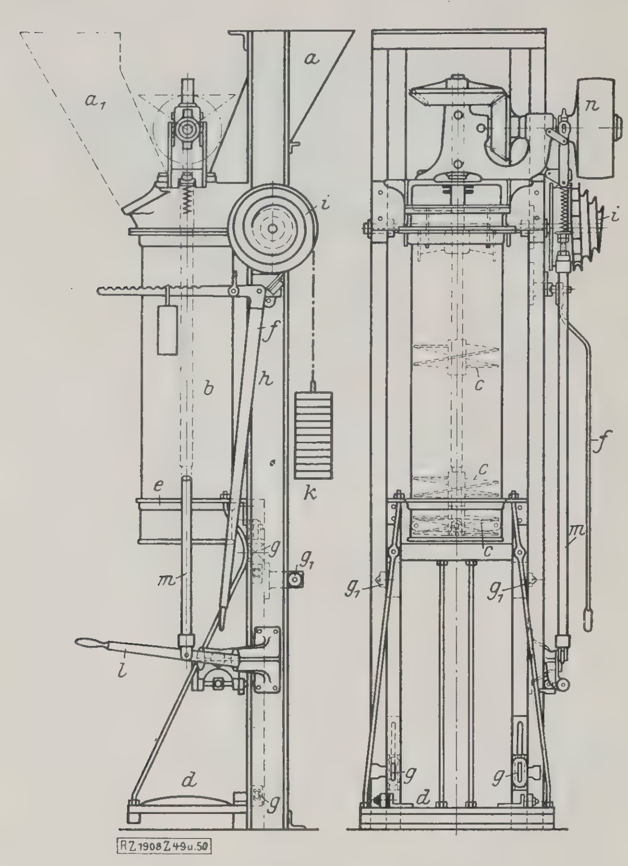


Abb. 49 und 50
Selbsttätige Absackmaschine.

a und a_1 Einlauf
b Füllrohr
c Rührwerke
d Sackstütze
e Gleitrohr mit Sackschnalle
f Bremshebel
g Gleitschuhe
g_1 Gleitrollen
h Hängeband für die Sackstütze
i Spiraltrommel
k Füllgewicht
l Steuerhebel
m Steuerstange für den Rührwerkantrieb
n Antriebscheibe mit Kupplung

ein Saugschlauchfilter, Abb. 47[1]), dessen einzelne Abteilungen abwechselnd angeklopft werden, so daß der Staub in einen Sammelbehälter fällt. Das Abklopfen erfolgt durch Entspannen und Wiederspannen der Filterschläuche, wobei die abklopfende Abteilung aus der Staubluftleitung ausgeschaltet und ein Frischluftstrom durchgeleitet wird. Die Mehle werden dann meistens in drei Sorten gemischt und mittels Absackmaschinen[2]), Abb. 48 bis 50, abgesackt.

Alle hier besprochenen Maschinen und Vorrichtungen sind durch auch in ähnlichen Betrieben vorkommende Anlagen wie Becherwerke[3]), Förderschnecken, Rinnen, Förderbänder, Saug- oder Druckluftförderer verbunden. Andre Nebenarbeiten werden durch Sackreinigungs-, Sackstopf- und Sackverschließmaschinen verrichtet. In jedem neuzeitlichen Mühlenbetrieb ist auch eine Sprinkleranlage aufgestellt. [B 1908]

[1]) s. a. Nr. 2. S. 42 Abb. 20 und 21.
[2]) Vergl. a. *Petzel* u. *Behrends*, Z. Bd. 72 (1928) S. 1286 u. *Seidel*, Z. Bd. 72 (1928) S. 1533.
[3]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 1338.

Berichtigung

Die Bauverfahren für Landstraßen

Zu dem Aufsatz von Oberbaurat Dr.-Ing. E. h. *Nagel* in Z. Bd. 72 (1928) S. 631 schreibt uns Dipl.-Ing. *W. Geck*, Offenbach, daß bei der Herstellung von Betonalstraßen (a. a. O. S. 635) kein Kieselsäuresand, sondern Kalksteinsplitt und Kalksteinsand, zum Abdecken verwendet werden muß, da nur bei Verwendung von Kalkstein eine Verkieselung der Schotterdecke durch das Betonal, worauf die Wirkung des Betonalverfahrens beruht, eintreten kann. [2377]

Die mehrfach geführten Wellen in mehrer fließenden Mitteln

Wenn die mathematische Darstellung der Sinuswe gesucht wird, die sich beiderseits der Grenzfläche zwei idealer Flüssigkeiten im Schwerefeld fortpflanzt, so ge das bisherige Verfahren so vor, daß es ein fiktiv stati näres, geschlängeltes Geschwindigkeitsfeld in beiden Mitte sucht und dieses sich dann mit unveränderlicher Geschwi digkeit wagerecht bewegt denkt. Für die zweidimensi nalen Stromfunktionen hat man gefunden:

$$\psi_1 = -v_{0_1} \left\{z - \beta\, e^{kz} \cos\, k x\right\}; \quad \psi_2 = -v_{0_2} \left\{z - \beta\, e^{-kz} \cos\, k\right.$$

v_{0_1} und v_{0_2} sind die unveränderlichen Geschwindigkeiten Unendlichen. In $z \lessgtr 0$ liefert $\psi_1 = 0 = \psi_2$ als Profil d gewellten Grenzfläche $h = \beta \cos k x$. Die noch beliebi Periode $2\,\pi/k$ der Schlängelung, die voraussichtliche Welle länge, liefert die Stetigkeit des Druckes. Man kann n leicht beweisen, daß diese Darstellung nur widerspruchsl ist, wenn $v_{0_1} = v_{0_2}$ ist. Das verlangt nämlich die Steti keit der Normalkomponente $v_z = \frac{\partial \psi}{\partial x}$.

Damit ist bewiesen, daß das Verfahren unmöglich i wenn beide Mittel gleiten. Und wie verfährt man, we die Welle keine reine Sinuswelle ist oder die Fortpfla zungsgeschwindigkeit von der Tiefe abhängt, oder d Grenzfläche gekrümmt ist? Diese wie jede andre Welle aufgabe ist auf ganz andre Weise annahmenfrei da zustellen[1]). Man muß nämlich, allgemein gesprochen, v vornherein aus den Grundgleichungen des vorgelegt Feldes das Gleichungssystem der möglichen Wellen herau schälen. Dies ist jedoch eine Aufgabe, die man bish nicht lösen konnte, nicht etwa wegen mathematisch Schwierigkeiten, sondern grundsätzlich nicht, nämlich weg Unkenntnis eines entscheidenden Wellenprinzips. Di habe ich entdeckt und Interferenzprinzip genannt[2]). M kann es kurz so aussprechen, daß die Wellennormalen d Wellenflächen in einer Überlagerung von Wellen sich nic addieren lassen. Mit ihm läßt sich aus Feldgleichung das Gleichungssystem der möglichen Wellen entwickeln.

Eine an der Grenzfläche zweier Mittel entlan laufende Welle setzt sich nun aus je einem Wellenstück i den Mitteln zusammen: Die Grenzfläche verbinde beide Flanken dauernd miteinander und führt die „Zweimittelwelle". Außer den physikalischen Grenzbedi gungen hat man also zuerst noch die Wellenkohärenzbedi gung einzuführen. Denn es gilt der allen physikalische Theorien vorangehende, wellenkinematische Satz: Von we chem Standort auch immer man Wellen betrachtet, ste haben alle an einer Grenzfläche zusammenhängende Welle gleiche Spurgeschwindigkeiten längs der Grenzfläche. S ist unsre Wellenaufgabe grundsätzlich immer lösbar.

In der reinen Hydro- und Aerodynamik lehrt nun di Analyse, vorausgesetzt, daß die Wellenerregung ohne Dr hung der Teilchen vor sich geht: An der Trennfläche zweie Mittel, die mit beliebigen Flußgeschwindigkeiten reibung los aneinandergleiten, gibt es gebundene Wellen mit b stimmten Wellenlängen und Verlöschungen, und zwar mi destens drei Arten. Sie zeichnen sich durch einen Sprun ihres Geschwindigkeitspotentials in das entgegengesetz Vorzeichen sowie durch die Unveränderlichkeit ihrer No malkomponente der Geschwindigkeit längs der Grenzfläch aus, soweit diese sich erstreckt. Dies bedeutet eine Fü rung der Welle seitens der Grenzfläche. Schließlich zei sich, daß die geführte Welle Gleitung in der Grenzfläch verursacht. Gleitung deutet aber in einer wirkliche Flüssigkeit auf Wirbelbildung hin. Eine geführte Wel ist also Ursache von Flächenauflösung und von elektrische Ladungen. Falls eine oder zwei ideale Flüssigkeiten, die ei mit freier Oberfläche, über einem ebenen, festen und wag rechten Boden im Schwerefeld geschichtet ruhen und ei Welle an den Grenzflächen mehrfach geführt entlangläu besteht nur bei Abwesenheit von Grenzflächenspannunge und bei ungedämpften Sinuswellen keine Tangentialve löschung. Anderseits ist in gedämpften Sinuswellen selb bei Abwesenheit von Grenzflächenspannungen diese Ve löschung vorhanden, obgleich nach Voraussetzung das Mitt keine Spur von Energie verschlucken kann. — Die Anwese heit der Zwischenfläche in der dreifach geführten Wel verändert die Struktur dieser Welle von Grund auf. S zeigt keine einheitlich durch die ganze Tiefe gehend Wellenbewegung und Wellenlänge; sie läßt die Flüssigke am Boden praktisch in Ruhe. [N 2097]

Gießen *K. Uller*

[1]) *K. Uller*, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 8 (1928) S. 283.
[2]) *K. Uller*, Physikalische Zeitschrift Bd. 18 (1917) S. 101.

RUNDSCHAU

Metallkunde

Die Metalle im Kraftwagen- und Flugzeugbau.

Gelegentlich der Internationalen Automobilausstellung · 8 in Berlin veranstaltete die Deutsche Gesell- ·aft für Metallkunde eine Tagung, die die Auf- ·e hatte, Werkstoffhersteller und Werkstoffverbraucher im ·aftwagen- und Flugzeugbau zur gemeinsamen Aussprache ·ammenzuführen. Die Wahl und Vervollkommnung der ·rkstoffe für Kraftwagen- und Flugzeuge ist eine der wich- ·ten und verantwortungsvollsten Aufgaben des Konstruk- ·rs und Metallfachmannes geworden. Die Metalle im ·aftwagenbau bildeten den Gegenstand der Verhandlungen ·s Vormittag des 15. November. Zunächst erörterte Dr. *·rgmann*, Berlin-Charlottenburg, die

Leichtmetalle als Baustoff im Kraftwagen.

Seine Ausführungen unterstrichen die bereits des öfteren ·i den Vordergrund getretene Forderung, daß der Konstruk- ·ur, der diese Maschinenteile in Leichtmetallen ausführt, ·n den überlieferten Formen der Konstruktionslehre ab- ·hen muß. Die Frage der Verwendung von Leichtmetallen ·rd nicht allein gelöst durch größere Werkstoffquerschnitte, ·o oft zu bedenklichen Schwierigkeiten in der Raumver- ·lung der Maschinenteile führen können. Die Warmfestig- ·it der Leichtmetalle ist ebenfalls eine Frage, der der Kon- ·ukteur besondere Aufmerksamkeit schenken muß.

Die fortgeschrittene Beherrschung der Leichtmetalle in ·hnologischer Hinsicht gestattet heute bereits, wichtige ·ile des Wagentriebwerkes und des Laufwerkes in Leicht- ·etall auszuführen. Wenn auch die Liste dieser Teile ziem- ·h umfangreich ist, so finden wir heute, wie *Bergmann* ·sführte, die Leichtmetalle doch in erster Linie bei den ·oßen Luxuswagen. Bei den billigen Wagen verwendet ·an bedauerlicherweise die Leichtmetalle nur sehr wenig. ·ies dürfte vielleicht darauf zurückzuführen sein, ·ß nicht genügend berücksichtigt wird, daß der verhältnis- ·äßig hohe Preis der Leichtmetalle durch besonders günstige ·earbeitungsmöglichkeiten nicht nur eingeholt wird, sondern ·gar einen Gewinn versprechen kann. So gibt es z. B. Werk- ·ugmaschinen zur Bearbeitung von Wechselgetrieben aus ·eichtmetall, die diese Wechselgetriebe in 5 min fertig be- ·rbeiten[1]), während die Bearbeitung vorher 3 h in Anspruch ·ahm. Einen Beweis bietet der Vergleich der Kosten eines ·rtigen Leichtmetallgußstückes im Vergleich zu andern ·erkstoffen, wie er aus einer von der I.-G. Farbenindustrie ·ufgestellten Rechentafel für Elektron in Erscheinung tritt. · letzter Zeit ist auch die Verwendung von Leicht- und ·hwermetallen des öfteren zur günstigen Wirkung vereinigt ·orden. Dies trifft z. B. bei dem Nelsonkolben zu, der mit ·inlagen aus Invar-Stahl einen außerordentlich günstigen ·ärmeausgleich im Kolben schafft.

Anschließend daran erörterte Dipl.-Ing. *Güttner*, Berlin- ·hannisthal, den

·arosseriebau unter besonderer Berücksichtigung der Nichteisenmetalle.

Im allgemeinen Karosseriebau[2]) hat sich das Stahl- ·lech Eingang verschafft und auch seine Stellung behaupten ·önnen. Die Zahl der im Karosseriebau verwendeten Nicht- ·senmetalle ist z. Z. nicht sehr groß. Verwendung finden für ·eniger verwickelte Konstruktionen Leichtmetalle für Be- ·hläge und Türgriffe, Spritzguß von Zink-, Kupfer-, Alumi- ·iumlegierungen. Schließlich werden verschiedene Alumi- ·iumgußlegierungen wie Silumin, Elektron und andre für ·osten und Stützen von Windschutzscheiben angewendet. Die ·rage, ob die Leichtmetall herstellende Industrie mit einer ·rößeren Verwendung im Karosseriebau rechnen darf, be- ·ht der Vortragende. Für den Karosseriebau kommen ·egierungen in Frage, die in Blechen von etwa 0,3 bis 10 mm ·icke und in Abmessungen von 800 bis 1500 mm Breite und ·00 bis 3000 mm Länge geliefert werden können. Mancher- ·i Schwierigkeiten der Gestaltung bestimmter Teile dürf- ·n durch entsprechende Vorbehandlung der Bleche über- ·unden werden können. Hingegen sieht der Vortragende ·s Nachteil den Umstand an, daß die Schweißung vergüt- ·rer Aluminiumlegierungen zum Teil die Festigkeit recht ·günstig beeinflußt. Auch der hohe Preis der Leicht- ·talle steht der Verwendung im Karosseriebau noch im Wege.

Die Lackierung der Karosserien dürfte wohl allgemein ·it Nitrozelluloselacken ausgeführt werden. Nicht ganz ·ichhaltig ist die Ansicht, daß die auf Leichtmetall auf- ·tragene Lackschicht weniger elastisch sei, aber eher dem Angriff unterliege als bei Karosserien aus Stahlblech. Wie bei jedem Oberflächenschutz wird auch hier die größte Sauberkeit die Grundlage für ein einwandfreies Haften der Überzüge bilden.

Die Verwendung der Nichteisenmetalle im Kühlerbau

behandelte Kommerzienrat *Löwenstein*, Berlin. Man sei heute wieder zum Kupfer zurückgekehrt, das bereits vor 30 Jahren als Baustoff für Kühler verwendet worden war. Die älteste Bauart bestand aus Kühlschlangen, die aus reinem Kupfer hergestellt und mit hochwertigem Zinn gelötet waren. Danach kamen die Bienenwabenkühler in Gebrauch, wobei man das Kupfer durch Messing ersetzte. Aus dem Bienenwabenkühler entstand dann der Lamellenkühler in verschiedensten Formen und Abarten. Auch hier bildete Messing den Baustoff. Die Bauart war in der Herstellung billiger als die Bienenwabenkühler. Einzelne Werke haben später den Lamellenkühler durch den Rohrkühler, bestehend aus senkrechten Rohren mit Wärmeableitern, ersetzt. Bei diesen Rohrkühlern war der Werkstoff wieder Messing oder Kupfer und für die Wärmeableiter Weißblech. Das Eisen, das zu Kriegsende versuchsweise benutzt wurde, wies nicht die Lebensdauer wie Kupfer auf, die als wirtschaftlich notwendig erachtet werden mußte.

Die letzte Zeit hat ausgedehnte Versuche mit Messing und Kupfer gebracht und, wie *Löwenstein* ausführte, zu dem Ergebnis geführt, nur noch Kupfer sowohl für die Lamellen als auch für die Rohrkühler zu verwenden. Messing weist zu häufig Korrosionserscheinungen auf. Für die Lötung des Kühlers wird zweckmäßigerweise Lötzinn mit etwa 50 vH Zinn verwendet, während für Lamellenkühler Lötzinn mit etwa 40 vH Zinn ausreicht. Die Kühlerkonstruktion der letzten zwei Jahre bestand fast ausschließlich in der Verwendung eines besonderen Kühlnetzes mit einer darüber gestülpten Verkleidung. Diese Verkleidung (Kapotte) wird aus doppelt dekapiertem Stahlblech (sogenanntes Patentblech) hergestellt, das zuerst verkupfert und dann vernickelt wird. Kühler aus Aluminium haben noch zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt, obwohl auch hier die Gewichtersparnis für Flugzeuge von großem Vorteil wäre. Für alle wasserberührten Teile des Kühlers und für die Wärmeableiter sollte man Weißblech verwenden.

Die Vorträge des Nachmittags behandelten die Metalle im Flugzeugbau. Zunächst erörterte Ob.-Ing. *Steudel*, Dessau,

die Metalle im Aufbau des Flugzeuges.

An bemerkenswerten Beispielen zeigte er, in wie weitem Maße die Eigenschaften des Werkstoffes für die Gestaltung der einzelnen Bauteile bestimmend sind[3]). Die meisten Teile des Flugzeuges werden wechselweise belastet und haben sowohl Zug- wie Druck- und Knickkräfte zu übertragen. Die ungünstigste Belastungsart rufen die Knickkräfte hervor. Infolgedessen müssen die meisten Bauteile auf Druck- und Knickfestigkeit berechnet werden. Die Anforderungen, die an die Baustoffe im Flugzeugbau gestellt werden, sind sehr mannigfaltiger Art. Nicht nur technische, sondern auch wirtschaftliche Erwägungen beeinflussen in starkem Maße die Entscheidung. Für die Konstruktion sind vor allem die Festigkeitseigenschaften gegenüber statischen und dynamischen Beanspruchungen zu beachten. Für die Herstellung sind die plastische Kalt- und Warmverformbarkeit, die Bearbeitbarkeit durch spanabhebende Werkzeuge, die Schweißbarkeit und Art der Warmbehandlung von Bedeutung. Schließlich spielt für die Instandhaltung des Flugzeuges im Luftverkehr die Wetterbeständigkeit der Werkstoffe eine große Rolle.

Der Metallflugzeugbau sucht in erster Linie die Leichtlegierungen zu verwenden. Auf Stahl kann nicht immer verzichtet werden, obwohl er ein höheres spezifisches Gewicht hat. Die beste Aussicht haben die veredelten Aluminiumlegierungen, in neuerer Zeit ist auch das Elektron mehr in Erscheinung getreten. Hinsichtlich der Knickbeanspruchungen hat sich, wie *Steudel* ausführt, ergeben, daß die Leichtmetalle fast im ganzen Knicklängenbereich erheblich besser abschneiden als der Stahl, insbesondere als St C 16/61 jedoch wird für Bauteile, deren äußere Abmessungen sehr klein gehalten werden müssen, Stahl als Baustoff bevorzugt; solche Teile sind die Streben des Fahrgestelles oder des Schwimmergestelles. Als Grundelement für die Bauteile des Flugzeuges haben sich hauptsächlich geschlossene oder offene Hohlkörper als zweckmäßig erwiesen, da die Knickfestigkeit als erste Beanspruchungsart in Betracht zu ziehen ist. Zum Ausgleich der im Innern des Flugzeuges auftretenden hohen Kräfte ist eine hohe

[1]) Vergl. Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 108.
[2]) Vergl. *H. Brand*, Z. Bd. 72 (1928) S. 1585.
[3]) Vergl. *K. H. Rühl*, Z. Bd. 72 (1928) S. 1403, u. *P. Brenner*, a. a. O. S. 1881.

Bruchdehnung des Werkstoffes erwünscht. Die oberste Grenze dürfte z. Z. bei etwa 20 vH Dehnung liegen, die niedrigste bei etwa 10 vH.

Die Schwingungsfestigkeit spielt nur bei bestimmten Bauteilen eine Rolle. Sichere, zahlenmäßige Angaben über Dauerbeanspruchungen fehlen noch. Was die Verarbeitung der Baustoffe betrifft, so treten die normalen Verarbeitungsverfahren des Maschinenbaues, wie Schmieden, Pressen, zurück, gegenüber dem Verfahren des Blechbaues, nämlich Biegen, Bördeln, Treiben usw. Die Warmbildsamkeit der im Flugzeugbau verwendeten Aluminium- und Magnesium-Legierungen ist recht gut. Desgleichen ist die gute Warmverformbarkeit des Stahles bekannt. Die Kaltverformbarkeit der Leichtmetalle ist erheblich geringer als die von Stahl mit gleicher Festigkeit. Bei Duralumin können die meisten Formgebungen kalt durchgeführt werden. Eine unter Umständen notwendig werdende Warmbehandlung ist einfach und zuverlässig auszuführen. Bei den Legierungen von der Art des Lautals sind mehr Warmverformungs- oder Glüharbeiten notwendig. Der Stahl St C 16/61 läßt sich als Blech leicht kalt verarbeiten. Hingegen treten bei dem hochwertigen Stahl V C N 100/12 ähnliche Schwierigkeiten auf, wie bei den veredelten Leichtmetallen.

Was das Schweißen, eine im Flugzeugbau gern durchgeführte Arbeit, betrifft, so sei darauf hingewiesen, daß die veredelbaren Aluminium-Legierungen nur als bedingt schweißbar anzusehen sind.

Andre Metalle als Leichtmetalle und Stahl werden gegenwärtig im Flugzeugbau nicht verwendet. Im gewissen Umfange findet man Kupfer und Messing für Kühler und Kühlwasserrohre sowie Brennstoff- und Schmierölarmaturen und -leitungen. Als Lager wird an einzelnen Stellen noch Bronze benutzt, die aber immer mehr dem Stahlkugellager weichen muß.

Den nächsten Vortrag hielt Dr.-Ing. *F. Seewald*, Berlin-Adlershof, über

die Luftschraubenfrage.

Er führte aus, daß die letzten Jahre immer mehr das Bestreben der Konstrukteure zeigten, Luftschrauben aus Metall herzustellen. Als Gründe führte er die höhere Motorleistung und die hohen Umfangsgeschwindigkeiten an den Flügelspitzen der Luftschraube an. Ist die Umfangsgeschwindigkeit größer als die Schallgeschwindigkeit, so sind sehr dünne und scharfe Profile für Luftschrauben notwendig, die sich aus Holz nur sehr schwer herstellen lassen. Schließlich wird als letzter Grund der Umstand angeführt, daß sich Metallschrauben fabrikationstechnisch sicherer und einfacher herstellen lassen als Holzschrauben. Die Schwierigkeiten, die vielfach den Bau von Metallschrauben erschweren, liegen darin, daß wir die Kräfte nicht genau angeben können, die auf eine Luftschraube im Betrieb einwirken, abgesehen von der gleichmäßigen Belastung des Schraubenblattes. Durch Fliehkräfte und Luftkräfte treten periodisch wechselnde Beanspruchungen und ganz plötzliche Belastungen auf. Erstere haben ihre Ursache in dem ungleichförmigen Drehmoment der Verbrennungsmotoren, letztere in dem ungleichförmigen Geschwindigkeitsfeld um das Flugzeug. Es fehlt uns z. Z. noch jede Handhabe, um die Beanspruchungen zu ermitteln, die in der Luftschraube durch die verschiedenartigen Belastungen hervorgerufen werden. Daher läßt sich über die Entwicklung der Metallluftschraube wenig aussagen. Immerhin steht man heute auf dem Standpunkt, daß man einen Werkstoff mit möglichst geringem spezifischen Gewicht und möglichst hoher Schwingungsfestigkeit für Metallschrauben verwenden muß.

Der dritte Vortrag des Nachmittags von Dr.-Ing. *Goßlau*, Berlin, brachte bemerkenswerte Ausführungen über ein Sonderbeispiel des Flugmotorenbaues[4]). *Goßlau* zeigte, wie durch zweckmäßige Anbringung eines Leichtmetallkopfes beim luftgekühlten Siemens-Sternmotor wesentliche Leistungssteigerungen erreicht worden sind.

Den letzten Vortrag hielt Dr.-Ing. *Rackwitz*[5]), Berlin, über das Verhalten metallischer Baustoffe der Luftfahrt gegenüber den Einflüssen der Witterung und des Seewassers. Die bisher im Flugzeugbau verwendeten Legierungen bieten im ungeschützten Zustand keine genügende Beständigkeit gegen Angriff durch Seewasser. Sie wurden bisher fast ausschließlich durch Anstrichstoffe geschützt, hingegen hat man im letzten Jahr anodische und andre Oxydationsverfahren mit Erfolg angewandt. Als vielversprechend wird der Schutz der Leichtmetalle durch Plattieren mit reinem Aluminium angesehen, wie es in Amerika schon vielfach angewendet wird.

An die Vorträge des Vor- und Nachmittags schloß sich ein reger Meinungsaustausch, der zeigte, daß die behandelten Fragen durchaus allgemeine Beachtung gefunden haben.

Berlin [N 2388] *Wolf.*

[4]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 1335.
[5]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1538.

Eisenkonstruktionen

Gegenwartsaufgaben des deutschen Eisenbaues

Der Deutsche Eisenbauverband pflegt se jährlichen Tagungen in regelmäßigem Wechsel in Stä zu verlegen, die Sitz einer Technischen Hochschule sind, damit schon rein äußerlich zum Ausdruck zu bringen, d er auf ein stetiges Zusammenarbeiten der eisenverarbeit den Werke mit den Technischen Hochschulen, auf ei innige Verbundenheit von Theorie und Praxis großen W legt. Die Hauptversammlung des Jahres 1927 fand Danzig statt[1]), die letzte in Darmstadt und zwar am und 19. Oktober 1928.

Der erste Tag war hauptsächlich für Beratungen d Verbandsmitglieder über innere Angelegenheiten des Eis bauverbandes bestimmt, u. a. wurde beschlossen, daß d Verband den Namen „Deutscher Stahlbauve band" annehmen solle. Neben diesen Verhandlungen fa auch eine Besprechung zwischen Mitgliedern des Verband und Vertretern der einzelnen Technischen Hochschulen üb die praktische Ausbildung der Bauing nieure statt. In dieser Aussprache wurde außer d Ausgestaltung des Studiums für Eisenbauingenieure au das große, weite Gebiet der wissenschaftlichen Vorbildu der Bauingenieure gestreift; es herrschte eine erfreulic Übereinstimmung der Vertreter aus Praxis und Theo über die Ziele der technischen Ausbildung auf der Ho schule, und die sehr gründlichen Beratungen haben den Te nehmern viele wichtige Anregungen mitgegeben.

Am Freitag, dem 19. Oktober, wurden wissenschaftlic Vorträge gehalten. Zuerst sprach der Direktor des Eise bauverbandes, *Dr. Oelert*, Berlin. Er gab einen Überbli über

die augenblickliche wirtschaftliche Lage

und hob u. a. hervor, daß die an das Berichtjahr geknü ten Erwartungen sich leider nicht erfüllt haben. Zw weise im abgelaufenen Jahre die Auftragerteilung eine Z nahme um etwa 5 vH auf, aber die erzielten Preise läg unter dem Durchschnitt des Vorjahres. Trotzdem seien s wohl Löhne als auch Eisenpreise erhöht worden. D Eisenbauindustrie habe im besonderen auch dadurch sta zu leiden, daß im letzten Jahre die Aufträge der Reich bahn sehr zurückgegangen sind. Von der Erhöhung d Tarifs der Reichsbahn befürchtete der Vortragende schwe wirtschaftliche Schädigungen. Besonders zu denken geb die Hinweise des Redners auf die Tariferleichterung die die wichtigsten mit Deutschland in Wettbewerb stehe den Länder ihrer Eisenindustrie gewähren.

Sodann sprach Dr.-Ing. E. H. *Schulz*, der Leiter d Forschungsinstitutes der Vereinigten Stahlwerke, Do mund, über

Rostschutz und schwerrostende Stähle.

Die Bedeutung des Rostschutzes ist für den Eisenbau m Rücksicht auf den Wettbewerb mit andern Baustoffen, in besondere mit dem Eisenbeton und dem Holz sehr gro Für die Bekämpfung des Rostens stehen als wesentlich Mittel zum Rostschutz einmal die rostschützenden Übe züge, dann die Herstellung schwerrostender Eisenverbi dungen an der Oberfläche der Tragkonstruktionen u schließlich die Farbanstriche zur Verfügung. Metallisch Überzüge kommen für Eisenkonstruktionen wegen des hohe Preises und der schwierigen Herstellung kaum in Frag Hier sind noch Versuche im Gange; so soll in neuerer Ze die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft mit elektrolytisch Verbleiung gute Erfahrungen gemacht haben. Am häufig sten werden jedoch Farbanstriche verwendet. In neuer Zeit beschäftigen sich deutsche Firmen mit ausgedehnte Versuchen über schwerrostende Stähle. Durch Zusatz vo Kupfer läßt sich die Rostgefahr beträchtlich verminder Der Kupferzusatz beträgt höchstens 0,5 vH, im Durchschnit etwa 0,25 vH. Größere Beimengungen von Kupfer habe sich wegen der nachteiligen Einwirkung auf die Festigke nicht als günstig erwiesen. Auch die Amerikaner habe umfangreiche Versuche in dieser Richtung mit ähnliche Ergebnis durchgeführt.

Bei dem hochwertigen Baustahl St 48 läßt sich ein erhebliche Verminderung der Rostgefahr erreichen durch ge ringen Zusatz von Kupfer. Während der Kupfer-Siliziu Stahl einen besonders hohen Rostwiderstand aufweist, set der nicht mit Kupfer legierte Si-Stahl dem Rost einen ge ringeren Widerstand entgegen als der gewöhnliche Ba stahl. Von den Amerikanern wird ein technisch rein Eisen hergestellt, das Armco-Eisen; die Beimengungen b tragen höchstens 0,15 vH. Dieses Eisen rostet nur seh wenig und läßt sich leicht bearbeiten. Mit Rücksicht au seine große Reinheit weist es eine sehr geringe Festigkeit au

[1]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 1816.

Der Direktor der Firma Fried. Krupp A.-G., Rhein-en, Dr.-Ing. E. h. *Erlinghagen*, hielt einen Vortrag über
Arbeiten des Deutschen Normenausschusses und ihre Zusammenhänge mit dem deutschen Eisenbau.

rsten Anfänge reichen bis in die Vorkriegszeit zurück. nders notwendig erwies sich dann die Normung bei Durchführung des Hindenburg-Programmes. Im Jahre wurde der Deutsche Normenausschuß gegründet[2]). Bis Oktober 1927 sind in mühsamer Arbeit 39 Gebiete ge-t worden. Etwa 2800 endgültige Normenblätter liegen Zeit vor, rund 800 sind im Entwurf fertiggestellt. Ein jährlich im Beuth-Verlag, Berlin, erscheinendes Nor-blattverzeichnis gibt über die laufenden Arbeiten Aus-ft.

Im Bauwesen sind zur Zeit über 300 Normenblätter handen; der Eisenbau ist allerdings nur wenig vertreten. ist sehr bedauerlich; hier ist noch viel Arbeit zu lei-. Die Normung fehlt z. B. noch vollständig im Betrieb Werkstätten und Baustellen. Es wird die Gründung s Fachnormenausschusses für Eisenbau geschlagen und angeregt, daß auch die Deutsche Reichs-, die ja auf dem Gebiete der Vereinheitlichung der schriften für die Ausführung eiserner Brücken viel n hat, gemeinsam mit dem Deutschen Normenausschuß Reihe von Normenblättern herausgibt. Dann würde n das Ausland, z. B. die Länder Südamerikas, sich all-hlich daran gewöhnen, für die in Deutschland erzeugten struktionen auch deutsche Bedingungen anzuerkennen nicht englische oder amerikanische vorschreiben. Zum luß nahm *Erlinghagen* Bezug auf die Ausführungen von f. Dr. *Dessauer*, die dieser anläßlich eines Vortrags auf Jahresversammlung des Deutschen Normenausschusses 7 gemacht hat[3]).

Hierauf gab Oberbaudir. *Leo*, Hamburg, Erläuterungen einem soeben erst fertig gewordenen Film, der die Ar-en für die

Erweiterung der Straßenbrücke über die Norderelbe

Hamburg veranschaulichte. Die alte, allen Hamburgern traute Brücke überspannt den Strom in drei Öffnungen je 100 m. Sie reicht für den stark angewachsenen Ver-r nicht mehr aus; man faßte daher zunächst den Plan, alte Brücke durch eine neue zu ersetzen. Infolge der nen Baukosten (rd. 10 Mill. *RM*) wurde jedoch von diesem n Abstand genommen, und man entschied sich dafür, mittelbar neben die alte Brücke eine neue zu setzen, die m breit ist. Hierdurch erreicht man eine um das Drei-he gesteigerte Leistungsfähigkeit der Verkehrsanlage. Kosten für die Ausführung dieses Entwurfes betragen 3,3 Mill. *RM*.

Bedenken wurden hauptsächlich in schönheitlicher Hin-ht gehegt. Die alte Brücke ist nach dem System der hse-Träger gebaut, einer Bauart, an die man wegen ihrer nen statischen Unbestimmtheit in neuerer Zeit nicht mehr n herantritt. Es war also die Frage zu entscheiden, ob n bei der neuen Brücke ebenfalls dieselbe kennzeichnende rm der Hauptträger beibehalten oder etwa ein andres stem für die Hauptträger wählen sollte, das in bewußtem gensatz zu der alten Lösung stehe. Man entschied sich ebenfalls für den Lohse-Träger. Die Gurtungen der nen Brücke haben dieselbe Form wie die der alten, sind r vollwandig ausgebildet.

Besondere Beachtung bietet der Bauvorgang. ntliche drei je 900 t schweren Brückenüberbauten werden dem festen Lande zusammengebaut, auf große Schiffs-rüste hinübergerollt und unter Ausnutzung von Ebbe und t eingeschwommen. Infolge der sorgfältigen Vorberei-gen konnten die Bauarbeiten in ganz kurzer Zeit durch-führt werden. Der Schiffsverkehr auf dem Strom brauchte ungefähr eine Stunde lang gesperrt zu bleiben. Der m zeigte in sehr anschaulicher Weise den Bauvorgang.

In der anschließenden Erörterung wurde das Bedauern gesprochen, daß dieser Film nicht bereits auf der dies-rigen internationalen Tagung in Wien[4]) gezeigt werden nte, da er ein charakteristisches Zeichen für die Lei-ngsfähigkeit der deutschen Ingenieurbaukunst darstellt.

Dir. *Schmuckler*, Berlin, behandelte das Thema
orzüge des Eisenbaues unter besonderer Berücksichtigung des Skelettbaues".

Schmuckler gab zunächst einen kurzen geschichtlichen erblick über die Entwicklung des Eisenbaues, insbeson-re eine Gegenüberstellung der Eisenbauweise und des enbetonbaues. Er wies darauf hin, daß bei Tragwerken s Eisenbeton die Architekten mit Rücksicht auf die Ver-ndtschaft des Eisenbetonbaues mit dem Massivbau leichter eine ästhetisch befriedigende Lösung erzielen könnten, weil ja hierfür alte anerkannte und erprobte Regeln zur Verfügung ständen. Beim Eisenbau seien dagegen für die Tragformen neue Gesetzmäßigkeiten zu entwickeln. Daher müßten auf diesem Gebiet noch viele Vorarbeiten erledigt werden, aber die neuen Ausführungen der Eisenbaukunst zeigen bereits Lösungen, die in ästhetischer Hinsicht das Kennzeichnende des Eisenbaues sehr glücklich zum Ausdruck bringen.

Beim Geschoßbau erweist sich für die Deckenkonstruktion Eisen im allgemeinen wirtschaftlicher als Eisenbeton. Bei den Stützen dagegen ist die Ausführung in Eisenbeton günstiger[5]). Es scheint also zweckmäßig zu sein, die Decken in Eisenkonstruktionen, die Stützen in Eisenbeton auszuführen, und zwar empfiehlt sich eine Ausbildung der Stützen nicht mit Rundeisenbewehrung, sondern nach dem Vorgang der Bauweise Melan eine Ausbildung mit Profileisen. In diesem Fall nimmt das Eisengerüst das Eigengewicht auf, während der Beton, der ja an und für sich zur Ummantelung der Eisen wegen der Feuersgefahr erforderlich ist, zur Aufnahme der Nutzlasten herangezogen wird. *Schmuckler* regte an, daß der Eisenbauverband mit Rücksicht auf die Wichtigkeit dieser Fragen für Versuche und theoretische Untersuchungen zu ihrer Klärung Mittel bereitstellen möchte.

Eine weitere wichtige Frage ist es, ob man im Hochbau ähnlich wie im Brückenbau hochwertige Baustähle verwenden soll. Hier sieht *Schmuckler* keine großen Vorteile in der Verwendung hochwertiger Baustoffe. In der Regel wird die Gewichtersparnis durch beträchtliche Überpreise wettgemacht. Dagegen könnten nach Ansicht *Schmucklers* durch Einführung der Schweißung Ersparnisse erwartet werden. Dann weist er noch darauf hin, daß die Unterhaltung der Tragglieder im Eisenhochbau gewöhnlich nicht so hoch sein werde, wie im allgemeinen angegeben wird, da ja das Eisen vor Witterungseinflüssen geschützt sei. Als weitere Vorzüge der Eisenbauweise sei hervorzuheben, daß die Ausführung in der Werkstätte und auf dem Bau in ganz kurzer Zeit durchgeführt werden könne und daß infolge der Schlankheit der Stützen der Nutzraum größer sei als bei andern Baustoffen. Weiterhin lassen sich notwendig werdende Änderungen, Verstärkungen und Aufstockungen in der Eisenbauweise leicht durchführen. Die Ausführung in Eisen läßt sich viel leichter überprüfen, als es beim Eisenbetonbau möglich ist. Es sei nur auf die katastrophalen Einstürze in Prag und Paris hingewiesen, die in jüngster Zeit die Öffentlichkeit stark beunruhigten. Infolge ihrer großen Steifigkeit gestattet die Eisenkonstruktion bei Hallenbauten die Überdeckung sehr großer Spannweiten.

Ein neues Gebiet hat sich der Eisenbau in letzter Zeit erobert: den Stahl-Skelett-Wohnbau. Auch hier treten die Vorzüge der Eisenbauweise deutlich hervor. Die Bauzeit ist bei dieser Bauweise nur halb so groß wie bei der üblichen Ausführung in Ziegelmauerwerk. Bei gleich umbautem Raum wird ferner der gewonnene Nutzraum um 8 bis 10 vH größer. Auch lassen sich die erforderlichen Baumassen auf die Hälfte herabsetzen. Zum Ausfüllen der Wände stehen heutzutage bessere Baustoffe zur Verfügung als der bisher übliche Ziegelstein, nämlich Bimsbeton, der einen guten Wärmeschutz bietet, weiter Gasbeton, Zellenbeton u. a. m. Diese Baustoffe werden in fertigen Platten geliefert und können schnell eingebaut werden.

Zum Schluß sprach Dr. *Ostern*, Hannover, über

Eisenbau und Berufsgenossenschaften.

Er führte aus, daß im Jahre 1880 Bismarck die Berufsgenossenschaften als Selbstverwaltungsorgane der Industrie ins Leben gerufen habe, wobei dem Staat nur ein Aufsichtsrecht zustehe. Im Gegensatz zu andern sozialen Lasten, wie Krankenkasse, Invalidenversicherung, sind sie allein vom Arbeitgeber aufzubringen. Sie hängen im wesentlichen ab von der Gefahrziffer, die für jeden Unternehmer auf Grund langjähriger statistischer Beobachtungen festgestellt wird. Wichtig erscheint es für die Zukunft, daß in der Geschäftsführung der verschiedenen im Reich in Betracht kommenden Berufsgenossenschaften eine Vereinheitlichung durchgeführt wird. Eine Unterstützung der Bestrebungen der Berufsgenossenschaft seitens der Arbeitgeber ist besonders wichtig und notwendig, gerade in der jetzigen Zeit, wo von den Gewerkschaften an einer Umgestaltung der Berufsgenossenschaft gearbeitet wird.

An die einzelnen Vorträge knüpfte sich oft eine längere Aussprache, die bewies, daß die behandelten wichtigen Fragen lebhafte Beachtung gefunden hatten. [N 2304]

Darmstadt Prof. Dr.-Ing. *Kammer*

[2]) Vergl. a. *Hellmich*, Zehn Jahre deutscher Normung, Z. Bd. 71 (1927) S. 1525.

[3]) Vergl. a. VDI-Nachrichten Nr. 52 vom 28. Dezember 1927.

[4]) Vergl. a. *Bernhard*, Internationale Zusmmenarbeit im Brücken- und Hochbau, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 3 S. 92.

[5]) *E. Frank*, „Vergleichende Betrachtungen über die Wirtschaftlichkeit in der Verwendung von Eisen und Eisenbeton im Großgeschoßbau", Dissertation T. H. Braunschweig 1926; *G. Spiegel*, „Stahl und Eisenbeton im Geschoßgroßbau", Berlin 1928, J. Springer.

Aus dem Ausland

Baumaschinen

Fortbewegungsmittel amerikanischer Baumaschinen [1])

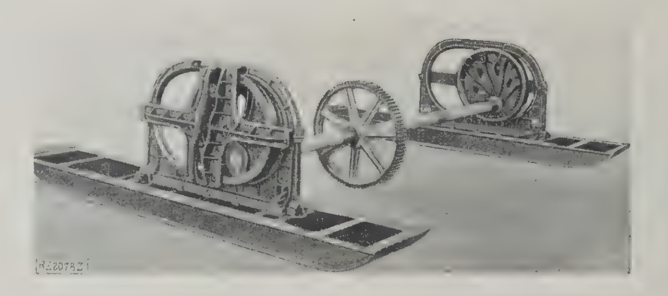


Abb. 1
Schreitschuhe eines amerikanischen Eimerseilbaggers mit Antriebzahnrad und Getriebe.

Die mit Raupen zur Fortbewegung ausgestatteten Bagger, Krane und sonstigen Baumaschinen erfreuen sich in den Vereinigten Staaten steigender Beliebtheit, und durch außerordentlich zahlreiche Reihenausführungen haben die einzelnen Firmen Gelegenheit gehabt, die Bauart der Raupen nebst Antrieb und Steuerung weitgehend zu vervollkommnen. Mit Rädern ausgestattete Baumaschinen sind kaum noch anzutreffen und selbst die größten Einheiten der Löffelbagger mit einem Dienstgewicht von etwa 1000 t werden auf Raupen oder Raupenpaaren ausgeführt. Mehrere dieser Großbagger habe ich in den Werkstätten der Marion Steamshovel Co. in Marion (Ohio) und in den Steinkohlentagebauten an der Strecke Chikago – St. Louis im Zusammenbau oder im Betrieb gesehen. Diese meist mit elektrischem Antrieb versehenen Bagger arbeiten in der Regel auf festem Untergrund oder Steinkohle, und bei Bemessung der tragenden Raupenflächen ist man mit den Werten für die Bodendrücke ziemlich hoch gegangen. Man kann dies deshalb tun, da die Fahrbewegung im Gegensatz zu den Kleinbaggern verhältnismäßig selten und mit geringer Geschwindigkeit ausgeführt wird. So findet man durch Nachrechnen Werte von etwa 3 bis 4 kg/cm² außer Betrieb und 5 bis 8 kg/cm² im Betrieb. Bei den kleineren Baggern und sonstigen Baumaschinen, die mitunter auf weichem Boden arbeiten müssen, kann man derartig hohe Werte nicht zulassen, da sonst die Raupen viel zu stark einsinken würden, man läßt daher höchstens 1 bis 1,5 kg/cm² zu. Bei sehr wenig tragfähigem Boden, z. B. in sumpfigem Gelände, sind auch diese Zahlen noch zu hoch, und um die Abmessungen der Raupen zu beschränken, hat man durch Anwendung andrer mechanischer Mittel versucht, eine zweckentsprechende Lösung zu finden.

Seit einigen Jahren hat sich ein von der Monighan Machine Corp., Chikago, auf den Markt gebrachter Eimerseilbagger, der eine sogenannte „Schreitbewegung" (Walking device) ausführt, in Sonderfällen gut bewährt, vorzugsweise bei Ausführung von Baggerarbeiten auf nachgiebigem Boden.

Die Arbeitsweise ist etwa folgende: Unter Vermittlung des auf der Antriebhauptwelle sitzenden Zahnrades, Abb. 1, werden die beiden Exzenterscheiben in Drehung versetzt. Durch die Führung dieser Scheiben einerseits in einem ovalen Rahmen und anderseits durch eine Kurbelführung wird erreicht, daß bei der Schreitbewegung beide Schuhe zunächst gegen den Boden gedrückt werden, wobei sich die Maschinenplattform mit Ausleger vorwärtsschiebt und sodann auf den Boden absetzt. Hieran anschließend folgt das Abheben der Schuhe von der Erde, Abb. 2, wobei je nach Drehung des Maschinenoberteiles beliebige Kurven durchschritten werden können. Kennzeichnend für die Schreitbe gung ist, daß die Stütz ständig wechselt und von Schuhen auf das Maschi unterteil übergeht. Die den Raupenbaggern umständlichen mechanis Mitteln erreichte Fahrb gung in Wegkrümmun wird hier in einfacher W durch das Drehwerk ge was als wesentlicher Vo dieser Bauart anzusehen Dabei können scharfe Kr mungen durchfahren oder der Stelle gedreht wer ohne daß der Boden irge wie beschädigt wird. Die den Raupenbändern auftretende gleitende Reibung währ der Kurvenfahrt tritt bei der Schreitbewegung nicht

Infolge der gelenkigen Abstützung der Schuhe kön sich diese bei Bodenunebenheiten seitlich einstellen, so sich das Maschinengewicht ziemlich gleichmäßig auf Schuhe verteilt. Die Tragflächen der beiden Schuhe des Maschinenunterteils sind etwa gleich, und Bodendruck wird bei Festlegung der Abmessungen hö stens mit 0,4 kg/cm² in Ansatz gebracht.

Der Monighan-Eimerseilbagger wird fast ausschli lich mit Antrieb durch Dieselmaschine ausgeführt. übrigen Einzelheiten in der Anordnung der mechanisc Teile gehen aus Abb. 3 hervor. Durch den Wegfall Raupenfahrwerkes tritt eine Vereinfachung der Konstr tion ein. Es sind wiederholt derartige Eimerseilbagger einem Eimerinhalt bis zu 4 m³ ausgeführt worden, so z. für Wasserbauarbeiten am Mississippi.

Eine hiervon abweichende Bauart hat die Page gineering Co. ausgearbeitet, die etwa die gleichen V teile der vorher beschriebenen Konstruktion von Monigh aufweist. Auch hier wird beim Arbeiten des Baggers untere Plattform auf den Boden gesetzt und die Stützf werden hochgezogen, Abb. 4. Zwei dieser Füße sind sym trisch unter dem Vorderteile der Maschinenplattform geordnet, während sich der dritte Fuß im rückwärtigen T in der Mitte befindet. Diese drei mit Tragschuhen a gerüsteten Füße übernehmen bei der Fortbewegung abwe selnd mit der unteren Plattform die Abstützung des B gers gegen den Boden. Die Füße werden dabei gleichzei auf- und abbewegt und sind miteinander durch mechanis Zwischenglieder gekuppelt. Kennzeichnend für die Bau ist noch, daß sich die obere Maschinenplattform und untere Stützfläche durch eine Geradführung gegenseitig v schieben und somit ihre gegenseitige Lage durch die Gl bewegung verändern können, wodurch eben die Vorwä bewegung zustande kommt. Dabei kann die Hubhöhe Füße beim Schreiten je nach den Bodenverhältnissen e gestellt werden, so daß die untere Plattform nicht auf Erde schleift oder einsinkt. Durch Kugelgelenke an Füßen wird außerdem eine vollkommene Anpassung Tragflächen an Bodenunebenheiten erreicht.

Auch diese, vorläufig noch wenig zur Ausführung langte Maschine weist auch die Vorzüge des Monigh Baggers auf, da hier ebenfalls die Fahrbewegung in W krümmungen durch das Schwenkwerk erzeugt wird.

[1]) Reisebericht aus Cleveland (Ohio).

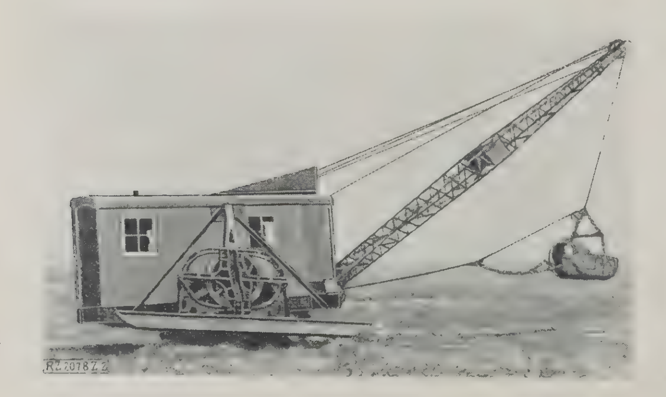


Abb. 2
Schreitbewegung eines Eimerseilbaggers der Monighan Machine Corp., Chikago. Während die Maschinenplattform auf dem Boden aufsitzt, heben sich die Schuhe von der Erde ab und machen dabei eine Vorwärtsbewegung.

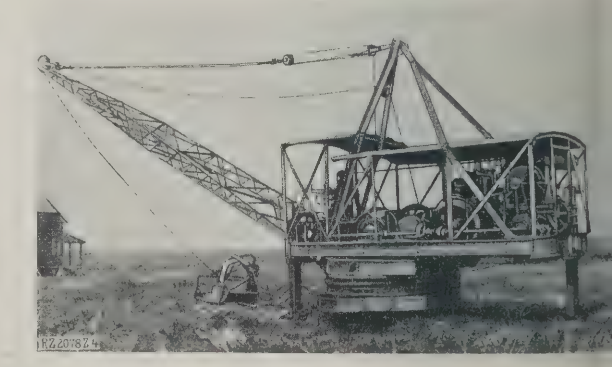


Abb. 4
Schreitbagger der Page Eng. Co. (Abstützung auf drei Füßen Gleitführung zwischen Maschinenplattform und Untergestell).

..a sowohl diese mit Schreit-
..en, aber auch die mit Rau-
..ausgestatteten Baumaschinen
..nur verhältnismäßig langsam
..wegen können, setzt man
.. Maschinen, wenn man
..ll von einer Baustelle zur
..sten kommen will, vielfach
..kräftige, mit Gummirädern
..hene Unterwagen, soge-
..n „Trailer“, auf denen die
..derung mit erheblicher Ge-
..indigkeit vor sich geht. Um
..h auch von diesem Hilfs-
..l, das nicht immer zur Stelle
..unabhängig zu werden, hat
.. versucht, die vorteilhaften
..schaften von Rad und Raupe
..iner einzigen Maschine zu ver-
..en, die wahlweise auf Rädern
.. auf Raupen — je nach den
..verhältnissen — laufen kann.
Über diese vorteilhafte Kon-
..ktion, die beim Bau der
..en New Yorker Untergrund-
..n (8. Avenue) von mir viel-
.. im Betriebe beobachtet
..de, soll später berichtet wer-
.. Es sei nur vorausgeschickt,
.. die Umstellung innerhalb von
..bis 15 min bewerkstelligt wer-
.. kann. [M 2078]
..resden Dr.-Ing. *W. Franke.*

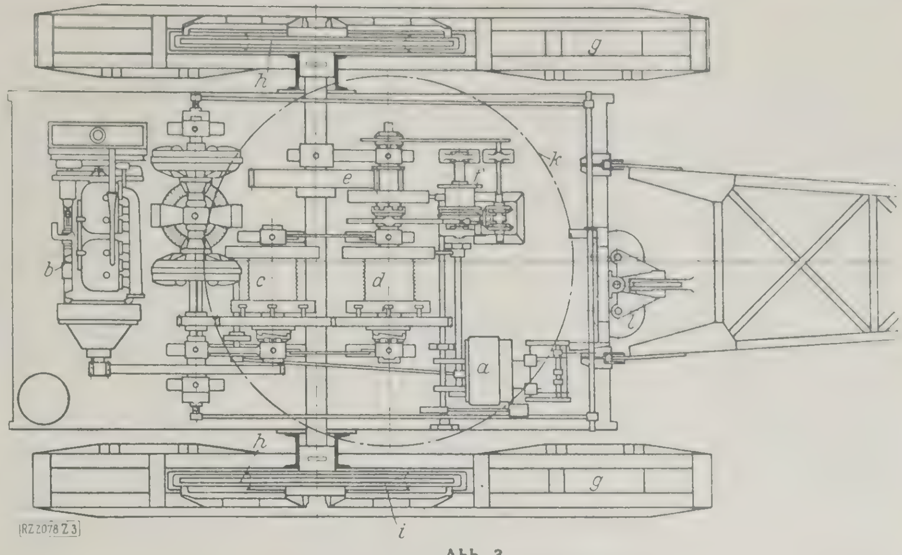


Abb. 3
Maschinenplattform von Monighan.

a Führerstand
b Dieselmaschine
c Hubtrommel
d Schürftrommel
e Antriebzahnrad für das Schreitwerk
f Auslegerhubwinde
g Schuhe zur Schreitbewegung
h Führungsrahmen für Exzenter
i Exzenter
k Dreh- bezw. Kurvenfahrwerk
l Seilführung

Eisenhüttenwesen

Selbsttätiges Walzwerk für nahtlos gezogene Rohre

In der Aliquippa-Anlage der Jones & Laughlin Steel ..rp., Pittsburgh, wurden zwei selbsttätige Walzwerke für ..tlose Rohre aufgestellt, von denen das eine Rohre von ..3 bis 178,3 mm Dmr. und das andre solche von 178,3 bis ..mm Dmr. herstellt. Die 3050 mm langen Blöcke von ..×200 mm² Querschnitt werden in offenen Behältern ..eizt und sorgfältig untersucht, ehe sie in einen der bei-..n Rollöfen, die das Rundeisen-Vorwalzwerk bedienen, ein-..setzt werden. Das Vorwalzwerk besteht aus zwei Duo-..rüsten, auf denen man die Blöcke zu Rundblöcken vor-..lzt. Sie werden dann auf Warmsägen auf Länge ge-..nitten und erhalten auf einer mittels Druckluft und ..uckwasser betätigten Presse eine tiefe Mittelpunktein-..ückung. In besonders gebauten Wagen werden die vor-..arbeiteten Rundblöcke mittels Lokomotiven zur Einsetz-..ite einer der beiden Rollöfen gebracht, die das Mannes-..nn-Walzwerk zum Lochen der Blöcke bedienen, dort mit-..s Gabel, die 8 bis 10 Rundblöcke zugleich faßt und an ..em Laufkran hängt, in einen der Rollöfen so eingesetzt, ..ß alle Mittelpunkteindrückungen nach der Seite des Walz-..rkes zu liegen. In diesem Ofen rollen die Blöcke durch ..hwerkraft zum andern Ende des Ofens.

Die Walzwerke liegen nicht in einer Reihe hinterein-..der, sondern sind seitlich gegeneinander versetzt, um eine ..ößere Anpassungsfähigkeit zu gewährleisten. Die einzel-..n Rollgänge und Kühlbetten sind durch Querzüge ver-..nden. Die Blöcke werden in einem Mannesmann-Walzwerk ..it Dorn gelocht, Abb. 5 und 6, wobei der Druck auf den ..rn durch ein Spurlager mit 17 Einkragungen, ähnlich ..ie bei einer Schiffsschraube, aufgenommen wird. Außer-..lb des Walzwerkes wird der Rundblock von Rollen er-..ßt, die ihn in Drehung versetzen und gegen die Spitze ..s Dornes drücken. Unter der Wirkung der mit ihren ..hsen gegeneinander versetzten kegelförmigen Walzen ..rde der Block hohl gewalzt, selbst wenn kein Dorn vor-..nden wäre. Durch den Dorn wird der Block geführt ..d das Loch konzentrisch und gleichmäßig. Infolge der ..rkstoffverschiebung tritt gleichzeitig eine Verlängerung ..s Blockes ein.

Der gelochte Block wird nun, wenn größere Rohr-..chmesser gewalzt werden, durch seitliche Verschiebung .. einem zweiten ähnlichen Mannesmann-Walzwerk ge-..acht, dem Aufweitwalzwerk, Abb. 7 und 8, aus dem .. mit dünner Wandung und größerem Durchmesser ..stritt. Dann wird das Rohr durch Querzug in die Rich-..ng des Dornwalzwerkes geleitet. Das Walzwerk hat ge-..öhnliche Kaliberwalzen, wobei jedoch ebenfalls ein Dorn ..nutzt wird, Abb. 9 und 10; die schon ziemlich dünne ..andung des Rohres wird in zwei Stichen noch weiter her-untergewalzt. Da das Walzwerk kein Umkehrwalzwerk ist, sind hinter dem Walzwerk Greifwalzen angebracht, die in entgegengesetzter Richtung laufen, und das Rohrstück nach dem ersten Durchgang und nach Öffnen der Walzen mittels einer Stellschraube zurückschieben, damit es nach einer Drehung um 90 ° um die Rohrachse zum zweiten Male durch die Walzen gehen kann.

Nach dem Verlassen des Walzwerkes hat das Rohr ungefähr schon die Wanddicke des fertigen Rohres; die Wände sind jedoch innen und außen noch etwas rauh, und das Rohr ist nicht genau rund. Es wird daher noch zu einem Glättwalzwerk gebracht, Abb. 11. Man hat zwei Glättwalzwerke aufgestellt, da die Durchgangsgeschwindigkeit geringer als bei den andern Walzwerken ist, damit die andern Walzwerke nicht behindert werden. Das Glättwalzwerk hat ebenfalls kegelige, mit den Achsen gegeneinander versetzte Walzen wie das Mannesmann-Walzwerk, jedoch von andrer Form und unter geringerem Winkel gegeneinander versetzt. Die schwach dehnende Wirkung des Walzwerkes bewirkt nur ein Glätten der Innen- und Außenwandung, wobei der Dorn einen etwas geringeren Durchmesser hat als das fertige Rohr. Die Walzen geben dem Rohr eine Vorwärtsbewegung und üben zugleich einen Druck aus, so daß es die genaue Wanddicke erhält.

Das Rohr kommt dann noch in warmem Zustand in die Kalibrierwalzen, die aus 5 Paar Duowalzgerüsten bestehen, deren Walzen um je 90 ° gegen das vorherige Gerüst versetzt sind, während die Gerüste selbst unter 45 ° geneigt aufgestellt sind. [M 2376] *Sl.*

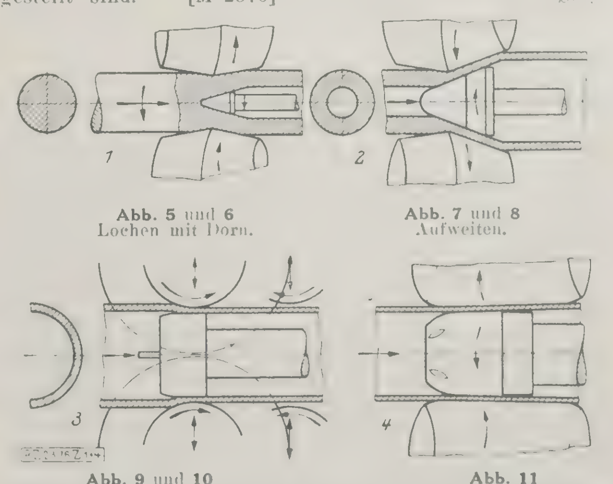


Abb. 5 und **6** Lochen mit Dorn.

Abb. 7 und **8** Aufweiten.

Abb. 9 und **10** Herunterwalzen im Dornwalzwerk.

Abb. 11 Glätten im Glättwalzwerk

Abb. 5 bis **11.** Die verschiedenen Arbeitsgänge der Herstellung nahtlos gezogener Rohre.

¹) „The Iron Age“ Bd. 122 (1928) S. 1353.

Kleine Mitteilungen

Ein Jahr Straßenverkehr im Holland-Tunnel

Am 12. November 1928 war der rd. 3,2 km lange Holland-Tunnel[1]) zwischen Manhattan und Jersey City, New York, ein Jahr in Betrieb. In dieser Zeit haben über 8,5 Mill. Fahrzeuge den Tunnel durchfahren, und zwar 4,27 Mill. den Nordtunnel, 4,24 Mill. den Südtunnel. 78,8 vH aller Fahrzeuge waren Personenkraftwagen.

Der 6 m breite Fahrweg jedes Tunnels mit einem 15 cm breiten Strich in der Mitte bietet Raum für je zwei in der gleichen Richtung verkehrende Fahrzeuge. Er hat sich bisher allen Anforderungen des Verkehrs gewachsen gezeigt. Während des ersten Verkehrsjahres hat sich kein ernster Unfall ereignet. Zur Beleuchtung dienen an der Decke angebrachte 150 W-Lampen, die in 6 m Abstand voneinander angeordnet sind. Ihre Wirkung wird noch verstärkt durch die aus weißen glasierten Ziegelsteinen bestehenden Wände, die jede Woche einmal abgewaschen werden. In jeder Nacht wird die Fahrbahn der Tunnel mit einer selbstaufladenden Kehrmaschine, an der vorn eine Sprengvorrichtung angebracht ist, gereinigt. Diese Maschine fährt mit 9,5 bis 19 km/h und durchwandert die Tunnel zweimal in beiden Richtungen. Feuer brach an Fahrzeugen im ersten Betriebsjahr 192mal aus, meist infolge Heißlaufens der Bremsen. Das Feuer wurde mühelos mittels einfacher Handlöscher vom Aufsichtspersonal gelöscht. Die hierdurch hervorgerufene Verkehrsstockung dauerte in einem Fall 6 min, sonst höchstens 5 min. Auch die Lüftanlagen arbeiteten zur vollen Zufriedenheit, die Leistung der Lüfter konnte erheblich herabgesetzt werden, da die Messung bei normaler Lüfterleistung einen CO-Gehalt der Luft weit unter der Grenze von 0,025 vH ergab.

An Tunnelabgaben wurden insgesamt 3,25 Mill. $ eingenommen. Die augenblickliche Verkehrsleistung beträgt rd. 50 vH der dem Tunnel zugrunde gelegten Höchstbelastung. Da voraussichtlich diese Höchstbelastung 1934 erreicht werden wird, kann man von diesem Jahr ab mit 7 Mill. $ jährlicher Einnahmen rechnen. („Engineering News-Record“ 27. Dezember 1928 S. 942*) [N 2494 a] *Sd.*

[1]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 1464.

Vergleichsversuche zwischen Caprotti- und Heusinger-Steuerung

Die Baltimore- und Ohio-Bahn in den Vereinigten Staaten hat im August und September 1927 auf dem Prüfstand in Altoona Vergleichsversuche mit zwei 1 D-Lokomotiven durchgeführt, von denen die eine mit Caprotti- (Ventil-Dmr. = 160 mm), die andre mit Heusinger-Steuerung (Kolbenschieber-Dmr. = 305 mm) ausgerüstet waren.

Mit der Caprotti-Steuerung ergaben sich gegenüber der mit Heusinger-Steuerung ausgerüsteten Lokomotive folgende Ersparnisse:

	Dampfersparnis		Kohlenersparnis	
	mittlere	größte	mittlere	größte
bezogen auf die Zylinderleistung . . . . . vH	5	12,3	8,45	27,3
bezogen auf die Zughakenleistung . . vH	7,6	23,2	11,48	35,8

	mittlerer	geringster
Kohlenverbrauch (bei 10 vH Füllung und 70 km/h . . . kg/PS$_i$h	0,95	0,68
Dampfverbrauch (wie vor) kg/PS$_i$h	7,2	6,12

Die Versuche wurden bei Fahrgeschwindigkeit von 11,8, 23,4, 35, 47, 58,5 und 70 km/h durchgeführt. Die größten Ersparnisse wurden erzielt bei 10 vH Füllung und 58,5 km/h Fahrgeschwindigkeit. Bei dieser Fahrgeschwindigkeit erreichte man außerdem mit der mit Caprotti-Steuerung ausgerüsteten Lokomotive eine größte Zugkraftsteigerung von 12,5 vH („Revue générale des chemins de fer“ Dezember 1928 S. 623) [N 2494 c] *Ws.*

Große Kraftwagen-Ausbesserwerkstätte

Die Stadt New York hat im Jahre 1924 für die Instandhaltung ihres Kraftfahrzeugparks eine Hauptwerkstätte eingerichtet, die in einem zehnstöckigen Eisenfachwerkbau von rd. 107 × 53 m² Grundfläche untergebracht ist und für über 4000 Fahrzeuge dient. Durch das Zusammenlegen der Einrichtungen von rd. 50 Einzelwerkstätten, die früher dafür notwendig waren, gewann man nicht nur eine vollständige Maschinenausrüstung für das neue Werk, sondern auch alle Vorteile in bezug auf die Ausnutzung der Anlagen sowie Überwachung und Gleichmäßigkeit der Arbeit, die mit dem Großbetrieb verbunden sind. Das gemeinsame Ersat lager, das für 120 000 verschiedene Stücke bemessen einer Einkaufabteilung unterstellt ist, befindet sich zweiten Stockwerk. Im Erdgeschoß sind die Abteilunge Ein- und Ausgang der Fahrzeuge untergebracht, wori auszuführenden Arbeiten festgestellt und nach Ausfüh geprüft werden. Von hier aus werden dann die Arb in richtiger Reihenfolge auf das Gebäude verteilt. Si Fahrstühle, davon drei mit Plattformen von 9,4 × 4 für ganze Wagen, besorgen den Verkehr zwischen den S werken. Die eigentliche Maschinenwerkstatt befindet im dritten Stockwerk. Sie enthält auch einen Motoren stand, während ein Wagenprüfstand zum Nachprüfen überholten Fahrzeuge im Erdgeschoß untergebracht („Motor Transport“ 31. Dezember 1928 S. 777/81*) [N 2494 b]

Amerikanischer Eisenbahnwagenba

Das Jahr 1928 hat im Eisenbahnwagenbau Amer einiges Bemerkenswertes gebracht. Etwa 2000 Güterw wurden mit Untergestellen ausgerüstet, bei denen Zug- Stoßvorrichtung vollkommen voneinander getrennt Diese Anordnung schützt den Wagenkasten und die La viel besser vor den Folgen etwaigen starken Anpr Ferner hat man Wagen mit Kurzkupplung ausgestattet, aber die Angriffpunkte der Kräfte gekuppelter Wagen starr verbindet. Infolgedessen werden Stoßwirkungen heblich gemildert und die Möglichkeit des Aufsteigens somit des Ineinanderschiebens bedeutend verringert.

Neue Entwürfe liegen vor, um die Konstruktion der bräuchlichen Wagen so zu halten, daß die Mitteltüren Bedarf später ohne Umbau durch Türen an den Enden er werden können. Bei Kühlwagen macht man Versuche, Kohlensäure an Stelle von Eis als Kühlmittel zu wenden. („Railway Age“ 5. Januar 1929 S. 35*) [2494 d] *R*

Ungewöhnliche Gründung eines Kess schornsteins

Die Illinois Glass Co. in Gas City, Ind., hat kürzlich Heizwerk mit zwei 455 m²-Kesseln in Betrieb genom dessen Esse infolge von Platzmangel und aus wirtsc lichen Gründen nicht auf einem vom Kesselhaus unab gigen Fundament, sondern auf dem Stahlgerüst des bäudes errichtet wurde. Die Stahlträger für die Koh bunker, das Gebäude, die Kessel, die Vorwärmer und Rohwasserspeicher sind mit den Trägern für die Esse mittelbar verbunden. Diese wiegt 284 t, ihre Höhe der Bedienungsbühne beträgt 66 m, der Innendurchme am oberen Ende 1,8 m. Als Baustoff wurden Ziegelst gewählt, da die Verwendung von Beton infolge der zu wartenden hohen Rauchgastemperaturen nicht ratsam sch Die gute Raumausnutzung, die durch diese Maßnahme reicht wurde, wird dadurch bewiesen, daß das Verhä der bebauten Grundfläche des Kesselhauses zur Heizflä des Kessels nur 0,25 beträgt. („Power“ 25. Dezember S. 1041*) [N 2494 e] *L*

Steinkohlen-Versuchsgrube zur Bekämpfung der Unfallgefahren

Am 2. November 1927 haben das Deutsche Reich, Preußische Staat und die Knappschafts-Berufsgenossens eine Versuchsgruben-Gesellschaft gebildet mit dem Zw auf einer Steinkohlengrube wissenschaftliche Versuche Erforschung und Bekämpfung der Unfallgefahren im B bau durchzuführen. In Aussicht genommen sind Vers zur Erforschung der Entstehung und des Verlaufes Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen, zur Erprob von Mitteln zur Einschränkung und Verhütung von Sch wetterexplosionen, zur Erprobung von Maßnahmen zur kämpfung von Grubenbränden, zur Erprobung von Fang richtungen an Förderkörben, zur Erforschung der B spruchung und Sicherheit von Förderseilen und Unterse zur Erforschung von Maßnahmen gegen Seilrutsch Treibscheibenmaschinen und zur Erprobung von Maßnah zur Verhütung des Übertreibens von Förderkörben.

Man hat mit Explosionsversuchen und Versuchen dem Gebiete der Seilfahrt begonnen[1]). Die Explosionsvers erstrecken sich vorerst auf Versuche über die Entsteh von Explosionen, und zwar wiederum in erster Linie Untersuchungen über die Schußgefahr. Bei den Seilfa versuchen wird zunächst die Seilrutschgefahr bei T scheibenmaschinen erforscht. Die Ergebnisse der Vers sollen s. Z. veröffentlicht werden. [N 2494 f] *G*

[1]) Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Pr schen Staate 3. Abhandlungsheft 1928.

BÜCHERSCHAU

schungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. 7. H.: **Das Förderhöhenverhältnis der Kreiselpumpen r die ideale und wirkliche Flüssigkeit.** Von *Wilhelm* …z. Berlin 1928, VDI-Verlag. 28 S. m. 35 Abb. und Taf. Preis 5 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 4,50 *RM*.

Die neueren Bestrebungen, die Strömungen durch …selräder theoretisch genauer zu erfassen, als es mit einer …imensionalen Theorie möglich ist, gehen den Weg, an …en der Rechnung zugänglichen Beispielen zu zeigen, wie Strömung einer idealen Flüssigkeit durch ein Kreiselrad …hen würde. Daß dies nicht das Endziel der theore…hen Untersuchung sein kann, liegt auf der Hand. Es … vielmehr danach gestrebt werden, die Druckverteilung idealen Strömung zum Ausgangspunkt einer weiteren, Sinne der *Prandtlschen* Grenzschichtentheorie verlaufen… Untersuchung zu machen, die abzuschätzen gestattet, wie … die theoretische Strömung umbildet. Jede Sonder…rsuchung ist bei der Fülle der Aufgaben von Wert.

Ein besonderes Verdienst hat sich der Verfasser der vor…enden Arbeit erworben. Denn er hat weder die außer…entliche Mühe der theoretischen Untersuchung, noch die …so große Mühe umfangreicher praktischer Versuche ge…eut. Außerdem hat er durch Erörterung der mathema…chen Lösungen und der beobachteten Ergebnisse das Pro… physikalisch anschaulich beleuchtet. Daß er in seiner …hnung einen Kunstgriff verwendet, der seine Lösung von …herein zu einer Näherungslösung macht, schadet um so …niger, als inzwischen durch eine Arbeit von *Busemann*[1]) … Idealproblem genau gelöst ist.

Die Arbeit von *Schulz* gliedert sich in drei Teile. Im …ten wird die Leistungsaufnahme (spezifische Schaufel…eit) für eine parallelkränzige Kreiselpumpe mit zylin…schen, nach logarithmischen Spiralen gekrümmten Schau… für verschiedene Halbmesserverhältnisse, Schaufel…nkel und -zahlen berechnet und das Ergebnis in ausführ…hen Linienscharen dargestellt. Im zweiten wird über …lreiche Versuche an einer besonders angefertigten und … Zwecke des Vergleichs dem Idealfall angepaßten Kreisel…mpe berichtet. Die Beobachtungen sind nicht auf die …istungsaufnahme beschränkt, sondern auch auf Druckmes…ngen, Geräuschbeobachtungen usw. ausgedehnt und in …den Kurventafeln übersichtlich zusammengestellt. Im …tten Teil vergleicht der Verfasser unmittelbar das Ver…lten der gleichen Räder in idealer mit dem in wirklicher …üssigkeit.

Die Abhandlung bringt eine Fülle lehrreichen Stoffes, der …ein schon durch die weitgedehnten Grenzen der Änderung … Hauptgrößen (an Schaufelwinkeln wurden 20°, 30°, …, 90°, an Schaufelzahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 15, 20 …probt) von größtem Wert ist. Die Darstellung ist durch…g genau und klar, über manche Schlußfolgerungen und …gründungen kann man abweichender Ansicht sein. Dies … aber dem Wert der Arbeit keinen Abbruch; denn immer …ird man dazu angeregt, neben dem Studium der strengen …chnung auch den rein physikalischen Überlegungen des …fassers zu folgen. Dem in der Praxis stehenden, physi…lisch denkenden Ingenieur wird die Arbeit eine starke An…gung sein, auch wenn er von dem rein mathematischen …il keinen Gebrauch macht. [E 2383] *Spannhake*

…rschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, …eft H.: **Untersuchungen an der Dieselmaschine.** Von *Kurt Neumann.* **Untersuchungen zur Dynamik des Zündvorganges.** Von *Otto Klüsener.* Berlin 1928, VDI-Verlag. 35 S. m. 64 Abb. u. 6 Taf. Preis 6 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 5,40 *RM*.

Die erste Arbeit[2]) berichtet über Versuche an einer ein…lindrigen Viertakt-Vorkammermaschine von 18 PS. Die …tersuchung der Strömungsvorgänge in Vorkammer und …linder ergibt die gleichen Werte für die Strömungsenergie … beim klassischen Dieselverfahren. Ebensowenig unter…heidet sich die Hauptverbrennung im Zylinder. Das End…ebnis ist für das Vorkammerverfahren recht günstig.

Die zweite Arbeit[3]) befaßt sich mit Versuchen in einem …lindrischen Explosionsgefäß von 5 l Inhalt, die die Fort…anzung der Flammenfront und die Entstehung der Druck…lle aufklären sollten. Eine tatsächliche kennzeichnende …derung des Druckverlaufes in dem Punkt, wo die Kugel…ammenfront den Zylindermantel erreicht, erhärtet die Anschauung von der kugelförmigen Fortpflanzung der Flamme. Es gelingt auch, aus den Schaulinien Zeitpunkt und Zustand zu ermitteln, bei dem die Druckwellenzündung einsetzt. [E 2389] Dr.-Ing. *Leitner*

Med Hammare och Fackla. Jahrbuch, 1. Bd. Herausgeg. von der St. Georgs-Gilde. Stockholm 1928, Selbstverlag. 188 S. m. Abb. Preis 5 Kr., zuzüglich 50 Öre für Porto.

In Schweden hat sich unter dem Namen „St. Örjans-Gille" (St. Georgs-Gilde) die alte Brüdergemeinschaft der Bergleute neu zusammengefunden, um die stolzen Überlieferungen früherer Jahrhunderte im Gedächtnis zu bewahren und um gemeinsam geschichtliche Forschung zu betreiben. Die erste Veröffentlichung der Gesellschaft in Form eines Buches mit dem Titel „Mit Hammer und Fackel", enthält eine Reihe größerer und kleinerer Arbeiten, die auch in Deutschland Interesse finden dürften, weil namentlich früher vielfache Beziehungen zwischen dem schwedischen und dem deutschen Bergbau bestanden.

Schon der erste und umfangreichste Aufsatz über die Geschichte eine Reihe mittelschwedischer Bergwerke von 1532 bis 1627 beginnt mit der Mitteilung, daß der Stralsunder Bürger *Joachim Piper* 1532 ein Privilegium zur Ausübung des Bergbaues in Schweden von König *Gustav Wasa* erhielt. Andre Deutsche folgten ihm, namentlich Leiter und Facharbeiter in allen neuen Unternehmungen, traten aber später gegenüber schwedischen Kräften zurück. Man gründete Gewerkschaften, gab Anteile aus und betrieb die Unternehmungen, wenn man nach den vielen Zahlenangaben urteilen darf, ganz kaufmännisch.

Daß die St. Georgs-Gilde nicht nur der schwedischen Berggeschichte Beachtung schenkt, beweist ein kleiner Aufsatz über die Erzveredelung und Schmiedekunst im alten Israel, der sich in der Hauptsache auf Angaben in der Bibel und auf Ausgrabungen stützt.

Besonders bemerkenswert ist für uns Deutsche eine Arbeit über den schwedischen Bergbau in *Georg Agricolas* Schriften. Vorweg sei aber bemerkt, das *Agricolas* „De re metallica"[1]) nichts Unmittelbares über die schwedischen Verfahren der Gewinnung und Verarbeitung von Erzen berichtet. In andern seiner Schriften finden sich aber mehr Angaben über den schwedischen Bergbau, die mit Erläuterungen wiedergegeben werden, weil sie teilweise recht unbestimmt sind, offenbar weil *Agricola* weder aus eigener Anschauung Schweden kannte, noch über unmittelbare Quellen verfügte. Ein Teil seiner Mitteilungen dürfte aus einer geographischen Arbeit von *Jakob Ziegler* aus dem Jahre 1532 stammen.

Einem Abschnitt über die Geschichte des Osmundeisens im 17. und 18. Jahrhundert folgt ein Bericht über die Erzeugungsberechnungen bei Stora Kopparberget in den Jahren 1625, 1660 und 1681. Wer glaubt, eine genaue Selbstkostenermittlung sei erst eine Errungenschaft der jüngsten Zeit, befindet sich im Irrtum. In den Berechnungen von Stora Kopparberget findet man genau angegeben, wieviel Erz, Holz, Kohle usw. in der Woche gebraucht werden, was die Rohstoffe kosten und wie groß die zu erwartende Ausbeute an Kupfer ist.

Eine Fahrt in die Sala-Grube, von einem französischen Reisenden beschrieben, gibt einen Eindruck von den damaligen Arbeitsverhältnissen, die so waren, daß man meistens nur Gefangene und auch Kriegsgefangene als Arbeiter verwenden konnte.

Bemerkenswert ist ein Bericht über die Taten schwedischer Bergleute in Spanien im 18. Jahrhundert. Welche Bedeutung in Schweden seinerzeit dem Bergbau im Staatsleben beigelegt wurde, geht daraus hervor, daß für die Bergwerksleiter und -Beamten eine besondere vom König genehmigte Uniform festgelegt wurde.

Es ist zu hoffen, daß die mit dem ersten Jahrbuch begonnene Schriftenreihe der St. Georgs-Gilde fortgesetzt wird, um historisch wichtige Geschehnisse in kritischer Bearbeitung aufzuzeichnen und so eine bedeutsame Quelle für die Geschichte des schwedischen Bergbaues zu werden.
[E 2367] *Reichardt*

The measurement of air flow. Von *E. Ower.* London 1927, Chapman & Hall, Ltd. 199 S. m. 73 Abb. Preis 15 sh.

Das vorliegende Buch ist aus den Studien des Verfassers im National Physical Laboratory und aus seiner Fühlungnahme mit Ingenieuren und Firmen der Ventilatorenindustrie entstanden. Es ist daher wissenschaftlich ein…

[1]) Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 8 (1928) S. 372. Vergl. a. S. 126 … Heftes.
[2]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 1241.
[3]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 1580.

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 1479.

wandfrei und dabei nicht zu schwer verständlich ausgefallen. Behandelt sind die Strömung von Luft in Rohren, das Pitotrohr, Düse, Staurand und Venturirohr, das Flügel-Anemometer, das Hitzdraht-Anemometer und die bei Strömungsmessungen üblichen Manometer. Die Ausführungen über das Pitotrohr und die Flügel-Anemometer beruhen zum großen Teil auf eigenen Untersuchungen des Verfassers. Besonders gründlich sind die Ähnlichkeitsbetrachtungen (S. 73 bis 76), bei denen auch der Einfluß der Schallgeschwindigkeit mit einbezogen ist. Ausführlich werden die vorläufigen Ergebnisse der Staurandmessungen von *Jakob* und *Kretzschmer* mit denen von *Hodgson* verglichen (S. 80 u. f.). Der Verfasser überschätzt aber ihre Übereinstimmung ein wenig, da ihm die endgültigen Versuchsergebnisse *Jakobs* und *Kretzschmers* (Forschungsarbeiten, Heft 311) noch nicht zugänglich waren. Auf S. 90 wird Düsenform für Venturirohre empfohlen; diese ist in Deutschland längst bekannt und eingeführt. Auf weitere Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden, so bemerkenswert noch vieles in dem Buch wäre. Es kann auch deutschen Lesern wohl empfohlen werden.

[E 2350] *Max Jakob*

Flugzeugbau und Luftfahrt, 12. H.: **Gleitflug und Gleitflugzeuge.** Von *F. Stamer* und *A. Lippisch.* 2. T.: Bauanweisungen und Bauzeichnungen. Charlottenburg 1928, C. J. E. Volckmann Nachf. 19 S. m. 8 Abb. und 5 Taf. Preis 2,50 *RM.*

Die Verfasser geben in äußerst gedrängter Form eine Bauanweisung für ein einfaches Gleitflugzeug. Der Aufbau ist an der Hand von 5 Tafeln mit Werkstattzeichnungen klar und übersichtlich erläutert. Die Anweisung erscheint geeignet, auch dem im Segelflugzeugbau noch Unerfahrenen die Möglichkeit zu geben, ein Gleitflugzeug herzustellen, das sich bereits in vielen Ausführungen auch bei Wettbewerben gut bewährt hat. Das Heftchen sei besonders den Gleit- und Segelflugvereinen empfohlen. [E 2373] Hü.

H. Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik. 8. Aufl. Von *Heinrich Gröber.* Mit einem Abschnitt über Hygiene von *J. Bürgers.* Berlin 1928, Julius Springer. 319 S. m. 308 Abb., 26 Zahlentaf. und 10 Hilfstaf. Preis 36 *RM.*

Die Heizungs- und Lüftungsanlagen in den verschiedenen Gebäudearten. Von *M. Hottinger* und *W. v. Gonzenbach.* Berlin 1929, Julius Springer. 191 S. Preis 10 *RM.*

Lehrbuch der Elektrotechnik. Von *E. Blattner.* 2. T. 4. Aufl. Bern 1928, K. J. Wyß Erben. 393 S. m. 342 Abb. Preis 15 *RM.*

VDE. Fachberichte der 33. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin 1928. Berlin 1928, Geschäftstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. 129 S. m. Abb. Preis 8 *RM.*

Selbstanschlußtechnik. Von *Martin Hebel.* München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 423 S. m. 240 Abb. u. 1 Anh. Preis 18 *RM.*

Der praktische Telegraphenhandwerker, 7. T.: **Aufbaupraxis in Fernsprech-Amts- und -Nebenstellenanlagen.** Herausgeg. von *Carl Westphal* unter Mitwirkung von *H. Benzig* und *H. Utesch.* Lübeck, Franz Westphal. 163 S. m. 135 Abb. Preis 4,80 *RM.*

Der neuzeitliche Straßenbau. Herausgeg. von *Hentrich.* 1. T.: **Allgemeine Straßenplanung.** Bearb. von *Ph. Rappaport* und *Karl Heller.* Halle a. d. S. 1928, Wilh. Knapp. 83 S. m. 46 Abb. Preis 8,20 *RM.*

Johow-Foerster, **Hilfsbuch für den Schiffbau.** 5. Aufl. *E. Foerster.* Berlin 1928, Julius Springer. 1. Bd.: 99 m. 688 Abb. 2. Bd.: 55 S. m. 56 Taf. Preis zus. 88 *R*

Psychotechnische Berufseignungsprüfung von Gießerei arbeitern. Von *Wilhelm Bültmann.* Berlin 1928, Ju Springer. 78 S. m. 32 Abb. Preis 8,25 *RM.*

Leitfaden für Gießereilaboratorien. Von *Bernhard Os* 3. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 64 S. m. 12 Preis 3,30 *RM.*

Spanlose Formung der Metalle in Maschinenfabriken d Gießen, Schmieden, Schweißen und Härten. Von *E Preger.* 2. Bd.: Schmieden und Stanzereitechnik. 9. *A* Leipzig 1929, Max Jänecke. 152 S. m. 165 Abb. P 3 *RM.*

Abhandlungen zur praktischen Geologie der Bergw schaftslehre, 17. Bd.: **Das Pandermitvorkommen von tan Tschair.** Von *A. Schlüter.* Halle a. d. S. 1 Wilhelm Knapp. 57 S. m. 18 Abb. Preis 5,80 *RM.*

Die Fermente und ihre Wirkungen. Von *Carl Op heimer.* 5. Aufl. 3. Bd.: **Die Methodik der Ferm** Herausgeg. von *Carl Oppenheimer* und *Ludwig cussen.* 5. Lfg. Leipzig 1929, Georg Thieme. 31 m. 57 Abb. Preis 28 *RM.*

Wege zum Wissen, 95. Bd.: **Die Kohle und ihre Wand gen.** Von *Max Naphtali.* Berlin 1928, Verlag Ulls 137 S. Preis 1,35 *RM.*

Sechsstellige Tafel der trigonometrischen Funktionen. *J. Peters.* Berlin und Bonn 1929, Ferd. Dümmler. 29 Preis 52 *RM.*

Vom Werden der naturwissenschaftlichen Probleme. *Friedrich Dannemann.* Leipzig 1928, Wilhelm Engelm 376 S. m. 82 Abb. Preis 19 *RM.*

Handbuch für den Außenhandel. Herausgeg. von *Wil Müller, Walther Becker, Max Findeklee.* Leipzig 1 J. J. Arnd. 1491 S. Preis 20 *RM.*

Baedekers Berg-Kalender 1929. 74. Jg. Vollst. neu b Essen 1929, G. D. Baedeker. 1. Bd.: 276 S. m. Abb. 2. 268 S. m. Abb. Preis zus. 6 *RM.*

Deutsches Biographisches Jahrbuch. Herausgeg. vom bande der Deutschen Akademien. Überleitungsband 1917 bis 1920. Stuttgart, Berlin und Leipzig 1 Deutsche Verlags-Anstalt. 770 S. Preis 24 *RM.*

The Colloid Chemistry of the Rubber Industry. Vo *A. Hauser.* London 1928, Humphrey Milford. 53 S 13 Abb. Preis 2 sh 6 d.

Handbuch des Reichsverbandes der Automobilindus 4. T. (Nachtragssammelband): Typentafeln für Neu struktionen 1929 von Personenkraftwagen, Lastk wagen, Omnibussen, Schleppern, Krafträdern, Trans dreirädern und einbaufertigen Aggregaten mit ei Dreisprachenverzeichnis (deutsch — französisch — lisch) der in den Typentafeln vorkommenden Wörter Fachausdrücke. Berlin 1929, Ernst Valentin Ve 194 S. m. Abb. Preis 2 *RM.*

Lebensfragen der deutschen Luftfahrt. Von *Otto F* und *Carl Pirath.* Stuttgart 1928, W. Kohlhammer. 6 Preis 2,50 *RM.*

Jahresberichte der Gewerbeaufsichtsbeamten und B behörden für das Jahr 1927. 1. bis 4. Bd. Berlin 1 Reichsarbeitsministerium. Preis zus. 15 *RM.*

Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung 17. Juli 1928. Von *F. Besser.* Berlin 1928, Verke wissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei Deutschen Reichsbahn. 219 S. Preis 6,50 *RM.*

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

73 SONNABEND, 2. FEBRUAR 1929 Nr. 5

ege der Luftfahrtforschung

Von E. EVERLING, Berlin-Schlachtensee

Während man der rechnerischen und versuchsmäßigen Forschung vorzuwerfen pflegt, daß sie den Ereignissen nacheile, ist sie in der Luftfahrttechnik oft führend gewesen; das zeigen Beispiele aus verschiedenen Teilgebieten des Faches. Daher kann auch für die Zukunft der wissenschaftlichen Forschung sowohl für unmittelbar drängende Fragen, als für weitere Ziele und für Sonderaufgaben eine führende Rolle zugewiesen werden. Das wird ausgeführt für die Strömungslehre, die Flugzeugdynamik, die Festigkeit des Aufbaues und die Eigenschaften der Baustoffe, für die Motoren, Meßgeräte und Hilfseinrichtungen.

Forschung und Anwendung

on dem Gestalter und mehr noch von dem Verkäufer technischer Werte wird dem Forscher mit seinen echnungen und Versuchen häufig vorgeworfen, er ne mit seinen Ergebnissen zu spät, er hinke hinter der sächlichen Entwicklung her, er mäße gewissermaßen den Gleisen warum und wieso, nachdem der Schnell- längst sicher vorbeigebraust sei; und damit nicht ug, er verfolge die toten Nebenstrecken, statt sich an Hauptrichtung des Fortschritts zu halten.

Es mag manchesmal zutreffen, daß der Forscher, der Versuchsbedingungen vereinzelt, um nicht in der lle der Veränderlichen unterzugehen, oder den Grund- en der Rechnung Zwang antut, um überhaupt etwas setzen und die Gleichungen auswerten zu können, über Einstellung auf seine Fragen das Ziel des Ganzen dem Auge verliert und die Richtlinien seines Auf- gs als Zwang erachtet. Es kommt häufig vor, daß erhoffte wissenschaftliche Erkenntnis und das för- liche Forschungsergebnis sich nicht termingemäß und ht im erwünschten Umfange liefern läßt. Das hat er erlebt, der innerhalb eines Fabrikbetriebes mit chen Aufgaben betraut war. Auch möchte der For- er weiter ausholen oder tiefer schürfen, er möchte vor em seine Ergebnisse sorgfältiger abrunden und ele- nter darstellen. Darauf kann aber der auf irgendein zept unbedingt angewiesene, von der Peitsche der eferfrist gehetzte Nutznießer dieser Forschungsergeb- sse meist nicht warten. So hat sich zwischen For- ung und Anwendung, zwischen Wissenschaft und Ge- ltung, zwischen Theorie und Praxis eine Kluft ge- net, die in vielen Fachgebieten nur einige wenige istesriesen wirklich zu überschreiten vermögen. Die hrzahl aber, die Kampftruppe technischen Fortschritts, gt hüben oder drüben, fühlt sich unsicher und halb- rtig.

Diese Kluft zu überbrücken, ist Aufgabe der ver- ndnisvollen persönlichen Zusammenarbeit, ist auch Ziel des Vereines deutscher Ingenieure und seiner itschrift. So sind sich gerade die führenden Gestalter r darüber, daß es auch in Zeiten schlechter Kon- ktur und im Ringen um die äußerste Verbesserung Wirkungsgrades gerade am meisten notwendig ist, Forscher in seiner Arbeit über den augenblicklichen darf, über die Antwort auf die drängenden Fragen aus gewähren zu lassen; scheinbar völlig entlegene gebnisse der reinen Wissenschaft führen oft unver- tet zu technisch-wissenschaftlichen Auswirkungen, sich der Entdecker selbst vielleicht am wenigsten te träumen lassen.

Das schlagendste Beispiel hierfür scheinen mir die rsuche der Physiker mit Kathodenstrahlen zu sein, die durch einen Zufall und durch den Scharfblick eines Forschers der Ausgangspunkt der heute so umfang- und segensreichen Röntgentechnik mit ihrer Anwendbarkeit sogar auf die Prüfung schwerer Metallteile wurden. Auf dem Wege über glückliche Einfälle und planmäßige Entwicklung wurden dieselben Kathodenstrahlen fast ein Menschenalter später auch der Funktechnik dienstbar gemacht; der Rundfunk, der dem Beginn unseres Vierteljahrhunderts das Gesicht gibt, wäre ohne sie nicht denkbar.

Ein andres Beispiel bietet die mathematische Theorie der analytischen Funktionen komplexer Zahlen, die auf verschiedenen Gebieten der Technik, z. B. zur Untersuchung einander rechtwinklig schneidender Kurvenscharen, wertvolle Dienste leisten können und in der Strömungslehre, vor allem für die Zwecke der Luftfahrt, eine Reihe praktischer Anwendungen, z. B. zum Bestimmen der Druckverteilung auf angeblasenen Körpern, gefunden haben.

Die Luftfahrt ist überhaupt ein Zweig der Technik, der sich in seiner ganzen Entwicklung in besonderem Maß auf wissenschaftliche Forschungen, Berechnungen wie Versuche, stützen konnte, auch auf solche, die der eigentlichen Entwicklung, der praktischen Gestaltung weit voraus eilten. Dies näher zu begründen, die Bedeutung der Forschertätigkeit für die Luftfahrt, die Ziele der Luftfahrtforschung und ihre Einzelaufgaben darzulegen, wird im folgenden versucht.

Luftfahrt und Forschung

Ein beinahe tragikomisches Beispiel dafür, wie die Luftfahrtforschung den Tatsachen vorauseilt, bietet der Segelflug. Da läßt sich theoretisch erweisen, daß ein Flugzeug und ein Vogel nicht bloß im Aufwind ohne Vortrieb Höhe erhalten oder gar gewinnen können, sondern auch durch zweckvolle Bewegungen, z. B. taktmäßiges Kreisen, in Windsprüngen oder in bestimmten regelmäßigen Windschwankungen, wie sie gelegentlich wohl vorkommen können[1]). Einwandfrei beobachtet ist aber trotz aller Bemühungen bisher bei Segelflug-Wettbewerben, wie beim Abdrosseln von Motorflugzeugen oder beim Betrachten und Vermessen von Flugtieren lediglich der erstgenannte statische Segelflug im Aufwind, der durch Übergang der Luftströmung von Wasser auf Land, durch Stau an Dünenketten, Gebirgen (und Meereswellen), wie durch die verschiedene Wärmewirkung der Sonnenstrahlen entsteht und gelegentlich durch die begleitende Kondensation und Wolkenbildung zu erkennen ist. Das Herauskämmen der Energie aus den Windschwankun-

[1]) Vergl. die Zusammenstellung von *E. Everling*, Zur Mechanik des Segelflugs, Z. f. Flugtechnik und Motorluftschiffahrt Bd. 14 (1928) S. 152.

gen oder Windsprüngen ist bisher nicht verwirklicht worden[2]); man kann also sagen, das dynamische Segeln ist bisher nur den Theoretikern gelungen.

Mag es nun beim Segelflug praktisch-wirtschaftlich nicht bedeutsam genug erscheinen, die Verwirklichung der theoretischen Möglichkeiten zu erzwingen, so lehrt das folgende Beispiel deutlich, daß die Strömungsforschung bahnbrechen und der luftfahrtechnischen Gestaltung Wege zum Erfolg weisen konnte: die Grenzschicht strömender Flüssigkeiten und Gase an der Oberfläche umströmter Körper, die *Prandtl* als fruchtbare Arbeitshypothese zur Erläuterung der Strömungskräfte an Körperoberflächen einführte, später auch sichtbar machte und gemeinsam mit *Betz* und beider Schülern sogar körperlich zu erfassen, zu messen und — zu entfernen vermochte. So ergab sich neben der Erklärung vieler Vorgänge auch das Mittel, sie zu beeinflussen und zu beherrschen. Die Theorie der Potentialströmung reibungsloser Flüssigkeiten reicht ja nicht aus, den Widerstand und das erste Entstehen der Zirkulation, also des Auftriebs oder des Quertriebs, zu erklären. Die Berücksichtigung der Zähigkeit in den Strömungsgleichungen bietet mathematische Schwierigkeiten, wenn man nicht die Trägheit vernachlässigen kann. Das ist aber gerade da gestattet, wo die Zähigkeit nicht vernachlässigt werden darf, eben nahe der Oberfläche des umströmten Körpers, in der Grenzschicht, die also wie die Schmierschicht eines Lagers behandelt werden kann.

Physikalisch betrachtet, stellt die Grenzschicht den Teil der Flüssigkeit vor, der infolge der Wandreibung seine Strömungsenergie teilweise verloren hat, daher seine Geschwindigkeit nicht mehr in den Gegendruck am Körperende umsetzen kann, sich also zusammenschoppt, ablöst und zu Wirbeln aufrollt (strömungsmechanisch stellt die Grenzschicht selbst schon einen Wirbel dar), die dann als Wirbelstraße den Widerstand und als wegschwimmende Anfangswirbel die zurückbleibende Zirkulation, z. B. um einen Tragflügel und damit dessen Auftrieb, erklärlich machen. Ist es auch nicht gelungen, den Ort dieser Ablösung für alle Körper vorauszuberechnen, die Wirbel und ihre Widerstandwirkung vorherzubestimmen, so konnte doch manches bis dahin Rätselhafte, z. B. die Verminderung des Widerstands in turbulenter Strömung, durch diese Anschauung erklärt werden.

Vor allem ließen sich Richtlinien für die zweckmäßige Gestaltung umströmter Körper und Maßnahmen zum Verringern des Widerstandes auch bei durchströmten Düsen, zum Erhöhen des Auftriebs in bestimmten Fällen durch Absaugen der Grenzschicht, durch Wegblasen der Grenzschicht, vor allem mittels der Spaltflügel[3]), durch Bewegen der Körperoberfläche bei den Windwalzen (Rotoren) gewinnen; dabei handelt es sich stets um eine Energiezufuhr[4]) zur Grenzschicht oder um Beseitigung des energieschwachen zum Ablösen und zur verlustreichen Wirbelbildung bereiten Teiles der strömenden Flüssigkeit.

Auch die Tragflügeltheorie *Prandtls* und seiner Schule, deren Ergebnisse durch Modellversuche im Windkanal glänzend bestätigt wurden, gab dem Gestalter der Tragwerke größere Sicherheit und neue Wege: Endscheiben z. B. bringen keine wesentlichen Vorteile; aber die gegenseitige Beeinflussung der beiden Tragflächen von Doppeldeckern läßt sich ebenso vorausbestimmen wie der Abwind des Tragdecks am Ort des Höhenleitwerks.

Auch die Naturforschung hat wertvolle Fingerzeige geliefert: schon vor dem Kriege wies *Ahlborn* auf den eigenstabilen Zanonia-Samen hin, der das Vorbild für die Tauben wurde, aber aus Gründen der Wendigkeit und Wirtschaftlichkeit andern Formen weichen mußte.

[2]) Eine von mir in den „Physikalischen Berichten" Bd. 2 (1921) Heft 9 S. 503 wiedergegebene gegenteilige Beobachtung von *E. H. Hankin* steht vereinzelt da; ich vermag sie nicht zu glauben. Die verfügbaren Windenergien dürften übrigens nur in Ausnahmefällen ausreichen.

[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 645.

[4]) Von diesem Gesichtspunkt aus ist die Grenzschichtfrage behandelt in meinem Beitrag: „Strömungskräfte an Fahrzeugen" zum Handbuch der Physikalischen und Technischen Mechanik von *F. Auerbach* und *W. Hort*, Bd. 6, Lieferung 2, Leipzig 1928, Johann Ambrosius Barth, S. 548 bis 600, mit ausführlichen Literaturangaben.

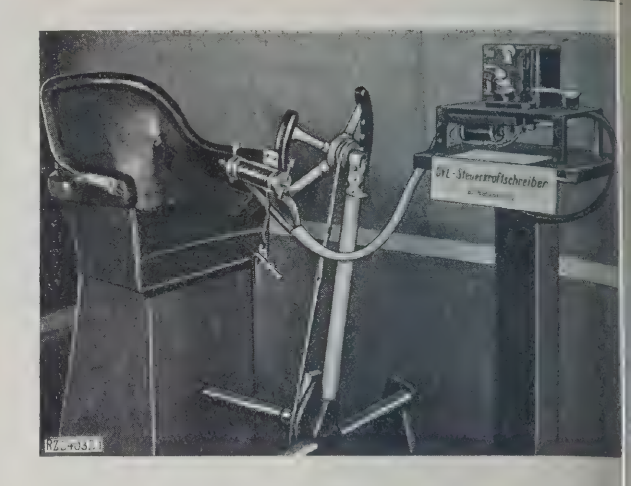


Abb. 1. Steuerkraftschreiber der DVL am Handrad einer Flugzeugsteuerung vor dem Führersitz.

Abb. 1 bis 5. Von der Ausstellung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin 1928.

Sogar in der Frage des Gesamtaufbaues hat die F schung einen Vorsprung: bereits 1910 meldete *Junkers* das Nurflügelflugzeug zum Patent an, das sich gewiss maßen in allen Teilen selbst trägt[6]). Bis heute kon es, auch bei den größten geplanten Baumustern, ni verwirklicht werden, da vor allem die Bodenberühru abweichende Formen bedingt. *Junkers*, der seinen Fab ken eine besondere Forschungsanstalt angegl dert hat, ist auch nur durch planmäßige rechnerische u Versuchsarbeit zu seiner heutigen Leichtmetallbau mit freitragenden Tiefdeckern gekommen, die bereits dem kleinen Versuchsflugzeug, Baumuster F 13, ein bemerkenswerten Höhepunkt erreicht hat.

Auf dem Gebiete der Flugzeugmechanik sind Le stungsgrenzen[7]), auch für Treibschrauben[8]), festgele worden, die vor allem stark abweichenden Neuerung gegenüber eine gewisse Sicherheit in der Beurteilu geben. Die rechnerische Untersuchung des Höhenflug eilt noch heute den Höhenrekorden vorauf, auch seit d Höhenmotoren in Betracht kommen.

Aerologisch wurde der zukünftige Höhenluftverke bereits vor dem Kriege durch Freiballon-Hochfahrt vorbereitet, unter denen die von *A. Wigand*[9]) und sein Mitarbeitern neben meteorologischen, optischen und luf elektrischen Beobachtungen auch die Zusammensetzu der Luft, die schädliche Strahlung, die funkentelegraph sche Empfangstärke, die Ursachen der Wolken- u Nebelbildung bis zu 9,4 km erfaßte.

Nach diesen Beispielen brauchen wir nicht erst d von andern Gebieten übernommenen Forschungserge nisse und ihre Wirkungen im Motorenbau, bei der En wicklung der Leichtmetalle und anderes mehr zum B weis heranzuziehen, daß in der Luftfahrt die Forschun die allgemein wissenschaftliche, wie die besonder Zielen zustrebende, der Gestaltung oft vorausgeeilt is

Aufgaben der Luftfahrtforschung

Im Vorigen wurde absichtlich die Rolle unte strichen, die der Gewinnung allgemeiner Erkenntnis neben der Untersuchung mit unmittelbaren Einzelziele Hand in Hand mit der Prüfung, zukommt. Diese werde dadurch in ihrer Bedeutung für die nächsten Schritte de Fortentwicklung nicht herabgesetzt. Daß wir d

[5]) Bei dieser Gelegenheit weisen wir darauf hin, daß Prof. Dr.-Ing. E. Dr. h. c. *H. Junkers*, dem der Verein deutscher Ingenieure im Jahre 19 seine höchste Auszeichnung, die Grashofdenkmünze, verliehen hat, a 3. Februar d. J. sein 70. Lebensjahr vollendet. Vergl. a. das Buc *Junkers*, Berlin 1929. VDI-Verlag.

[6]) Z. Bd. 68 (1924) S. 1041.

[7]) Siehe den Beitrag nach Anmerkung [4]).

[8]) *G. Madelung*, Beitrag zur Theorie der Treibschrauben. Jah buch 1928 der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V., Münch und Berlin, R. Oldenbourg, S. 27.

[9]) *A. Wigand*, Die Halleschen Wissenschaftlichen Freiballonfahrte Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre, Bd. 7 (1917) Heft 4; au *A. Wigand* und *E. Everling*, Spannungsgefälle und vertikaler Leitung strom bei Hochfahrten im Freiballon, Annalen der Physik Bd. 66/4 (19 S. 26; beide mit Literaturangaben.

…lforschung überhaupt leisten können, beruht auf …Schatz allgemeiner Erkenntnisse, auf den wir zu…greifen können; daß wir sie auch da leisten müssen, …ie breitere Forschungsgrundlage erwünscht wäre, … größtenteils an unserer Wirtschaft: wie ein armer … seine Vorräte nicht im Großen für längere Zeit be…n kann, so muß auch unsere technische Wirtschaft … auf die Ersparnis verzichten, die in einer Gewinnung … zusammenfassenden Forschungsergebnissen an Stelle …inzelerkenntnissen läge.

…aß in der Luftfahrt die Forschung auf weite Sicht … mit breiter Grundlage nicht zu kurz kommt, ver…en wir neben den mehrfach erwähnten Göttinger …chern und andern Instituten der Deutschen Ver…sanstalt für Luftfahrt Berlin-Adlershof, die außer …laufenden Prüfungen des Luftfahrtgeräts und außer

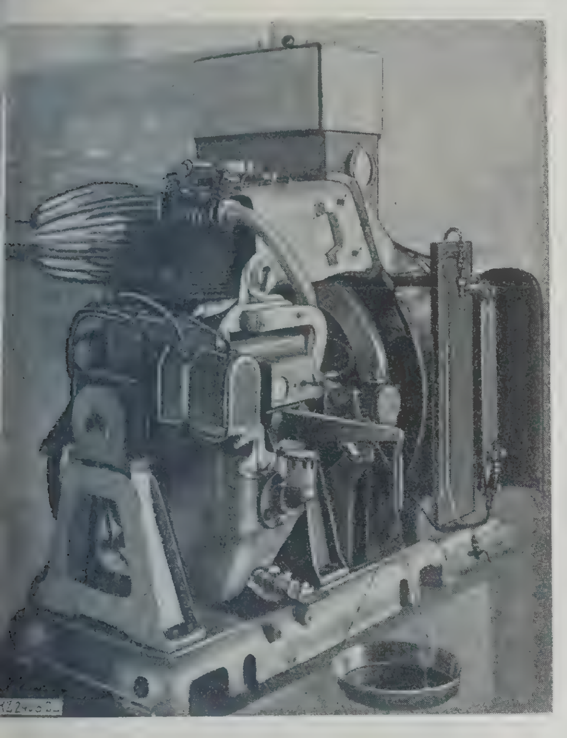


Abb. 2
Einzylindermotor der DVL für Höhenflugversuche.

… erforderlichen Lösung von Tagesfragen und Einzel…gaben, wie der Entwicklung besonderer Meßgeräte, …h eine großzügige allgemeine Forschung betreibt; … Richtung vermag der Eingeweihte in dem bunten …aik der zahlreichen, nur scheinbar auseinanderstre…den Einzelveröffentlichungen aus der Deutschen …suchsanstalt für Luftfahrt[10]) zu erkennen.

Auf einer Ausstellung wie der Internationalen …tfahrt-Ausstellung 1928, vergl. Abb. 1 bis 5, lassen … freilich nur Meßgeräte, Versuchsanordnungen, Ver…ren, Ergebnisse und Anwendungen der Einzelfor…ung darstellen. Doch steckt z. B. hinter den Ver…hen an belasteten Tragflügeln, Abb. 5, die große …ge, wie weit man aus der Durchbiegung eines be…teten Leichtbaufachwerkes auf seine Bausicherheit … Bruchfestigkeit schließen kann, die für die wirt…aftliche Herstellung neuer Muster ohne Zerstörung … Probestückes bedeutsam ist; und die Versuche, bei …gmotoren den Leistungsabfall in abnehmender Luft…hte zu vermeiden, sind ein Teil aus dem Forschungs…iet des Höhenflugs und Höhenluftverkehrs, der auf … Verkürzung der Reisezeit bei gleichzeitig verbesserter …rtschaftlichkeit abzielt.

… Wirtschaftlichkeit[11]) ist ja die große Kern…gabe der Luftfahrtentwicklung und damit auch der Luftfahrtforschung. Nicht nur deshalb, weil die Unternehmer des Luftverkehrs[11a]) wie auch andrer Anwendungen des Flugzeugs auf die Dauer Dividenden verteilen wollen; die in öffentlichen Beihilfen verkörperte Arbeitskraft der Allgemeinheit mag gleichfalls nicht viele Jahrzehnte lang den überwiegenden Kostenanteil der Luftfahrtbetätigung tragen; denn der Anteil an den Energievorräten der Erde, den ein Glied der Technik beansprucht, muß im richtigen Verhältnis zu seiner Gesamtleistung stehen. Auch hier ist ja der Maßstab das Geld: solange die Aufwendungen für einen Flug nicht höher sind als die Summe der Beträge, die von Benutzern und allen andern Interessenten (z. B. vom Reich mit Rücksicht auf die kulturelle Bedeutung der Luftfahrt oder von einzelnen Städten zwecks Anschluß an den Luftverkehr) beigesteuert werden, so lange ist das energiewirtschaftliche Gleichgewicht gegeben. In verschiedenen Ländern ist aber schon heute ein Abbau der Luftverkehrsbeihilfen vorgesehen; mit andern Worten, wir nähern uns allmählich der kritischen Grenze für jenes Gleichgewicht.

Das Fliegen muß also billiger werden, damit die Grenze zurückverlegt wird; die Selbstkosten, vor allem der Betriebstoffverbrauch, der an sich allein jetzt für das Personenkilometer dem Preis einer Fahrt in der zweiten Schnellzugklasse gleichkommt, müssen vermindert werden. Auf der anderen Seite sind die Zeitersparnis der Gesamtreise und andre Vorzüge des Luftverkehrs, auch die Bequemlichkeit, ferner die Verkehrshäufigkeit, die Zuverlässigkeit, Regelmäßigkeit und Sicherheit so zu erhöhen, daß den beförderten Reisenden und dem Versender von Frachtgütern höhere Preise zugemutet werden können, daß die Anlieger zu Opfern bereit sind, den Verkehr zu fördern.

[10]) Vergl. die zahlreichen Berichte im Jahrbuch 1928 der DVL, …merkung [8]).

[11]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 1374, auch *O. Blum* und *C. Pirath*, …ensfragen der deutschen Luftfahrt, Stuttgart 1928, W. Kohlhammer.

[11a]) Vor zehn Jahren, am 5. Februar 1919, nahm die Deutsche Luftreederei die erste deutsche Luftverkehrsstrecke, und zwar zwischen Berlin und Weimar, in Betrieb.



Abb. 3
Neuzeitliche Profile von Flugzeugbauteilen der Firma Dornier Metallbauten G. m. b. H.

daß man sich allgemein der Flugpost, die schon jetzt wirtschaftlich sein könnte, bei jeder Gelegenheit bedient[12]).

Als besonders wichtige Teilaufgabe der Forschung mit dem Ziel größerer Wirtschaftlichkeit seien die Mittel zur Förderung des Fliegens ohne Sicht der Erde, des Nacht- und Nebelfluges[13]), sowie die z. Zt. durch besondere Maßnahmen der beteiligten Stellen vervielfachten Bemühungen zum Vermeiden von Ermüdungsbrüchen[14]), vor allen an den hoch beanspruchten Kurbelwellen, erwähnt.

Wege der Luftfahrtforschung

Wie diese Ziele erreicht werden, kann wiederum lediglich an Beispielen aus den verschiedenen Arbeitsgebieten gezeigt werden; dabei werden wir uns mit der Schilderung des schon Errungenen bescheiden müssen, um den berufenen Sonderfachleuten nicht vorzugreifen.

Die Strömungslehre, die noch gegen Kriegsende von damals maßgebenden Persönlichkeiten als ein ganz untergeordnetes Gebiet angesehen wurde, hat an der Weiterentwicklung der Flugzeuge seitdem den Löwenanteil: die Vervollkommnung der Formen, die Vermeidung aller schädlichen Widerstände, die sorgfältige Wahl günstiger Flügelschnitte für jeden Zweck, die planmäßige Erforschung des Zusammenwirkens von Tragflügel und Treibschraube, die Sicherung gegen Überziehen durch selbsttätig vorkippende Hilfsflügel, die Verfeinerung der Rechenverfahren für besondere Anordnungen. Auf diesen und andern Wegen schreitet die Forschung, vor allem mit Hilfe der Modellversuche im Windkanal und der Messung im großen Flugzeug, stetig vorwärts. Auf theoretischem Gebiet gilt es unter anderm, eine einfache Formel für Flügelprofile zu finden, die die planmäßige Anordnung der Versuchsergebnisse zu verallgemeinern gestattet.

In der Flugzeugdynamik, der Mechanik des Fluges, hat vor allem die Erforschung der verwickelten Trudelbewegungen als Sondergebiet der Flugzeugstabilität Fortschritte gemacht. Die künstliche Stabilisierung der Flugzeuge, die sich nicht nur auf die Sicherung des Fluges — dazu genügte ja ein Querstabilisator —, sondern darüber hinaus auch auf die Kurshaltung und Höhenregelung erstreckt, ist in den Grundzügen längst theoretisch geklärt[15]), aber erst neuerdings praktisch verwirklicht worden. Die Wichtigkeit der Versuche im fliegenden Flugzeug[16]) mit genauen Messungen war schon vor dem Krieg erkannt, doch machte die Ausbildung der Meßgeräte erhebliche Schwierigkeiten; der VDL ist es aber gelungen, auch die Steuerkraft, die der Führer aufzuwenden hat, aufzuzeichnen, Abb. 1. Bei Berechnen der Flugleistungen und Flugeigenschaften sind zeichnerische Verfahren[16]) vorteilhaft; sie bedürfen der weiteren Durchbildung als wertvolles Hilfsmittel der Forschung.

In diesem Zusammenhange sei auch eines noch viel zu wenig verwendeten Hilfsmittels der Flugzeugforschung gedacht, der Statistik ausgeführter Flugzeuge, die mit geeigneten Umrechnungsverfahren und Vergleichsgrößen wertvolle Ergebnisse liefert[17]).

[12]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1394.

[13]) s. z. B. Z. Bd. 72 (1928) S. 1426 und *E. Everling*, Meßgeräte für den Luftverkehr im Nebel, Verkehrstechnische Woche Bd. 20 (1928) S. 632.

[14]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1881.

[15]) *R. Grammel*, Der Kreisel; Braunschweig 1920, Friedr. Vieweg & Sohn, S. 285.

[16]) s. den in Anmerkung [4]) angeführten Beitrag.

[17]) Vergleichsgrößen zur Flugzeugstatistik, Z. f. Flugtechnik und Motorluftschiffahrt Bd. 17 (1928) S. 202; dort weitere Literatur.

Die Flugzeugstatik, die einerseits äuß
Gewichtsersparnis zulassen, anderseits Sicherheit
bleibenden Formänderungen auch gegen örtliche K
angriffe und gegen Schwingungsbeanspruchungen gew
leisten soll, muß verwickelte Raumfachwerke, eins
oder allseitig mittragende Flügelbekleidungen und h
belastete Knotenpunkte betrachten. Sie hat die Rec
verfahren vor allem für mehrfach unbestimmte F
werke vervollkommnet und die Belastung einzelner T
Abb. 4, wie ganzer Flugzeuge, Abb. 5, so ausgebaut,
die Rechnungen nachgeprüft und weitere Erkenntn
gewonnen werden konnten.

Hand in Hand damit sind die Baustoffe auf
Schwingungsfestigkeit, Bearbeitbarkeit, Abb. 3, Fe
und Wetterbeständigkeit zu untersuchen. Auch hier
neben dem planmäßigen Prüfen die tiefere Erforsch
des Feingefüges dem Fortschritt Wege gewiesen. I
weitere Aufgabe stellt der Bedarf an Bauteilen, die a
bei höherer Temperatur fest genug bleiben.

Dies ist vor allem für den Höhenmotor wic
der seine Leistung bei geringem Luftdruck durch ei
Abgasturbinenverdichter aufrecht erhält, Abb. 2. Ne
dings ist es gelungen, durch Hineinverlegen des Verd

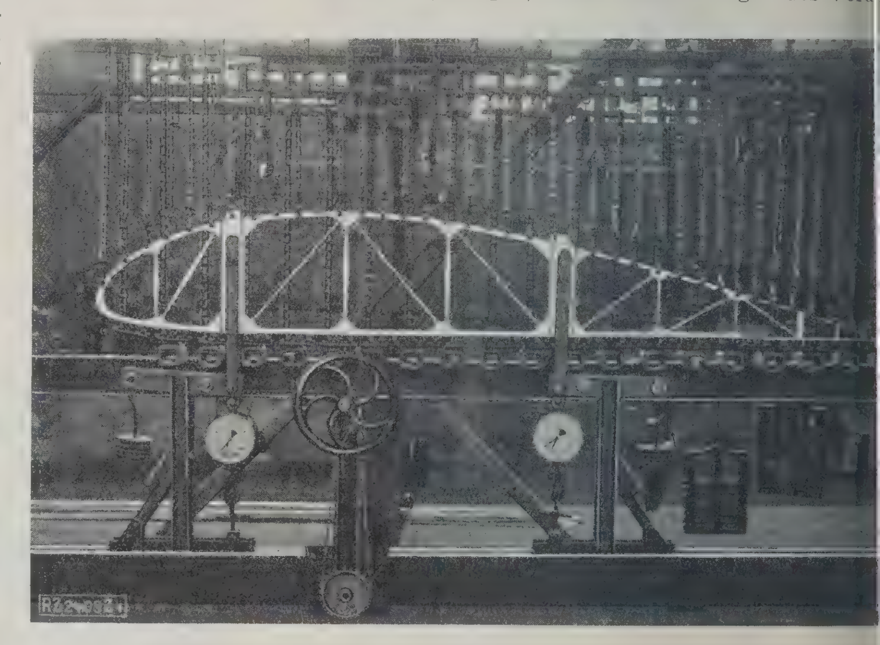


Abb. 4
Prüfstand der DVL für Durchbiegung und Festigkeit von Flugzeugrippen.

ters in die Turbine deren Schaufeln mit der Frischl
zu kühlen. Daneben bleibt die Frage eines Schwe
ölmotors von — wenigstens für längere Flüge
hinreichend geringem Gewicht und sparsamem V
brauch, die eine Fülle brennstoffchemischer, therm
dynamischer, konstruktiver und baustofftechnischer F
schungsaufgaben bedeutet. Ergebnisse ganz abgelegen
Fachgebiete sind zu verwerten bei dem Bestreben, d
Auspuffschall der Motoren und auch das G
räusch der Luftschrauben zu dämpfen; hier
man nach anfänglichen wissenschaftlichen Ansätzen lan
Zeit fast nur durch tastendes Versuchen und sehr lan
sam vorwärts gekommen.

Von dem Flugzeugzubehör sei das Fun
gerät erwähnt, das nach neueren Versuchen vor alle
auf den kurzen Wellen wertvolle Dienste zu leisten ve
spricht, dessen Verwendung für Peilzwecke aber ein
weiteren Klärung der Wetter- und Geländeeinflüsse b
darf; ferner die Bordgeräte, vor allem die Kompasse, d
es von den Bewegungen des Flugzeuges und von den St
rungen durch dessen Eisenmassen unabhängig zu mach
gilt; der Kreisel, der sich für Neigungsmesser u
Wendezeiger bewährt hat, konnte diesem Zweck weg
des hohen Gewichts bisher nicht dienstbar gemacht werde

ls Sicherheitsgerät sei ...lich noch der Fallschirm genannt, über den ...vereinzelte wissenschaft... Arbeiten veröffentlicht ...en; hier gilt es vor allem, ...öffnungsvorgang rechne... und versuchsmäßig ge... zu erforschen, da von ... richtigen Leitung die ...chkeit abhängt, auch bei ... Fluggeschwindigkeiten ...Entfaltungsstoß für den ...ringenden erträglich zu ...n.

...on Sonderbauar... mit Schwingen, Hub...uben oder Tragschrau...verspreche ich mir im ...lick auf die Wirtschaft...eit nicht viel. Der Rück...derantrieb scheint ...für die nächste Zeit nur ...der Registrierrakete zur ...erforschung verwendbar. Im übrigen bedarf hier die ...e des Heizstoffes gründlicher Klärung, zumal der Wir...sgrad eines Rückstoßervortriebes um so schlechter ..., mit je besserem Wirkungsgrad und je größerer Steig... die Rakete selbst arbeitet.



Abb. 5
Flügelfestigkeitsprüfung der DVL an einem Junkers-Doppeldecker T 26 im Belastungsfall des Abfangens.

Luftfahrtforschung und Nachwuchs

So schließt die Betrachtung aller Gebiete mit einem ...zeichen, das nur in wenigen Fällen die Einzelfor...ng beantworten kann. Aber der vertieften wissenschaftlichen Forschung sind die Zeiten nicht günstig. In einem verarmten Volk, das die Handarbeit höher bewertet als die Kopfarbeit, das seine Zivilisationsideale in der Neuen Welt sucht und das technische Erzeugnis, sogar das Herstellverfahren, höher schätzt als die geistige Erkenntnis und die Denkvorgänge, ist wenig Raum für den Forscher, der auf den Grund zu dringen strebt.

Diese Denkweise hat auch unsere Hochschulen schon ergriffen. Es ist nicht nur das Werkstudententum, nicht nur die Not daheim schuld, wenn heute Jünger der Wissenschaft seltener als früher bereit sind, sich bis zum Letzten in eine Aufgabe zu vertiefen, wenn viele das übermittelte Rezept der erarbeiteten Erkenntnis vorziehen. Hier droht der Zukunft unserer Technik eine Gefahr, auf die von Lehrern und Freunden der Technischen Hochschulen, von Vertretern der Behörden und der Wirtschaft mehrfach eindringlich hingewiesen worden ist. Mögen ihre Stimmen überall Gehör finden, ehe es zu spät ist! Möge der Nachwuchs auch in der Luftfahrt und für die Luftfahrtforschung von der alten Garde, von den Pionieren und Autodidakten, lernen! [B 2403]

...m Bau des Schiffshebewerkes Niederfinow

Das nach dem Entwurf der Reichswasserstraßen-Ver...ung[1]) im Bau befindliche Schiffshebewerk im Groß...fahrtsweg Berlin – Stettin[2]) wird mit 36 m Hubhöhe, ... Troglänge und 12 m nutzbarer Trogbreite alle bisher ...ehenden Schiffshebewerke bei weitem übertreffen. Es wird zur Überwindung des Höhenunterschiedes zwischen dem Hohenzollernkanal und der Alten Oder dienen und somit die seit 1914 in Betrieb befindliche, aus vier Stufen von je 9 m Gefäll bestehende Schleusentreppe, die den Anforderungen des ständig größer werdenden Verkehrs[3]) nicht mehr gewachsen ist, entlasten. Da der Hang außerordentlich schlechte Bodenverhältnisse aufweist, wird das Hebe-

[1]) Vergl. a. *Ellerbeck*, Z. Bd. 71 (1927) S. 787.
[2]) s. *Mattern*, Z. Bd. 57 (1913) S. 1331 u. f., s. *Buchholz*, Z. Bd. 57 (1913) ...9 u. f., Bd. 58 (1914) S. 88 u. f.
[3]) Der Verkehr auf dem Kanal ist von 868 000 t im Jahre 1923 und 1 662 000 t 1925 auf 2 110 000 t im Jahre 1927 gestiegen.



Abb. 1
Baugrube für das Schiffshebewerk Niederfinow, Bauzustand im November 1928.

werk in einem größeren Abstand vom Hang erbaut und durch eine Kanalbrücke von 156 m Länge mit der oberen Wasserhaltung verbunden.

Den Zustand der Baugrube im November 1928 zeigt Abb. 1. Die Bauarbeiten an den Gründungen sind bereits so weit vorgeschritten, daß im Herbst 1929 mit dem Aufbau der Eisenkonstruktionen begonnen werden kann. Infolge der Ungunst der Bodenverhältnisse mußte man die Gründungen bis auf 20, teilweise sogar bis auf 21,5 m unter die Geländehöhe hinunterführen. Zu diesem Zwecke wurde die Baugrube unter Grundwassersenkung zunächst bis auf 8 m Tiefe ausgehoben, sodann wurden insgesamt 9 Senkkasten, Bauart der Firma Christoph & Unmack, Tiefbau G. m. b. H., Berlin, Abb. 2 bis 4, nach dem Druckluftverfahren abgesenkt. Von diesen Kasten hat einer $6 \times 15\ m^2$, je zwei haben $10,5 \times 12,4\ m^2$ und $12,3 \times 23,5\ m^2$, die vier übrigen $11,5 \times 16,5\ m^2$ Grundfläche. Das Grundwasser war hierbei um etwa 10 m gesenkt und wurde mittels Druckluft auf der erforderlichen Tiefe gehalten. Nach der Absenkung werden jetzt die Kasten ausbetoniert und die vollen Betonblöcke durch eine 4 m dicke Betonplatte verbunden.

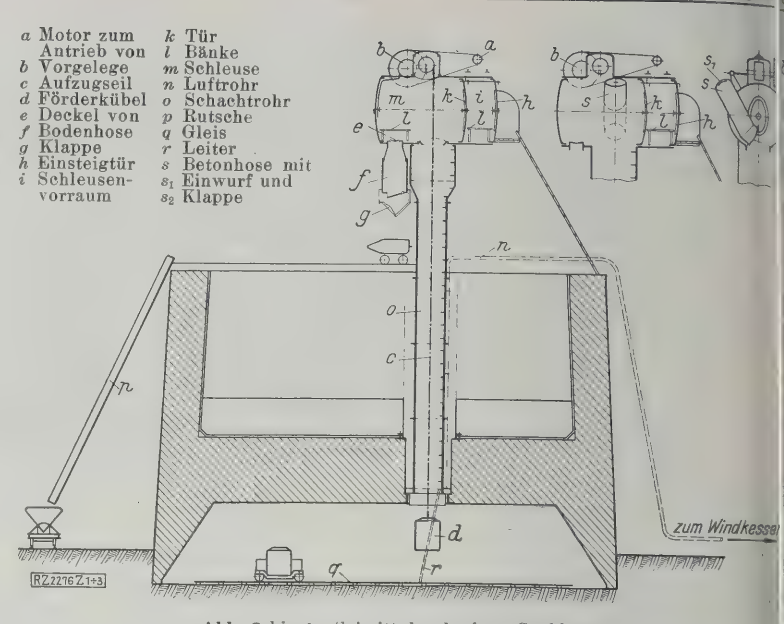


Abb. 2 bis **4.** Schnitt durch einen Senkkasten.

Zur Erzeugung der Druckluft dient eine in einem besondern Maschinenhaus aufgestellte Lokomobile von 120 PS, für die ein Elektromotor von 100 PS als Aushilfe dient. Sie treibt fünf Verdichter von je 600 m^3/h Leistung.

Der Beton wird aus der Mischanlage in Loren selbsttätig mittels unendlichen Seiles unter einen Kabelkran von 3 t Tragkraft gebracht, der mit rd. 240 m Spannweite die Baugrube überspannt und die Betonkübel zu den Senkkasten befördert. [M 2276]

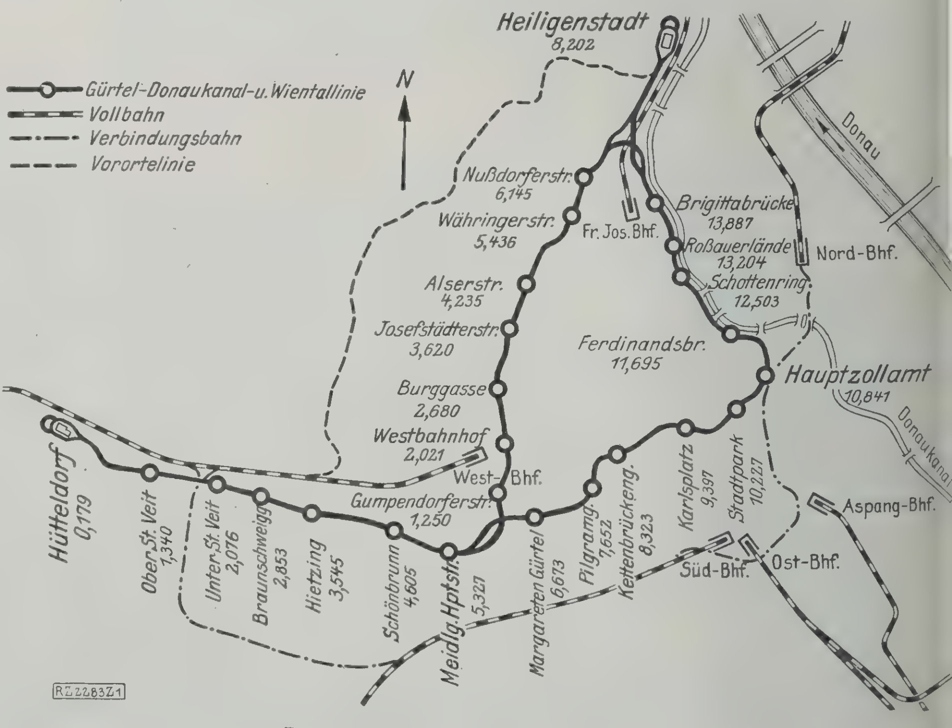
Berlin *H. Seidel*

Die Wiener Stadt- und Vorortbahnen

Die Verkehrsnot der Stadt Wien nach dem Kriege war infolge der Einstellung des Betriebes auf der Stadtbahn außerordentlich groß; daß diese im Jahre 1922 teilweise wieder in Betrieb genommen wurde, bedeutete nur eine unmerkliche Entlastung für den Straßenbahnverkehr. Eine wesentliche Verkehrserleichterung versprach man sich auch von der vollen Indienststellung mit Dampfbetrieb nicht, und man beschloß daher die Umstellung wenigstens der Wiental-, Gürtel- und Donaukanallinie, s. den Streckenplan, auf elektrischen Betrieb, die, abschnittweise durchgeführt, am 20. Oktober 1925 auf dieser Bahn vollendet war. Von einem engen Zusammenschluß des Stadt- und Straßenbahnbetriebes erhoffte man weitere Vorteile. Im Hinblick auf die voraussichtliche gemeinsame Entwicklung dieser Bahnen wird die Stadtbahn mit Straßenbahnwagen betrieben; maßgebend war hierbei wohl der Plan einer Untergrundbahn, dessen Verwirklichung an der finanziellen Seite des Planes vorläufig gescheitert ist.

Auf der Stadtbahn verkehren Züge von drei bis neun Wagen; Trieb- und Anhängewagen haben gleiche Abmessungen. Das Gewicht eines Dreiwagenzuges beträgt 34,8 t. Der Wagenkasten ist 10,7 m lang. Die Triebwagen bieten 47, die Anhängewagen 53 Sitz- und Stehplätze. Der Wagenkasten ruht auf ei zweiachsigen Laufgestell von 3,6 m Radstand. Die Tr wagen sind mit zwei 750 V-Gleichstrommotoren ausgerü deren Stundenleistung bei 680 U/min 70 kW beträgt. 0,5 m/s^2 Anfahrbeschleunigung, 0,7 m/s^2 Bremsverzöger und 38 km/h Fahrgeschwindigkeit werden 24 km/h Reis schwindigkeit erreicht. Eine selbsttätige Signalanlage eingerichtet und ermöglicht eine Zugfolge von 14 min.

Die Straßenbahnen wurden durch bedeutende Um- Neubauten ebenfalls auf eine höhere Verkehrsleistung bracht. Dank aller Maßnahmen hat das Verkehrsbedür und die Verkehrsleistung bedeutend zugenommen; die St bahn beförderte im Jahre 1926 90 Mill. Fahrgäste (1 41 Mill.), die Verkehrsleistung der zusammengeschlosse Verkehrsmittel (Stadtbahn, Straßenbahn und Autobus) trug im gleichen Jahr 627 Mill. Fahrgäste. (*Spängler*, „ Städtischen Straßenbahnen“, Sonderabdruck aus dem Stä werk „Das Neue Wien“, Wien 1928.) *R*



Das Netz der Wiener Stadt- und Vorortbahn.

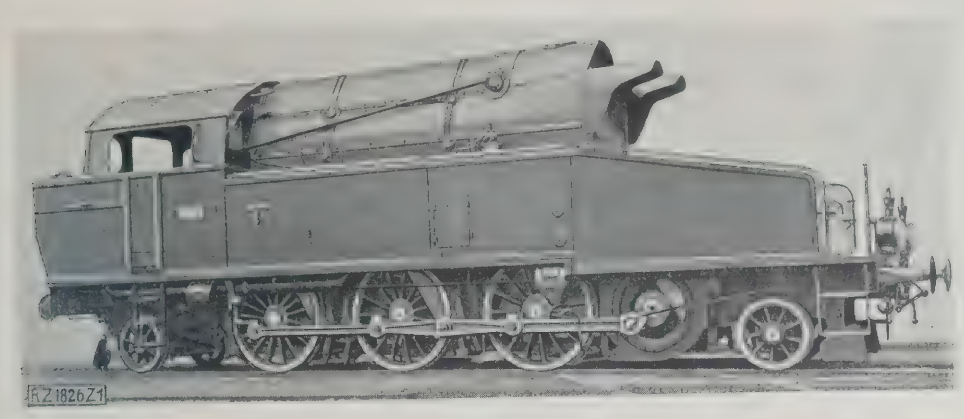


Abb. 1
Hochdrucklokomotive „Winterthur" der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik für 60 at Kesseldruck.

ie Hochdrucklokomotive für 60 at, Bauart „Winterthur"

Von Dr.-Ing. H. BROWN, Winterthur, Schweiz

Die Überlegungen, die zum Entwurf dieser neuartigen Hochdrucklokomotive geführt haben. Beschreibung der wichtigsten Kesselteile und der Dampfmaschine, Versuchsergebnisse auf dem ortfesten Prüfstand und auf der Strecke. Kohlenersparnis von rd. 35 vH gegenüber der Heißdampf-Niederdrucklokomotive. Vorteile des Hochdruckdampfes im praktischen Eisenbahnbetrieb erwiesen.

) ie Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur hatte nach eingehenden Untersuchungen kannt, daß eine Dampfdruckerhöhung bei Lokomotiven f 60 at eine erhebliche Kohlenersparnis erwarten läßt. o begann sie 1926 den Bau einer solchen Versuchlokomotive. Da es sich um eine Erstausführung handelte, wurden zunächst nur der Kessel und die Dampfmaschine fertiggestellt, die dann zusammen über ein Jahr lang im ortfesten Betrieb untersucht wurden. Auf Grund der Versuchsergebnisse wurde die Lokomotive, Abb. 1, endgültig gebaut. Ende November 1927 konnten die ersten Versuchsfahrten stattfinden.

Abb. 2
Dampf-Entropiediagramm.

Adiabatische Wärmegefälle bei	15	50	100	150	at abs. Druck
Thermischer Wirkungsgrad bei Auspuff	0,180	0,240	0,272	0,281	
Thermischer Wirkungsgrad bei Kondensation	0,322	0,378	0,395	0,402	
Wärmegefälle bei	15	50	100	150	at abs. Druck
Auspuff	100	133	151	156	vH
Kondensation	100	117	122	125	

Grundlagen des Entwurfs

Beim Entwurf des Kessels und der Dampfmaschine dieser Hochdrucklokomotive sind ganz neue Wege eingeschlagen worden. Den hohen Anforderungen an die Einfachheit und Sicherheit des Lokomotivbetriebes wurde in jeder Hinsicht entsprochen.

Kesseldruck 60 at. Die Wahl des Kesseldruckes von 60 at läßt sich an der Hand von Abb. 2 und 3 begründen. Im Entropiediagramm, Abb. 2, sind die verfügbaren adiabatischen Wärmegefälle für verschiedene Arbeitsdrücke eingetragen. Die daraus errechneten thermischen Wirkungsgrade η_{th} sind in Abb. 3 wiedergegeben. Die Wirkungsgradkurve steigt im Gebiete niedriger bis mittlerer Dampfdrücke ziemlich steil, um mit zunehmendem Drücken stets flacher zu verlaufen. Berücksichtigt man die zunehmenden konstruktiven Schwierigkeiten bei sehr hohen

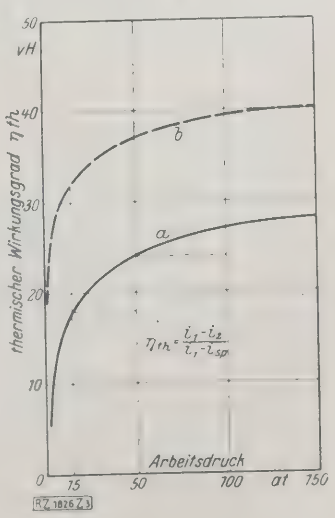


Abb. 3
Thermischer Wirkungsgrad in Abhängigkeit vom Arbeitsdruck.

a Betrieb mit Auspuff
b „ „ Kondensation
i_1, i_2 Wärmeinhalt des Dampfes vor und nach der Dehnung
i_{sp} Wärmeinhalt des Speisewassers

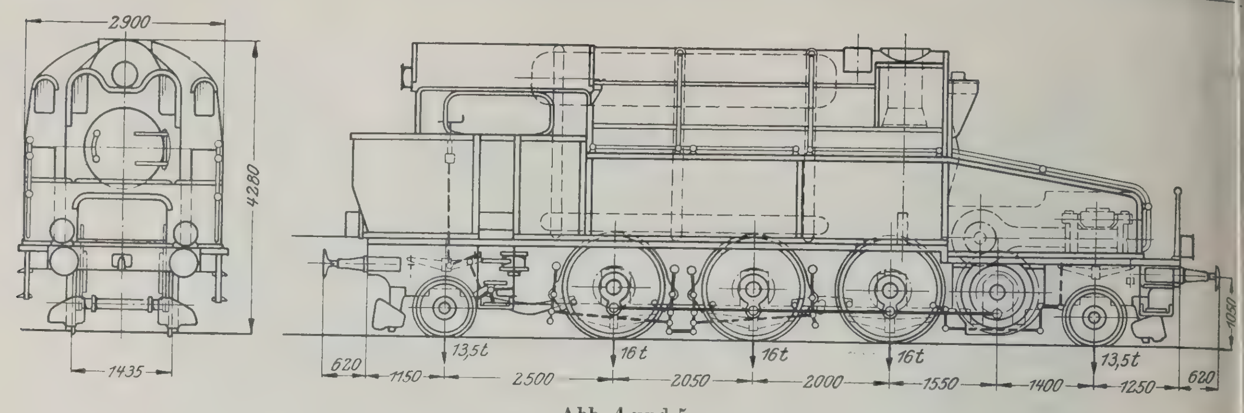


Abb. 4 und 5
1 C 1-Hochdrucklokomotive der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.

Zyl.-Dmr.	215 mm	Wasserinhalt des Kessels	2700 l	Zahnradübersetzung	1 : 2,5	Überhitzer-Heizfläche	20 m²
Kolbenhub	350 „	„ der Vorratbehälter	6200 l	Treibrad-Dmr.	1520 mm	Leergewicht	62,8 t
Dampfüberdruck	60 at	Kohlenvorrat	2,7 t	Rostfläche	1,33 m²	Dienstgewicht	75 „
Zahl der Zylinder	3			Heizfläche	97 „	Reibungsgewicht	48 „
Einstufige Dehnung						Höchstgeschwindigkeit	80 km/h

Dampfdrücken, so dürfte aus dieser Überlegung ein Kesseldruck von 60 at gerechtfertigt sein. Außerdem steigt mit zunehmenden Kesseldrücken die Sättigungstemperatur, und da die höchstzulässige Frischdampftemperatur bei Kolbenmaschinen zwischen 400 und 420° liegen dürfte, so kann die Überhitzung bei Höchstdrücken nur gering gewählt werden.

Auspuffbetrieb. Die Kondensation wurde von vornherein abgelehnt, da die vielen erforderlichen Hilfsbetriebe die Lokomotive im Aufbau zu sehr verwickelt machen und der Wärmeaufwand für den Antrieb der Hilfsanlagen den durch Kondensation erzielten Gewinn empfindlich herabdrücken. Der einzige Vorteil des kesselsteinfreien Kondensats kann in diesem Falle die genannten Nachteile nicht ersetzen.

Als Antriebmaschine wurde eine

raschlaufende Kolbenmaschine mit Ventilsteuerung

gewählt, die überwiegende Vorteile gegenüber allen andern Lösungen bietet. Einmal werden die Abmessungen, besonders bei diesen hohen Drücken, klein, indem sich Maschineneinheiten bis 3000 PS in einen Rahmen einbauen lassen. Ferner gestattet die Steuerung mittels Ventile höhere Überhitzungstemperaturen als bei Anwendung von Kolbenschiebern. Der Kurbelantrieb und die Steuerung selbst laufen in staubdicht geschlossenen Ölkasten, wodurch der Verschleiß der reibenden Teile gegenüber der gewöhnlichen Anordnung auf ein Mindestmaß herabgedrückt wird. Bezüglich der Wahl der Zylinderzahl ist man frei und kann die zweckmäßigste wählen. Bei Anordnung mehrerer Zylinder kann der Ungleichförmigkeitsgrad bedeutend verringert werden, wobei außerdem die Reibungsverhältnisse zwischen Rad und Schiene bedeutend besser werden. Als besonderer Vorteil der raschlaufenden Maschine ist das Parallelkurbelgetriebe hervorzuheben, das völlig ausgeglichen werden kann und somit die Hammerwirkung der hin- und hergehenden Massen auf die Schiene vermeidet. Der statische Achsdruck kann also unbedenklich erhöht werden, was einer Leistungssteigerung gleichkommt. Außerdem erlaubt das Parallelkurbelgetriebe gegenüber dem üblichen Lokomotivantrieb höhere Umdrehungszahlen; die Triebraddurchmesser können infolgedessen kleiner und die Radstände, besonders bei mehrfach gekuppelten Schnellzuglokomotiven, kürzer gemacht werden.

Der allgemeine Aufbau der Lokomotive

Der allgemeine Aufbau der nach Ideen von *J. Buchli* entworfenen Lokomotive ist aus Abb. 4 und 5 zu entnehmen. Es sei lediglich darauf hingewiesen, daß die kurze Bauart des Kessels die Anordnung der Dampfmaschine vor dem Kessel gestattet, ohne daß dadurch der Radstand unzulässig groß wird. Dank dieser Anordnung ist die Dampfmaschine von allen Seiten gut zugänglich.

Die Kesselanlage ist in Abb. 6 schematisch dargestellt, woraus auch der Verdampfvorgang zu entnehmen ist. Der Kessel besteht aus zwei Hauptteilen, nämlich aus den beiden Vorwärmern *m* und *g* und dem eigentlichen Verdampfer, der sich aus den Trommeln *a*, *b* und *c*, den drei Wasserwänden *d* und einer Anzahl Rohrelemente zusammensetzt. Diese Anordnung hat den außerordentlichen Vorteil, daß sich im Verdampferraum des Kessels kein fester Kesselstein ablagert, da das Speisewasser bis zum Eintritt in die obere Trommel nahezu auf Verdampftemperatur vorgewärmt wird; der feste Kesselstein lagert sich lediglich in den beiden Vorwärmern *m* und *g* ab. Beide Vorwärmer sind nun so eingerichtet, daß sie sich leicht reinigen lassen. Weiterhin ist hervorzuheben, daß die Verbrennungskammer allseitig von wasserführenden Teilen umschlossen ist, wodurch einmal eine gute Wärmeausnutzung erzielt und anderseits die obere Trommel

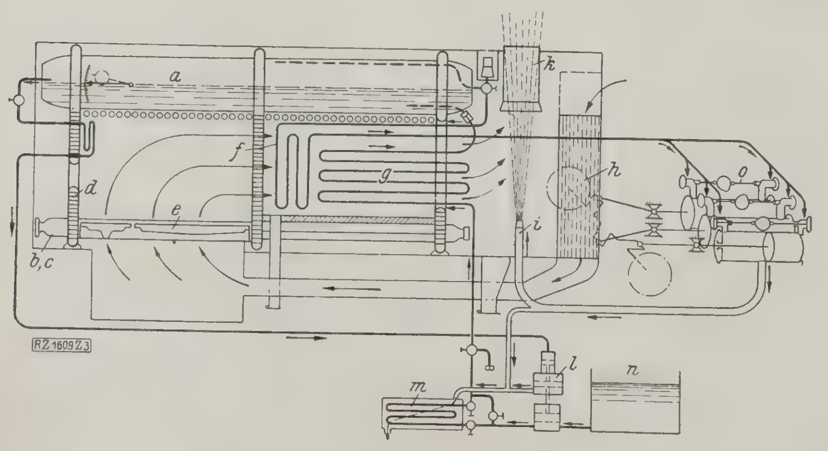


Abb. 6
Schema der Hochdrucklokomotive „Winterthur".

a Oberkessel
b, *c* Grundrohre
d Wasserkammern
e Rost
f Überhitzer
g zweiter Speisewasservorwärmer
h Luftvorwärmer
i Blasrohr
k Schornstein
l Speisepumpe
m erster Speisewasservorwärmer
n Wasserkasten
o Dampfmaschine

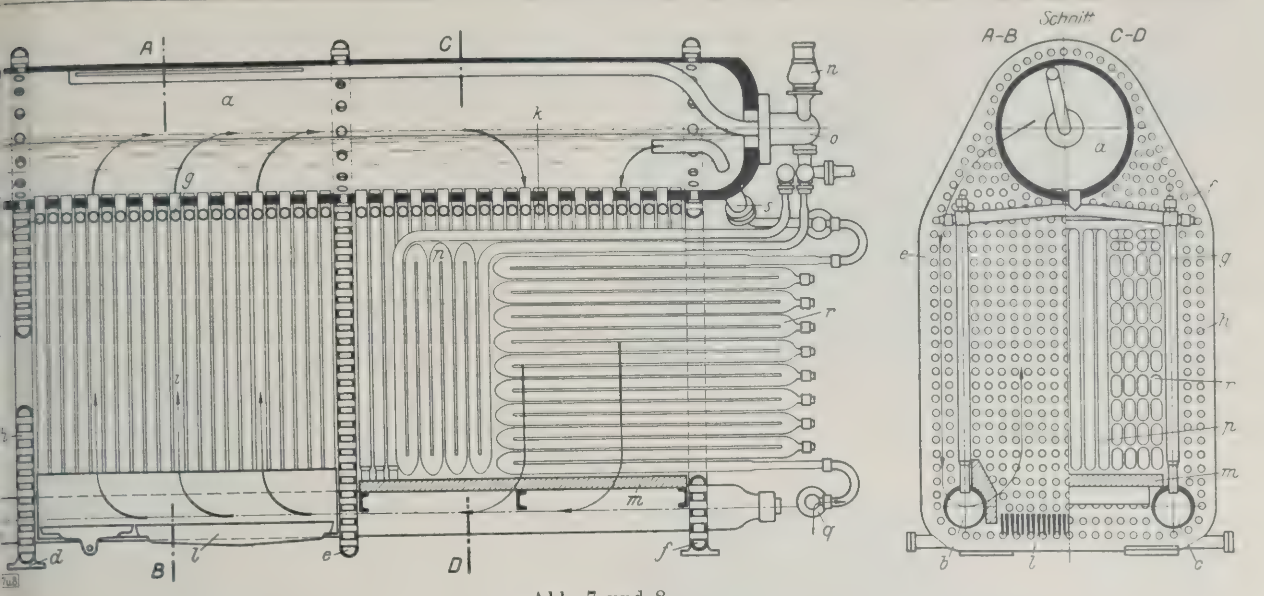


Abb. 7 und 8
Hochdruck-Lokomotivkessel für 60 at, Bauart „Winterthur". Längs- und Querschnitte.

a obere Kesseltrommel
b, c untere Kesseltrommeln
d, e, f Wasserwände
d Feuerbüchsrückwand
e Feuerbüchsvorderwand
f Kesselvorderwand
g Röhrenelemente
h Stehrohre
i Feuerbüchse
k Überhitzer und Vorwärmerkammer
l Rost
m feuerfester Boden
n Sicherheitsventil
o Regler
p Überhitzer
q Speisekopf
r Rauchgasvorwärmer
s Rückschlagventil

ch die Verdampferelemente vor Strahlung geschützt d; schädliche Wärmespannungen in diesen dicken mmelwänden werden dadurch vermieden.

Der Hochdruck-Lokomotivkessel, Abb. 7 8, besteht zur Hauptsache aus einer oberen Trom- *a*, die als Dampfsammler dient und zwei kleineren mmeln *b* und *c*, die einen lebhaften Wasser- lauf ermöglichen (s. die eingezeichneten Pfeile). Trommeln sind durch die drei Wasserwände *d, e, f* eine Anzahl Rohrelemente untereinander verbunden. Wasserwände bestehen aus einfachen Bördelblechen, mittels Stehrohre nach einem besonderen Sicher- tsverfahren versteift sind und eine hohe Betriebssicher- t gewährleisten.

Die Verbindungsstellen zwischen den Wasser- nden und den Trommeln, Abb. 9, die zusammen einen sserraum bilden, sind elektrisch geschweißt. s Bördelblech kann innen und außen mit der Trommel rschweißt werden, wodurch eine sehr sichere Schweiß- rbindung entsteht. In ausgedehnten Vorversuchen d alle diese Herstell- und Arbeitsverfahren unter- cht worden, und Probeelemente von solchen Wasser- nden haben Kaltdrücke von 370 at anstandlos aus- halten. Diesen Vorversuchen ist es auch zu verdanken, ß sich der fertiggestellte Kessel von Anfang an in er Beziehung bewährt hat. Nach dieser Bauart lassen h Kessel mit Arbeitsdrücken bis 100 at einwandfrei rstellen.

Der Überhitzer besteht aus einem senkrechten hrbündel; die Rohrenden sind verschweißt. Er läßt h leicht aus dem Kessel ausbauen und in einzelne emente zerlegen, so daß er für die Untersuchung gut zugänglich ist. Einbau und Anordnung des Überhitzers und Vorwärmers sind aus den Abbildungen 7 und 8 zu ersehen.

Der Rauchgasvorwärmer besteht aus wagrecht angeordneten Rohren. Die rauchkammerseitigen Rohrbogen haben mit Reinigungsbolzen verschlossene Öffnungen, durch die eine kleine Turbine eingeführt werden kann, um die Rohre einzeln mechanisch zu reinigen. Die Betriebsversuche haben jedoch ergeben, daß

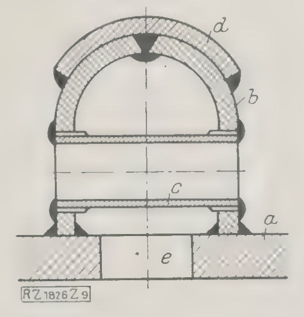


Abb. 9
Verbindung von Kesseltrommel und Wasserwänden.

a Kesseltrommel
b Wasserwand
c Stehrohr
d Höhnsche Lasche
e Verbindungsloch zwischen Trommel und Wand

Schwarz eingezeichnet sind die Schweißstellen.

sich in diesem Vorwärmer nur weicher Kesselstein absetzt, der leicht herausgewaschen werden kann. Die mechanische Reinigung dürfte nach den Erfahrungen bis heute nur bei der Hauptuntersuchung erforderlich sein.

Die Dampfmaschine

Die drei Zylinder der Dampfmaschine, Abb. 10 bis 12, arbeiten mit einfacher Dampfdehnung. Diese Wahl bedarf einer besonderen Begründung, da in verschiedenen Ländern schon bei niedrigen Drücken für

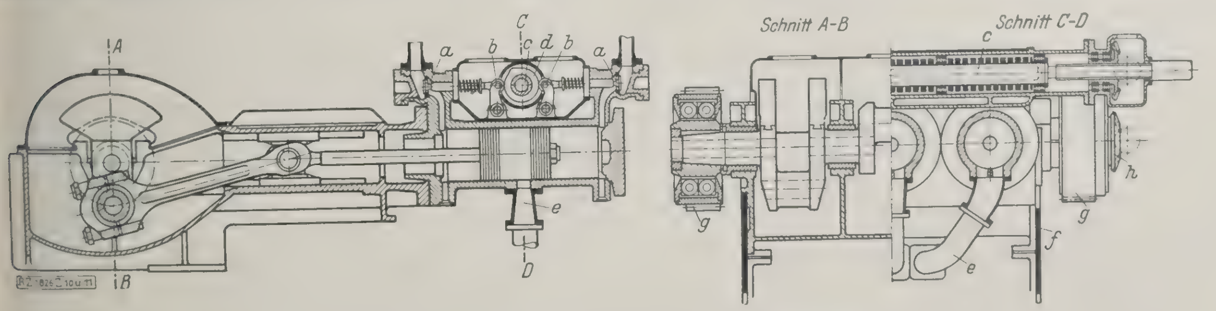


Abb. 10 und 11. Die dreizylindrige Dampfmaschine.

a Einlaßventile
b Nockenrollen
c Nockenwelle
d Nocken
e Auspuffrohr
f Lokomotivrahmen
g Antriebritzel
h Kegelrad zum Antrieb der Steuerung

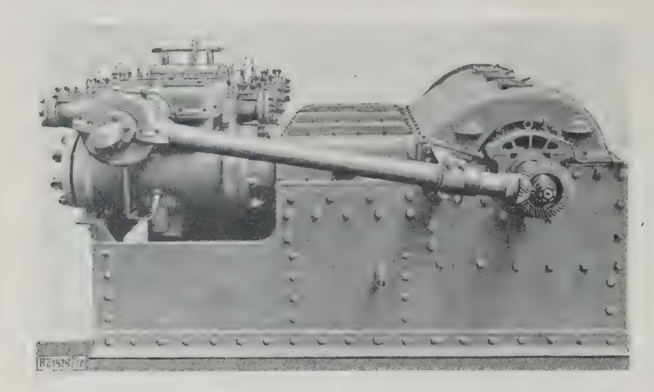


Abb. 12
Gesamtbild der Hochdruck-Dampfmaschine.

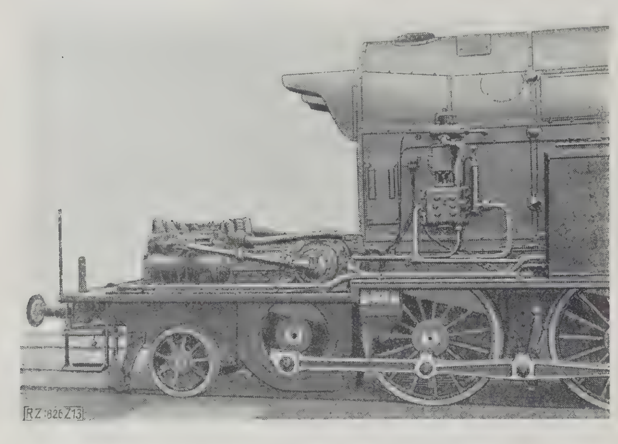


Abb. 13
Vorderer Teil der Hochdrucklokomotive mit abgehobenem Vorbau.

Lokomotiven die Verbundwirkung bevorzugt wird. Um so mehr sollte man erwarten, daß bei Hochdruckbetrieb diese Arbeitsweise des Dampfes ebenfalls vorzuziehen wäre. Es ist jedoch hervorzuheben, daß die einstufige Dehnung die denkbar einfachste Bauart ergibt; die Gleichstrom-Dampfmaschine erfordert nur Einlaßventile, da der Arbeitskolben selbst den Auslaß steuert. Die Verbundanordnung würde hingegen die Steuerung sehr verwickelt machen. Die Auslaßventile des Hochdruckzylinders müßten als Doppelsitzventile gebaut werden, die jedenfalls bei so hohen Arbeitsdrücken unzweckmäßig sind.

Die Dampfmaschine ist doppeltwirkend; die Kolben sind selbsttragend, wodurch nur eine Stopfbüchse erforderlich wird. Diese besteht aus federnd um die Kolbenstange angeordneten Metallringsegmenten, die leicht ausgewechselt werden können. Die Zylinder sind einzeln am Kurbelgehäuse befestigt und können sich frei nach vorn ausdehnen; das Kurbelgehäuse dient gleichzeitig als Rahmenversteifung.

Von der Kurbelwelle wird die Kraft mittels Zahnradvorgelege auf eine Blindwelle und von hier mittels Kuppelstangen auf die Lokomotivachsen

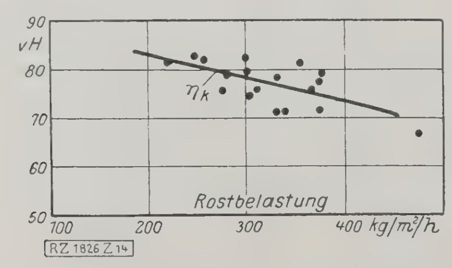


Abb. 14
Wirkungsgrad des Kessels ab Tenderwassertemperatur.

übertragen, Abb. 13. Die höchste Drehzahl der Masch[ine] beträgt 700 U/min, was bei dem Übersetzungsverhält[nis] des Vorgeleges von 1 : 2,5 einer Fahrgeschwindigkeit [von] 80 km/h entspricht. Alle Getriebeteile sind aus ho[ch]wertigem Werkstoff hergestellt, um möglichst das Gewi[cht] der hin- und hergehenden Massen niedrig zu halten.

Die Nockenwelle der Steuerung wird mit[tels] Kegelräder von der Kurbelwelle aus angetrieb[en], s. Abb. 10 und 11. Auf der Nockenwelle sitzen für V[or]wärts- und Rückwärtsfahrt je sechs Nocken von v[er]schiedener Länge. Die Nockenwelle ist verschiebbar, [so] daß zwecks Füllungsveränderung die verschiede[nen] Nocken zum Eingriff gebracht werden können. Um [die] Verschiebung leicht zu ermöglichen, sind die Rollen [der] Ventilspindeln auf seitlich gefederten Gabeln gelag[ert]. Bei Leerfahrt werden die Ventile mittels einer besonde[ren] Vorrichtung von ihren Sitzen abgehoben, um V[er]dichtung in den Arbeitzylindern zu vermeiden. E[ine] Kolbenpumpe führt den dampfführenden Teilen, eine Za[hn]rad-Umwälzpumpe der Steuerung und dem Triebw[erk] das Schmieröl zu.

Versuche der ortfesten Anlage

Bei den Versuchen der ortfesten Anlage hat led[ig]lich, infolge der veränderten Verhältnisse, die Feu[er]anfachung durch den Auspuff der Dampfmaschine Schw[ie]rigkeiten bereitet, die aber bald behoben werden konnt[en].

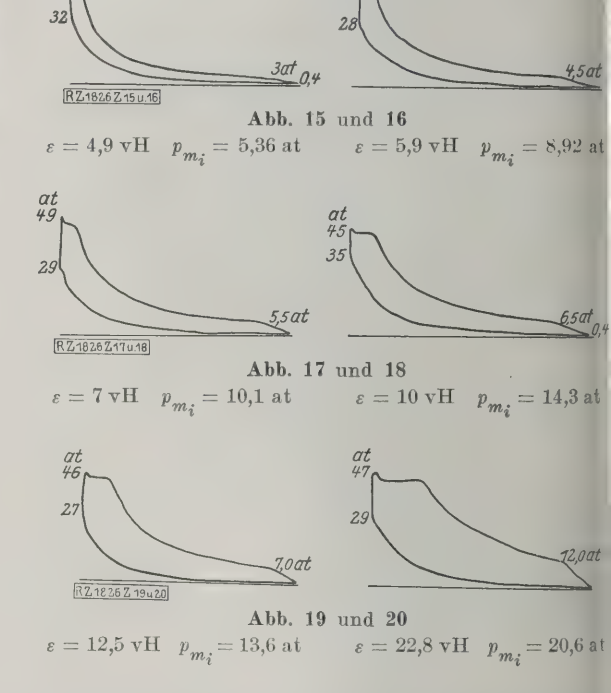


Abb. 15 und 16
$\varepsilon = 4{,}9$ vH $p_{m_i} = 5{,}36$ at $\varepsilon = 5{,}9$ vH $p_{m_i} = 8{,}92$ at

Abb. 17 und 18
$\varepsilon = 7$ vH $p_{m_i} = 10{,}1$ at $\varepsilon = 10$ vH $p_{m_i} = 14{,}3$ at

Abb. 19 und 20
$\varepsilon = 12{,}5$ vH $p_{m_i} = 13{,}6$ at $\varepsilon = 22{,}8$ vH $p_{m_i} = 20{,}6$ at

Zahlentafel 1. Vergleichsfahrten mit der Ho[...]

Tag 1928	Strecke	Länge km	Z[...]
12. Juni	Winterthur–Romanshorn / zurück	112,2	S[...]
18. „	„ „ „	„	
16. „	„ „ „	„	1[...]
18. „	„ „ „	„	
14. „	Winterthur–Stein–Säckingen / zurück	149	([...]
15. „	„ „ „ „	„	
19. „	Winterthur–St. Gallen / zurück	114,4	S[...]
19. „	„ „ „	„	

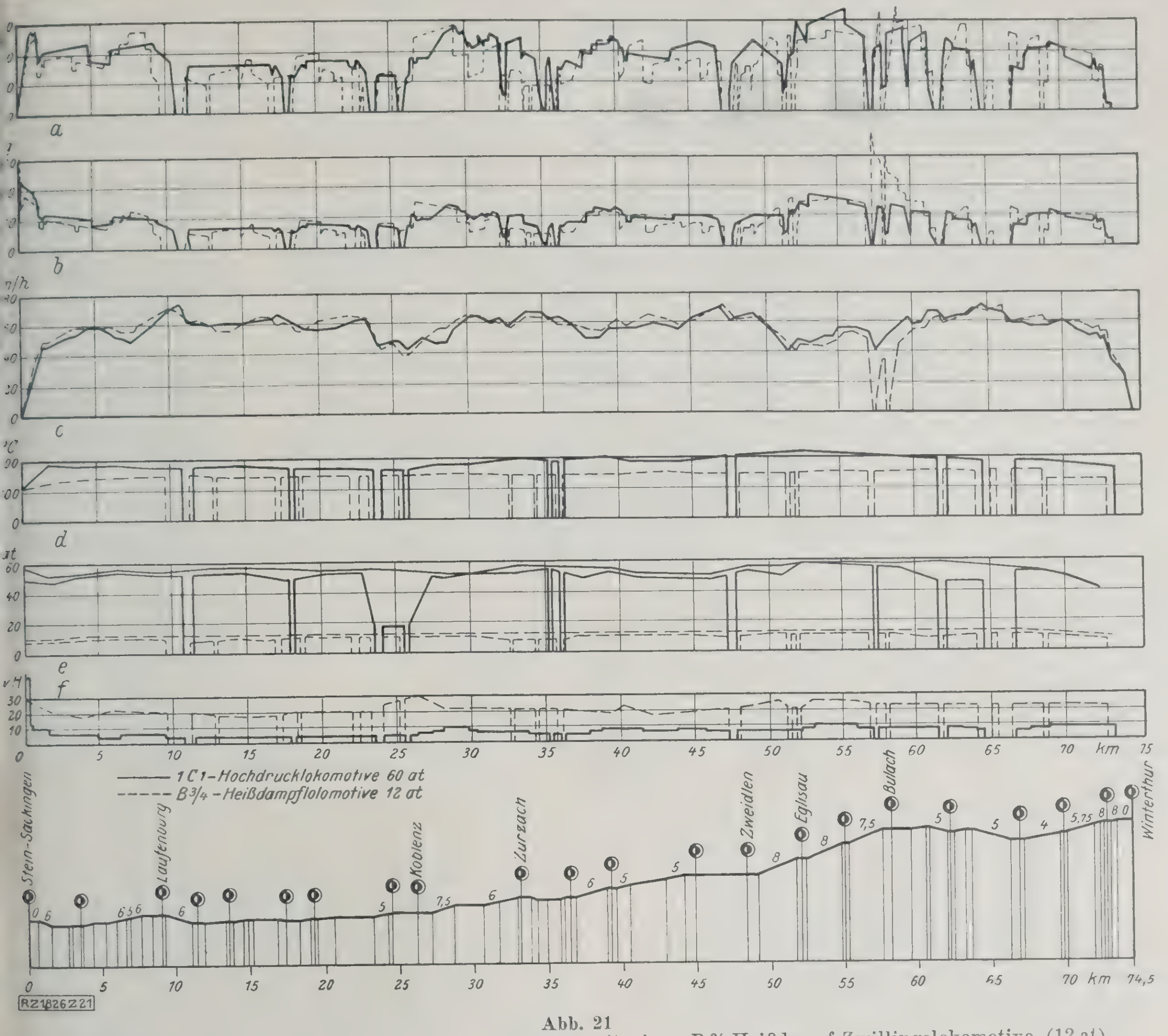


Abb. 21

Vergleichsverfahren der Hochdrucklokomotive „Winterthur" mit einer B ¾-Heißdampf-Zwillingslokomotive (12 at).

a Leistung am Zughaken in PS
b Zugkraft am Haken in kg
c Fahrgeschwindigkeit in km/h
d Überhitzung in °C
e Druck im Kessel und vor der Maschine in at
f Zylinderfüllung in vH

m ganzen sind 50 Dauerversuche durchgeführt worden. Die Dauerversuche sind unter den verschiedensten Bedingungen bis zu acht Stunden ausgedehnt worden. Bei Kesseldrücken von 52 bis 56 at ist abzüglich des Speisepumpendampfes eine stündlich verfügbare Höchstdampfmenge von 4300 kg erreicht worden. Dies entspricht einer 8,8fachen Verdampfung und einer Verdampfleistung von 3250 kg auf 1 m² Rostfläche in 1 h.

Die erhaltenen Kesselwirkungsgrade sind in Abb. 14 zusammengestellt. Sie schwanken je nach der Belastung zwischen 70 und 80 vH.

Füllungsveränderung in Stufen. Die aufgenommenen Dampfdrucklinien der Maschine sind in Abb. 15 bis 20 für die sechs verschiedenen Füllungen dargestellt; sie sind denjenigen von Dieselmotoren sehr ähnlich und zeichnen sich durch eine scharf ausgeprägte

rucklokomotive „Winterthur" (60 at) und der B$^3/_4$-Heißdampflokomotive der SBB (12 at)

Lokomotiv-serie	Anhänge-gewicht	Lokomotiv-gewicht	Mittlere Geschwindigkeit	Arbeit am Zughaken (aus dem Streifen ermittelt)		Kohlenverbrauch			Wasserverbrauch			Verdampf-zahl
						Gesamt-verbrauch	auf Zughaken bezog.		Gesamt-verbrauch	auf Zughaken bezog.		
								Ersparnis der Hochdruck-lokomotive			Ersparnis der Hochdruck-lokomotive	
	t	t	km/h	mt	PSh	kg	kg/PSh	vH	kg	l/PSh	vH	
Hochdrucklok.	343,7	74	55 58	193 545	715	860	1,2	35,5	5 600	7,84	51	6,5
B$^3/_4$-Lok.	351,9	90,5	55 49	181 230	671	1252	1,86	—	10 700	15,9	—	8,55
Hochdrucklok.	347,62	74	44 43	282 795	1045	1206	1,15	30,5	9 350	8,95	36	7,75
B$^3/_4$-Lok.	351,9	90,5	52 40	276 750	1026	1693	1,65	—	14 400	14,0	—	8,5
Hochdrucklok.	442,22	74	41,40	218 850	811	1119	1,38	25,5	8 400	10,3	38,3	7,5
B$^3/_4$-Lok.	444,12	90,5	40,35	225 630	837	1548	1,85	—	13 950	16,7	—	9,0
Hochdrucklok.	296,7	74	57,60	186 540	691	787	1,14	38,4	6 600	9,5	42,5	8,4
B$^3/_4$-Lok.	296,7	90,5	50 55	171 420	635	1176	1,85	—	10 500	16,5	—	8,95

Füllungslinie aus, die nur mit einer Präzisionssteuerung erreicht wird. Die Füllung wird also nicht stetig, sondern stufenweise verändert. Die Stufen 1 bis 5 ergeben die Füllungen für die normale Fahrt, Stufe 6 dient lediglich zum Anfahren; die ihr entsprechende Füllung mußte mit Rücksicht auf ein zuverlässiges Anfahren auf 78 vH erhöht werden. Die abgebremste Leistung der Maschine betrug auf Stufe 4 bei 50 bis 55 at 1200 PS, der Dampfverbrauch, auf die Nutzleistung bezogen, im Mittel 6 kg/PSh und der Kohlenverbrauch 0,7 bis 0,8 kg/PSh.

Versuchsfahrten

Nach dem günstigen Verlauf dieser ortfesten Versuche wurde die Lokomotive mit dem Probekessel und der Probedampfmaschine zusammengebaut, und die Versuchsfahrten begannen Ende November 1927. Auffallend war der ruhige Lauf der Lokomotive.

Um Vergleichsgrundlagen mit Lokomotiven der Regelbauart zu erhalten, fanden Vergleichsfahrten mit der Heißdampflokomotive B ¾ der SBB im Januar 1928 mit Meßwagen statt, Abb. 21. Die Züge, Bedienung und Strecke, waren bei allen Fahrten für beide Lokomotiven die gleichen. Als Brennstoff wurden Preßkohlen von 7350 kcal/kg unterem Heizwert verfeuert. Es ergaben sich, auf die Leistung am Zughaken bezogen, 35 bis 40 vH Kohlenersparnis und 47 bis 55 vH Wasserersparnis. Nach diesen Meßfahrten wurden Probefahrten in fahrplanmäßigen Schnellzügen und Personenzügen bis 350 t, ferner Güterzügen bis 480 t auf 12 vT Steigung ausgeführt; auch hier zeigte sich die Hochdrucklokomotive hinsichtlich Anfahrvermögen, dank der Zahnradübertragung, wie auch in der Überwindung der Steigungen überlegen. So wurden z. B. folgende Höchstleistungen gemessen:

Strecke Winterthur – St. Gallen, Steigung 10 vT
Höchstleistung am Zughaken:
Hochdrucklokomotive . . . 950 PS
B ¾-Lokomotive . . . . . 750 PS
Strecke Winterthur – Romanshorn, Steigung 12 vT
Hochdrucklokomotive . . . . 1050 PS
B ¾-Lokomotive . . . . . . 750 PS

Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Rostfläche der Hochdrucklokomotive um 1 m² kleiner ist als die der Vergleichslokomotive. Mitte Juni 1928 sind dann weitere, abschließende Meßfahrten durchgeführt worden. Die hierbei ermittelten Kohlen- und Wasserverbrauchzahlen sind in den Abbildungen 22 und 23 aufgetragen und in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Die im Januar 1928 gemessenen Ersparnisse haben sich demzufolge neuerdings bestätigt. Die Ergebnisse zeigen außerdem, daß sich die Hochdrucklokomotive „Winterthur“ für Schnellzug-, Personenzug- und Güterzugbetrieb eignet und gleich hohe Ersparnisse ergibt. Besonders ist hervorzuheben, daß auch bei den vielen Anfahrten bei Personenzugbetrieb immer noch eine Kohlenersparnis von 30,5 vH erzielt wurde, lediglich die Wasserersparnis ist etwas geringer geworden.

Es ist üblich, die spezifischen Verbrauchszahlen auf die Ebene zu beziehen, d. h. die Arbeit für die Hebung der Lokomotive zur Nutzleistung am Haken hinzuzurechnen. Auch diese Verbrauchzahlen sind in Abbildung 22 und 23 graphisch dargestellt, und es ist hervorzuheben, daß diese Zahlen die niedrigsten darstellen, die je an einer Dampflokomotive gemessen worden sind.

Diese Ergebnisse stellen einen außerordentlichen Erfolg dar. Nicht allein die Kohlenersparnis ist wichtig, sondern auch die Wasserersparnis, da sie den Fahrbereich bei gleicher Zuglast nahezu verdoppelt. Die Kesselstein- und Schlammansammlungen schreiten nur halb so rasch vorwärts, der Kessel muß also weniger ausgewaschen werden, was besonders dort eine große Rolle spielt, wo schlechte Wasserverhältnisse vorliegen. Für größere Einheiten fällt das Baugewicht nicht höher aus als bei üblichen Lokomotiven, demzufolge stellt sich der Beschaffungspreis auf die Leistungseinheit nur unwesentlich höher. Durch die Möglichkeit, höhere Achsdrücke zu verwenden, kann die Leistungsfähigkeit bedeutend gesteigert werden. Ferner ist die Bedienung de[r] Lokomotive äußerst einfach; die geringe Zahl von Hilfs[-]einrichtungen beschränkt die Störungsquellen auf ei[n] Mindestmaß.

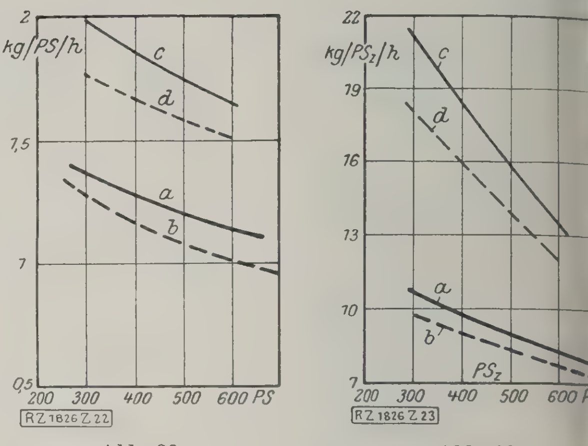


Abb. 23 Kohlenverbrauch in kg/PSh — Abb. 22 Wasserverbrauch in kg PS[h]
(Leistung auf den Zughaken bezogen.)

a Hochdrucklokomotive 60 at (gemessen)
b „ „ „ (auf die Wagerechte umgerechnet)
c B ¾ Lokomotive 12 at (gemessen)
d „ „ „ (auf die Wagerechte umgerechnet)

Alle diese Tatsachen geben der Dampflokomotive ein[e] weitere Entwicklungsmöglichkeit und es darf wohl an[-]genommen werden, daß sich die Einführung des Hoch[-]druckdampfes auf Grund der ermittelten Ergebniss[e] durchsetzen wird. [B 1826]

Neuer Dampfkraftomnibus

Die Firma Delling Motors Co., Camden, N. J., hat vo[r] kurzem erfolgreiche Probefahrten mit einem Kraftomnibus für 27 Personen ausgeführt, durch den der oft versuchte Dampfbetrieb verwirklicht werden soll. Die wesentlichste Neuerung ist, daß der Dampferzeuger als liegender zylindrischer Engrohrkessel ausgebildet ist; sein Mantel ist bei 40 bis 50 at Betriebsdruck sowie 865 mm Länge und 660 mm Dmr. aus rd. 10 mm dickem Blech unter dem Hammer geschweißt und durch fünf Lagen von Klaviersaitendraht gegen den Innendruck verstärkt. In die ebenen Boden des Kessels, die gleichfalls nur rd. 10 mm dick sind, sind 686 Kupferrohre von rd. 16 mm Außendurchmesser eingewalzt. Sie sind so verteilt, daß sie stets unter dem Wasserspiegel des Kessels liegen und unter den Rohren etwa 25 mm freie Höhe verbleibt. In diesen Raum reicht ein Rohr zum Abblasen des Kesselschlammes hinein, das in regelmäßigen Zeitabständen betätigt wird.

Die mit gewöhnlichem Heizöl betriebene Feuerung hat einen senkrecht nach unten gerichteten Bunsenbrenner, dessen Flamme zunächst eine Rohrschlange der Brennstoffleitung, dann eine Überhitzer-Dampfschlange bespült und dann durch die Engrohre des Kessels in einen aufwärts gerichteten Schornstein abzieht. Die Rauchgase heizen vor ihrem Austritt einen Speisewasservorwärmer sowie den Führerraum des Wagens. Die Brennstoffzufuhr wird thermostatisch in Abhängigkeit vom Wasserstande des Kessels gesteuert. Der in der liegenden Dreizylinder-Dampfmaschine verbrauchte Dampf schlägt sich in drei Kondensatoren nieder, von denen zwei am hinteren Wagenende angeordnet sind. Die Gebläse dieser Kondensatoren werden von der verlängerten Treibwelle des Wagens angetrieben. Das Fahrgestell wiegt rd. 5300 kg. („Automotive Industries“ 29. Dezember 1928 S. 940/43*) [N 2508] *H.*

Berichtigung

Die Schwimmaufbereitung der Moctezuma Copper Co., Nacozari, Staat Sonora, Mexiko.

In der Arbeit von *C. Bruchhold* in Z. Bd. 73 (1929) Nr. 1 lautet die Quellenangabe in Anm. ²) S. 27 rechte Spalte richtig: Z. f. angew. Chemie Bd. 39 (1926) S. 1368. [N 2507]

Längskräfte im Eisenbahngleis

Von Prof. Dr.-Ing. AMMANN und Privatdozent Dr.-Ing. v. GRUENEWALDT, Karlsruhe i. B.

Ermittlung der Spannungen im Gleis infolge von Temperaturänderung. Temperaturmessung. Versuche über Beweglichkeit der Schienen gegenüber Laschen und Schwellen. Bestimmung der Widerstandfähigkeit eines Gleises gegen Längs- und Querverschiebung auf einem besonderen Gleisprüfstand. Versuchsergebnisse und weiteres Versuchsprogramm.

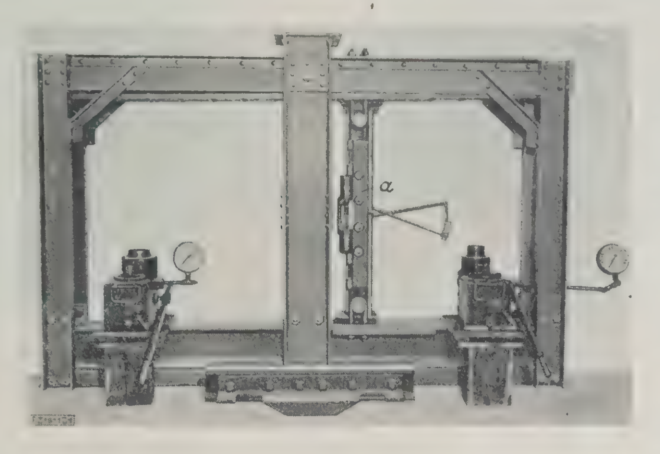


Abb. 1
Maschine zum Prüfen von Schienenstößen.
a eingespannter Schienenstoß

Verschiedene Gründe haben dazu geführt, in den ..ten Jahren immer grö..e Schienenlängen zu ver..iden — so werden jetzt ..ienen in einer Länge von ..m gewalzt; mittels Schwei..n der Schienenstöße sind ..h viel größere Längen ..gestellt worden — bis ..r 320 m. Die Versuch..ecken, die von der Reichs..n mit geschweißten ..ienen angelegt worden ..d, haben befriedigende ..gebnisse gezeitigt[1]). Auf ..sen Strecken sind an den ..den der geschweißten ..hienen oder bei kürzerer ..hienenlänge am Ende ..er Gruppe von ge..weißten Schienen beson..re Ausziehstöße angeordnet worden, die die Längen..derungen der Schienen infolge von Temperaturwirkun..n auszugleichen haben.



Spannungen im Gleis infolge Temperaturänderungen

Es fragt sich nun, ob es nicht möglich wäre, ..f die Längenänderung zu verzichten und dafür im ..leise Temperaturspannungen zuzulassen; es gilt also ..stens zu erforschen, wie groß die Kräfte sind, die im ..leise durch Temperaturänderungen hervorgerufen wer..n und zweitens festzustellen, welche Längskräfte das ..leis ohne Gefahr des Ausknickens aufnehmen kann.

Die Größe der Spannung infolge einer Temperatur..derung von 1 °C ergibt sich aus:

$$\sigma = E\,\alpha \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1),$$

.. E den Elastizitätsmodul $= 2\,200\,000$ kg/cm² bedeutet ..d α den Beiwert der Temperaturdehnung für Stahl = ..000 011 7, zu 25,75 kg/cm², die entsprechende L ä n g s..r a f t für die Schiene S 49 von 62,28 cm² Querschnitt .. 1600 kg. Um also die Frage nach den infolge ..n Temperaturänderungen möglichen Längskräften zu ..antworten, ist es nur erforderlich, die Größe dieser ..mperaturänderungen zu kennen. Die zweite Frage ..r Widerstandfähigkeit des Gleises gegenüber solchen ..räften muß durch Versuche nachgeprüft werden.

Die Versuchseinrichtungen

Im Laboratorium des Instituts für Straßen- und Eisen..hnwesen an der Technischen Hochschule Karlsruhe ..urde zunächst das V e r h a l t e n e i n e s g e w ö h n..c h v e r l a s c h t e n S t o ß e s g e g e n ü b e r L ä n g s..r ä f t e n durch Auseinanderziehen und Zusammen..ücken in einer besonders konstruierten Maschine ..tersucht[2]), Abb. 1. Zwischen die hydraulischen Pres..n und den Waagebalken wurden Holzklötze gesetzt.

[1]) Über diese Versuchstrecken ist mehrfach im Organ f. d. Fortschr. .. Eisenbahnwesens berichtet worden.
[2]) Vergl. „Organ“ Bd. 82 (1927) S. 78.

Um hierbei den Einfluß der Kraft, mit der die Laschenschrauben angezogen sind, genau zu messen, mußten erst zwei neue Vorrichtungen entworfen und gebaut werden. Es sind dies ein M e ß - u n d S c h r a u b e n s c h l ü s s e l[3]), der unmittelbar das Drehmoment mißt, mit dem eine Schraube angezogen wird, Abb. 2, und ein mit diesem Schlüssel zusammen zu verwendender Z u g k r a f t m e s s e r, Abb. 3, der es gestattet, die Zugkraft der Schraube in Abhängigkeit vom Drehmoment zu messen, mit dem die Schraubenmutter angezogen wird.

Mit diesem Schraubenschlüssel, der eine Länge von 600 mm hat und an dem eine Kraft bis zu 50 kg angreifen kann, lassen sich Drehmomente bis zu 3000 kgcm genau messen. Die Bewegung des Zeigers an der Meßvorrichtung wird durch die Verbiegung einer stählernen Plattenfeder bewirkt.

[3]) Dieser Schlüssel wird jetzt im großen vom Losenhausenwerk, Düsseldorf, hergestellt.



Abb. 2
Meßschlüssel.

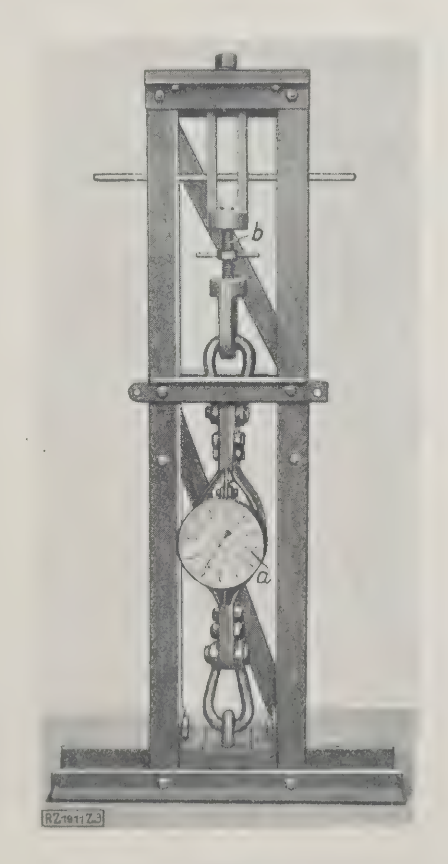


Abb. 3
Schrauben-Zugkraftmesser.
a Kraftmesser *b* Schraube mit Rechts- und Linksgewinde

Die zweite Vorrichtung, s. Abb. 3, besteht aus einem Kraftmesser *a*, der einerseits am Boden des Rahmens befestigt ist und anderseits an der zu untersuchenden Schraube aufgehängt wird. Um Schraubenbolzen von verschiedener Länge prüfen zu können, ist eine Schraube *b* mit Rechts- und Linksgewinde zwischen den Kraftmesser und den zu prüfenden Bolzen eingeschaltet. Diese Vorrichtung ergibt unmittelbar die Anzugkraft des Bolzens in Abhängigkeit vom Drehmoment, mit dem die Mutter festgezogen ist; das Drehmoment wird hierbei am Meßschlüssel, die Bolzenkraft am Kraftmesser abgelesen.

Rechnerische Grundlagen

Ist M das Drehmoment in kgcm, mit dem die Schraube angezogen wird, so ist die von der Schraube ausgeübte Druck- oder Zugkraft

$$Q = \frac{M}{r\,[\mathrm{tg}\,(\alpha+\varphi)+1{,}4\,\mu_1]}\ \mathrm{kg} \quad . \ . \ . \ . \ . \ (2)$$

wo r der Halbmesser der Schraube in cm, α ihr Steigungswinkel, φ der Reibungswinkel zwischen Schraube und Mutter und μ_1 die Reibungszahl zwischen Mutter und Lasche bedeutet.

Da sich die Werte φ und μ_1 einzeln nicht bestimmen lassen, so kann in der vorstehenden Gleichung

$$\mathrm{tg}\,(\alpha+\varphi)+1{,}4\,\mu_1=\mu_2 \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (3)$$

gesetzt werden. Es ist dann

$$Q=\frac{M}{r\,\mu_2} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (4).$$

Der Wert μ_2 wurde zu 0,17 bis 0,25, im Mittel zu 0,20 bestimmt.

Die beim Auseinanderziehen oder Zusammendrücken der Stöße zu überwindende Reibungskraft ist verschieden, je nachdem ob sich nur die Schiene gegen die Lasche bewegt oder ob sich auch noch der Bolzen gegen die Lasche verschiebt.

1. Nur die Schiene bewegt sich gegen die Lasche.

In diesem Fall ist die Reibungskraft

$$K = n\,4\,\frac{Q}{2\sin\alpha}\,\mu \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (5),$$

wo n die Zahl der Bolzen an einem Schienenende, α den Neigungswinkel zwischen Schienenkopf oder Schienenfuß und der Wagerechten, Abb. 4, μ den Reibungswert zwischen Schiene und Lasche bedeuten.

2. Bei Bewegung zwischen Bolzen und Lasche kommt noch zu 1. hinzu die zusätzliche Kraft

$$K' = n\,2\,Q\,\mu' \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (6)$$

wo μ' den Reibungswert zwischen Lasche und Schraubenmutter bedeutet ($\mu' < \mu$).

Im zweiten Zustand ist also die zu überwindende gesamte Reibungskraft

$$K + K' = n\,4\,\frac{Q}{2\sin\alpha}\,\mu + n\,2\,Q\,\mu' \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ (7).$$

Bei der Schiene S 49 ist $\mathrm{tg}\,\alpha = 1/3$; die Reibungsbeiwerte μ und μ' wurden durch Versuche mit geringem Reibungsdruck zu rd. 0,3 ermittelt. Durch Messungen mit dem Meßschlüssel an den Stößen von Betriebsgleisen wurde das Drehmoment festgestellt, das erforderlich ist, um die Laschenschrauben weiter anzuziehen; dieses Drehmoment betrug vielfach 3000 kgcm und auch mehr. Einem Drehmoment von 3000 kgcm entspricht bei den üblichen Laschenschrauben, die im Laboratorium geprüft waren, eine kleinste Bolzenkraft $Q = 5000$ kg. Zum Bewegen eines mit einem Drehmoment von 3000 kg/cm verlaschten Stoßes mit vier Laschenbolzen ist mithin mindestens eine Kraft

$$K + K' = n\,Q\,\mu\left(\frac{4}{2\sin\alpha}+2\right)$$
$$= 2\cdot 5000\cdot 0{,}3\,(6{,}30+2) = 25\,000\ \mathrm{kg}$$

erforderlich.

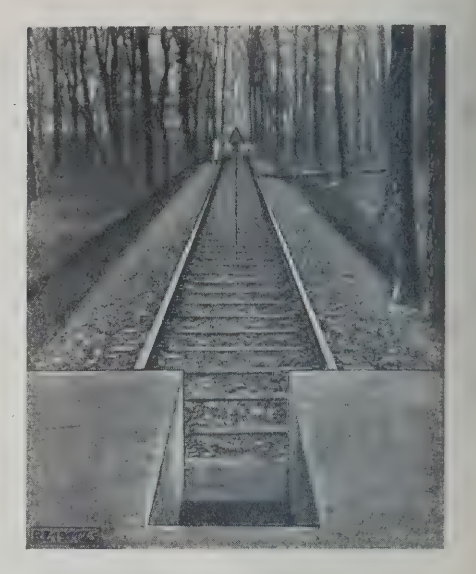


Abb. 5
Gleisprüfstand von Westen.

Die Ergebnisse der Versuche[4]) mit de[m] Auseinanderziehen und Zusammendrücken der Schie[-] nenstöße zeigten zum Teil eine gute Übereinstimmun[g] mit den rechnerisch ermittelten Werten, zum Teil lage[n] sie höher, was auf die grobe Bearbeitung der Fläche[n] zurückzuführen ist, die sich unter dem starken Druck i[n-] einander verzahnen, so daß bei der Bewegung der Obe[r-] bauteile gegeneinander Materialzerstörung stattfind[et] und der scheinbare Reibungswert sehr hoch wird. Di[e] Erschütterungen der Gleise durch fahrende Züge werde[n] allerdings bewirken, daß sich die Schienen in den Lasche[n] im Betriebsgleise bei wesentlich geringeren Kräften be[-] wegen, als hier rechnerisch und durch Versuch ermitte[lt] worden ist.

Die Kraft, mit der eine Schiene durch die Klemm[-] platten auf die Schwellen angedrückt wird, läßt sich au[f] einfache Art berechnen und ergibt sich für eine 15 m lang[e] Schiene zu 120 t, wobei angenommen ist, daß die Schrau[-] ben mit einem Drehmoment von rd. 1500 kgcm ang[e-] zogen sind.

Nachdem durch diese Versuche und Berechnunge[n] die im verlaschten Oberbau durch das Festschraube[n] erreichten Verspannungen geklärt waren, wurde an di[e] Errichtung eines besonderen Gleisprüfstandes gegange[n,] der im Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen ent[-] worfen und auf dem Gelände der Hochschule erricht[et] wurde.

Der Gleisprüfstand

Auf diesem Prüfstand ist ein 45 m langes Gleis (dr[ei] Joche des Reichsbahnoberbaues B mit Eisenschwelle[n] auf gebräuchlicher Schotterbettung von 0,4 m Höhe un[d] 3,5 m Kronenbreite) zwischen zwei eisenbewehrten Be[-] tonblöcken von 2,5 m Breite und 7 m Länge eingebau[t,] Abb. 5 und 6. Am östlichen Block sind zwischen di[e]

[4]) Vergl. Anm. [2]).

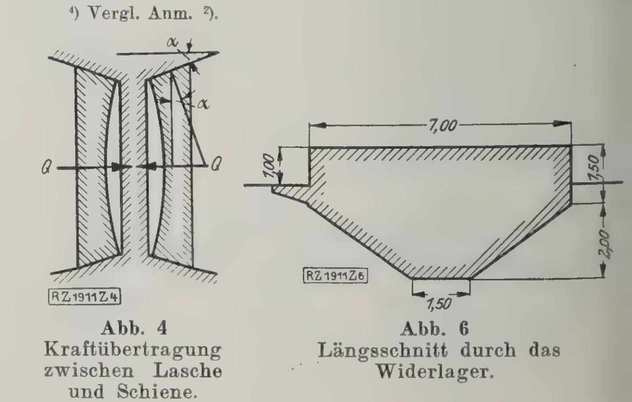


Abb. 4
Kraftübertragung zwischen Lasche und Schiene.

Abb. 6
Längsschnitt durch das Widerlager.

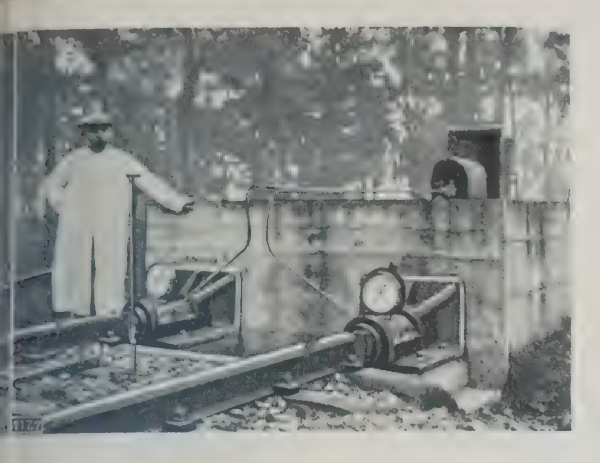


Abb. 7
…i Druckpressen des Gleisprüfstandes für je 60 t Druckkraft.

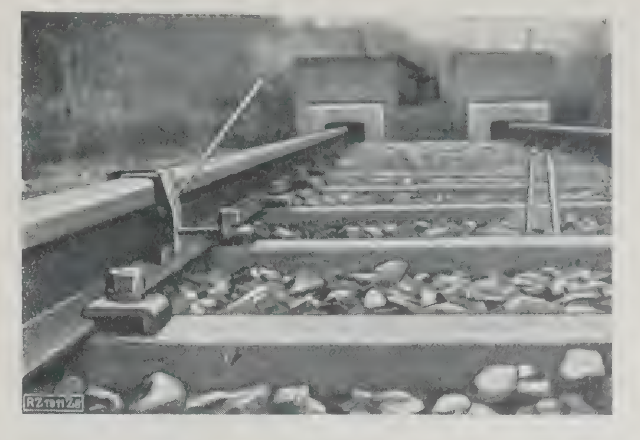


Abb. 8
Einbau der Thermometer in das Versuchsgleis.

…enenenden und die Stirnwand des Blocks wagerechte …ssigkeitspressen eingeschaltet, Abb. 7, mit denen ein …ck bis zu 60 t[5]) je Schiene ausgeübt werden kann; … zu den Pressen gehörige Pumpe ist oben auf dem …k aufgestellt und ebenso wie die Pressen mit ihm …ch Ankerschrauben verbunden. Die Pressen können …ohl einzeln als auch gemeinsam betätigt werden.

Zwischen dem westlichen Block und den Schienen … kleine Betonklötze aufgesetzt, aber nicht fest mit … verbunden; sie können gegebenenfalls entfernt und …ch Meßdosen ersetzt werden.

Am Gleisprüfstand wurden zunächst

…ergleichende Temperaturmessungen

…den Schienen, den Schwellen, der Schotterbettung und … Luft vorgenommen. Die Lufttemperatur wurde an …i Stellen gemessen — eine mehr im Schatten, die …re der Sonnenbestrahlung ausgesetzt.

Im Schotter waren zwei Thermometer angebracht, … zwar Stockthermometer, von denen eines die Schot…temperatur in 20 cm Tiefe maß; das andre war dicht … der Schwelle eingebracht und zeigte deren Tempera… an der Unterkante (10 cm unter Schienenunter…nte) an.

An den Schienen waren drei Thermometer ange…acht. Um die Schienen nicht durch Anbohren zu …wächen, wurden Laschenstücke ausgebohrt und die …hrungen mit Quecksilber gefüllt, in das die Thermo…ter gesteckt wurden; diese Laschenstücke wurden fest … die Schiene gepreßt und der Zwischenraum zwischen …hiene und Lasche mit Blei vergossen, Abb. 8 und 9.

Die Temperaturen wurden dreimal täglich abgelesen. …d zwar um 8³⁰, 13 und 18 h; gleichzeitig wurden die …ßlücken mittels Meßkeils nachgemessen. Die höchste … Schatten gemessene Lufttemperatur betrug 31 °, die …fste — 19,5 °.

An warmen Tagen liegt bei kühlen Nächten die …emperatur der Bettung merklich unter der …fttemperatur, da der Boden seine Temperatur natur…mäß nur langsam ändert und die Temperatur des Schot…rs (in 20 cm Tiefe) zwischen Boden- und Lufttempe…tur liegt; dementsprechend ist im Winter bei rascher …kühlung die Temperatur der Bettung höher als die Lufttemperatur; die mittlere Temperatur der Bettung folgt der mittleren Lufttemperatur im Abstand von einigen Tagen.

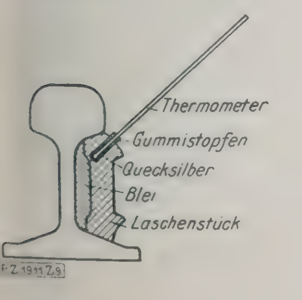
Die Temperatur der Schwelle folgt meist recht genau der Lufttemperatur, der Unterschied zwischen beiden ist selten größer als 1 °; wenn die Bettungstemperatur sehr stark von der Lufttemperatur abweicht, macht sich dies in einer Erhöhung oder Ermäßigung der Schwellentemperatur gegenüber der Lufttemperatur bemerkbar; bei sehr heißem Wetter steigt die Temperatur der von der Sonne bestrahlten Schwelle merklich über die Lufttemperatur.

Die Temperatur der Schiene liegt fast durchweg über der Lufttemperatur und auch über der Temperatur von Schwelle und Bettung, folgt aber der Lufttemperatur nicht sofort, sondern erst in einigen Stunden, so daß sie u. U., z. B. bei schnell ansteigender Lufttemperatur (an warmen Tagen nach kühlen Nächten), zeitweilig unter der Lufttemperatur liegt. Bei starker Sonnenbestrahlung nimmt die Schiene eine wesentlich höhere Temperatur an als die gleichfalls in der Sonne gemessene Lufttemperatur.

Die Temperaturbewegung am 12. Juli 1928, die stündlich von 4 bis 22 Uhr gemessen wurde, ist in Abb. 10 dargestellt. Es liegt hier die Höchsttemperatur der Schiene um 6 ° über der höchsten am gleichen Tage in der Sonne gemessenen Lufttemperatur. Die Spanne zwischen der tiefsten und höchsten Temperatur der Schiene betrug an diesem einen Tage 33 °.

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß die Höchsttemperatur der Schiene merklich über der höchsten in der Sonne gemessenen Lufttemperatur liegt, und daß, wenn diese zu 50 ° angenommen wird, wohl mit einer Schienentemperatur von mindestens 60 ° zu rechnen ist. Es zeigt sich auch, daß die im Laufe eines Tages auftretende Temperaturänderung recht bedeutend sein kann, denn mit 33 ° wird wohl kaum das Höchstmaß erreicht sein.

[5]) Am Druckmesser, dessen Einteilung nur bis 60 t reicht, wurden 70 t geschätzt.



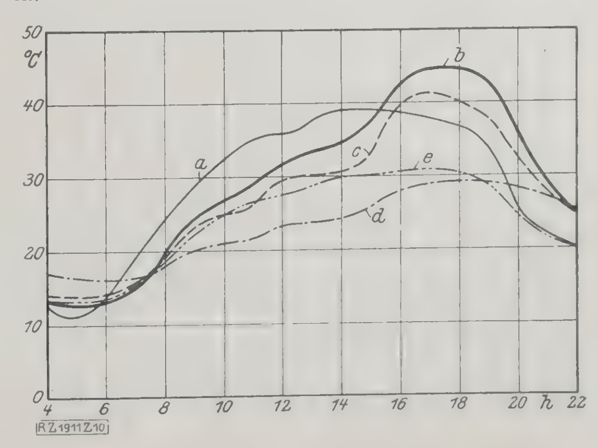


Abb. 9 (links)
Anordnung des Thermometers an der Schiene.

Abb. 10 (rechts)
Temperaturbewegung am 12. Juli 1928.

a Temperatur der Luft in der Sonne
b „ „ Schiene
c „ „ Schwelle
d „ des Schotters
e „ der Luft

Folgerungen aus der Temperaturbewegung

Da nun Druckkräfte in der Schiene unangenehmer sind als Zugkräfte, die wohl ein Abscheren der Laschenschrauben, aber keine Verwerfung des Gleises hervorrufen können, wird man gut tun, die Temperatur, auf die die mittlere Stoßlückenöffnung eingestellt wird, höher zu wählen als bisher üblich, und zwar vielleicht zu + 20°.

Die Messung der Stoßlücken ergab, daß die tatsächliche Dehnung der Schienen um ein Bedeutendes hinter der rechnerisch ermittelten Temperaturdehnung zurückbleibt — der größere Teil der Dehnung kommt nicht zur Auswirkung, sondern wird vom Gleis als Spannung aufgenommen (ein merklicher Teil selbst bei nur lose aufliegender Schiene).

Wird das Gleis bei + 22,5° lückenlos verlegt, so ruft eine Temperaturerhöhung auf + 60° in der Schiene S 49 eine Längskraft von rd. 60 t hervor (für diese Kraftwirkung sind die Pressen des Prüfstandes gebaut worden).

Damit ist die erste Frage nach der Größe der in dem an der Ausdehnung verhinderten Gleis infolge von Temperaturänderungen auftretenden Längskräfte wohl für unser Klima ausreichend genau beantwortet, doch werden die Temperaturmessungen noch weiter fortgesetzt.

Zur Untersuchung der Widerstandfähigkeit des Gleises gegen Längskräfte wurde

die Verschiebbarkeit des Gleises in der Längs- und Querrichtung

durch Versuche festgestellt.

Vorversuche

Das ganze Gleis wurde durch Pressen in seiner Längsrichtung verschoben, und zwar getrennt ein Joch, zwei und drei Joche — der erforderliche Druck der Pressen ergab sich übereinstimmend aus einer Reihe von Versuchen zu rd. 20 t für je 1 Joch. Wie nicht anders zu erwarten, bewegten sich hierbei die Schienen mitsamt den Schwellen im Bettungsschotter vorwärts, während eine Relativbewegung der Schiene gegenüber den Zwischenschwellen nicht stattfand.

Ein Verschieben des Gleises in der Querrichtung ließ sich mit der vorhandenen Einrichtung nicht bewerkstelligen. Da es aber im Hinblick auf mögliche Knickungen wichtig ist, diesen Widerstand wenigstens angenähert festzustellen, so wurden einzelne Schwellen bei abgenommenen Klemmplättchen und Hakenschrauben unter der Schiene hervorgezogen: hierbei ergaben sich Kräfte von 900 bis 2400 kg; mit 2400 kg Kraft wurde die Schwelle um 23 mm seitlich herausgezogen. Auf ein Meter Gleislänge umgerechnet ergibt das einen

Widerstand gegen seitliche Verschiebung

von $\frac{900}{0{,}625}$ bis $\frac{2400}{0{,}625} = 1400$ bis 3750 kg (0,625 m ist der Schwellenabstand).

Allerdings werden bei einer Verschiebung des Gleises in seiner Gesamtheit wohl nicht ganz so große Kräfte aufgenommen werden können, da bei diesen Versuchen die Schienen nicht entfernt waren und daher infolge der Form der Schwellen (schräges Auflager) eine gewisse Keilwirkung zwischen der Schwelle und Schiene und der Bettung zur Geltung gekommen sein mag. Aus diesem seitlichen Widerstand, der nach vorstehendem zu mindestens 1000 kg/m angenommen werden kann, läßt sich leicht die

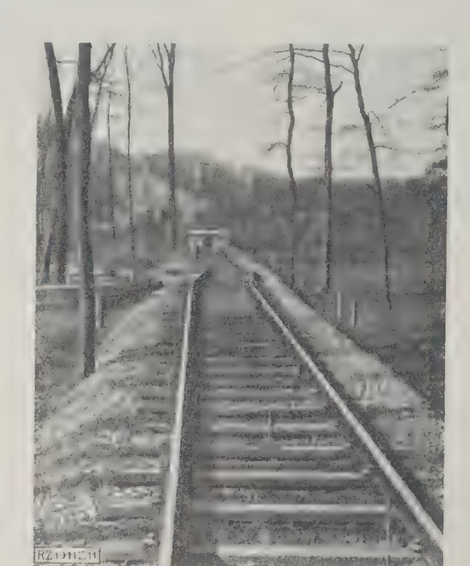


Abb. 11
Gleis nach dem Ausknicken von Osten.

zulässige Längskraft für das gekrümmte Gl ermitteln; sie beträgt

$$S = p R \ldots\ldots$$

(S = Längskraft im Gleis — zwei Schienenstränge p = Widerstand je m Gleis und R = Krümmungsh messer). Im geraden Strang sind diese Beziehungen r nerisch nicht so einfach zu erfassen.

Hauptversuche: Gleis im Betriebzusta

Die bisher beschriebenen Versuche trugen mehr Charakter von Vorversuchen — die Hauptversuc bestanden darin, daß das ganze gut verlaschte Gleis (Bolzenkräfte waren genau bestimmt) mittels der Pres einem Längsdruck bis zu 60 t[6]) je Schiene, zusamm also 120 t (oder bis 140 t), a gesetzt wurde und die dabei e stehenden Bewegungen genau messen wurden. Bei allen die Versuchen zeigte es sich, daß zu dieser Belastung, die allerdi am Westende des Gleises nur et 60 t betrug, da der Rest von Bettung aufgenommen war, n ganz geringfügige Ve schiebungen (unter 5 mm) der Senkrechten und Wagerech zu verzeichnen waren.

Um doch noch ein Ausknick der Schiene beobachten zu k nen, wurde sie durch kräfti Stöße mit einem Ram balken ausgebogen, wo der Druck der Pressen ständig a 60 t (70 t) je Schiene gehalt wurde; erst als die größte A biegung infolge der Rammstöße d Maß von 25 cm erreicht hatte, gann das Gleis sich unter dem E fluß des Längsdruckes auch na Aufhören der Rammstöße weit auszubiegen, wobei der Längsdru auf 45 t je Schiene sank.

Die Kraft, die tatsächlich die Ausbiegung herb führte, kann hierbei zu rd. 35 t je Schiene angenomm werden, da das zweite Joch verbogen wurde und et 10 t je Schiene zur Längsverschiebung des ersten Joch erforderlich sind. Der Krümmungshalbmesser der A biegung, die sich nur auf einer kurzen Strecke bemer bar machte, Abb. 11, wurde zu rd. 25 m ermittelt.

Die seitliche Widerstandskraft p der Bettung

ergibt sich danach zu $\frac{2 \cdot 35}{25} = 2{,}8$ t, entspricht also rec gut den durch das Herausziehen der Schwellen ermittelt oberen Werten.

Bei einem späteren Versuch wurde nur ein Schiene strang mit 60 t abgepreßt, während der andere unbelast blieb, die Verschiebungen nach Seite und Höhe betrug auch hierbei nur wenige Millimeter. Es gelang nic durch 36 Rammstöße ein Ausknicken des Gleises hervo zurufen. Die größte Ausbiegung des Gleises betr dabei nur 26 mm.

Versuchsergebnis

Diese Versuche[7]) haben gezeigt, daß der Reichs bahnoberbau B auf eisernen Schwellen bei gut Verlegung eine große Widerstandfähigkei gegenüber Längskräften hat; doch wird g plant, die Versuche mit wesentlich erhöhten Drücken z wiederholen, um größere Klarheit über die Frage d Knicksicherheit des Gleises zu erlangen, da die jet angewandten Drücke nur den im Betrieb infolge Tem peraturänderungen möglichen Spannungen entspreche Längskräfte aber auch noch aus anderen Ursachen en stehen können (Wandern der Schienen usw.).

[6]) Vergl. Anm. [5]).

[7]) Ein ausführlicherer Bericht über die meisten der vorstehen kurz beschriebenen Versuche findet sich im „Organ" Bd. 83 (1928) S. 30

Geplante neue Versuche

...t der schon vorhandenen Versuchseinrichtung sollen ...an dem Reichsbahnoberbau auf eisernen Schwellen ...de Versuche vorgenommen werden:

...ersuch mit einem in einer Krümmung von 300 m ...albmesser verlegten Gleis (Pfeilhöhe rd. 0,9 m auf ...rüfstandlänge).

...enaue Untersuchung der Fortpflanzung des ...ruckes im Gleis.

Nach Beendigung dieser Versuche sollen ähnliche Versuche wie die beschriebenen an einem Oberbau mit Holzschwellen vorgenommen werden.

Ferner wird noch geplant, mit besonderen zu diesem Zweck gebauten Pressen (Druckkraft bis zu je 120 t) Versuche in einem Betriebsgleis vorzunehmen, um die Auswirkung des Längsdruckes in einem beliebig langen Gleis zu untersuchen und dabei noch die Möglichkeit zu haben, das Gleis gleichzeitig mittels stillstehender oder bewegter Fahrzeuge zu belasten. [B 1911]

Die Bruchgefahr spröder Körper

...ährend die Bedingungen für das Fließen plastischer ... in den letzten Jahren durch eingehende experimen... und theoretische Untersuchungen im wesentlichen ge... werden konnten, fehlt vorläufig noch ein wirkliches ...ändnis für das Wesen und die Gesetzmäßigkeiten der ...vorgänge. *M. Roš* und *A. Eichinger* haben sich ... die Aufgabe gestellt, bei einer Reihe verschiedener ... den Einfluß zusätzlichen allseitigen Druckes bei Zug- ...ruckbeanspruchungen auf die Brucherscheinungen fest...len. Bisher liegen die Ergebnisse an Marmor, ...nt, Zementmörtel, Porzellan, Kunstharz, Gips, natür... Steinen und Beton vor[1]).

...unächst wird gezeigt, wie außerordentlich schwierig ...i spröden Stoffen ist, die wirklichen Verhältnisse bei der ...spruchung zu erkennen. Während bei den plastischen ...llen geringe unvermeidliche Abweichungen vom homo... Spannungszustand auf das Ergebnis kaum von Ein... sind, konnte schon *Föppl* zeigen[2]), daß Würfel von ...nor ungeschmiert fast doppelt soviel hielten wie mit ...mierten Auflagerflächen. Während nun die bisherige ...assung dahin geht, daß eine solche Schmierung die ...ungskräfte in den Auflagern beseitigt und die Über...ung der Druckkräfte auf den Probekörper gleichmäßig ...ltet, muß nach *Roš* und *Eichinger* bei geschmierten ...ern der Druck von der Mitte der Druckfläche nach ...Seiten hin abnehmen. Infolgedessen tritt durch Spren... der Außenzonen des Probekörpers ein verfrühter Bruch ... Bewiesen wird dies dadurch, daß auch bei sehr langen ...en noch ein erheblicher Unterschied in der Festigkeit ...hmierter und ungeschmierter Probekörper bestehen ...t. Als geeignet zur Ermittelung der wirklichen Druck...gkeit wird dagegen das von *Föppl* angegebene Ver...en angesehen, bei dem über ein dünnes Messingblech ... Gummihaut gespannt und die Belastung mittels Flüssig...sdruckes erzeugt wird. Die auf diese Weise an Würfeln ...ittelte Festigkeit fällt etwa ebenso groß aus wie die ...langen Prismen ohne besondere Vorkehrungen fest...ellte.

Auf Grund ihrer Versuche kommen *Roš* und *Eichinger* ... Schluß, daß eine einfache und allgemeine Theorie für ... Bruchgefahr von Stoffen, die im gewöhnlichen Sinne ...öde sind, unmöglich ist. Die Bruchgefahr jedes ein...en Stoffes hängt von seinem inneren Aufbau ab. Wäh...d die amorphen und im Sinne der physikalischen Chemie ...flüssigen Stoffe Glas und Porzellan unter allen prak...h möglichen Belastungsverhältnissen vollkommen spröde ...ben, werden kristallin aufgebaute Stoffe bei hohen all...igen Drücken weitgehend plastisch. Marmor ließ sich ...B. dann um 25 vH bleibend stauchen. Aber auch bei ... kristallinen Stoffen sind die Bruchgesetze zumindestens ...r verwickelt, da am gleichen Stoff ganz verschiedene ...chformen auftreten können. Unterschieden werden der ...nnungsbruch, der Gleitungsbruch und eine Vereinigung ...der, der Verschiebungsbruch.

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse wird die Dar...llung der *Mohrschen* Spannungskreise gewählt. Trägt ...n die größte und kleinste Hauptspannung beim ...ch auf der Abszissenachse ab und schlägt darüber einen ...eis, so geben die Ordinatenwerte Schubspannungen an. ...em Spannungszustand entspricht ein besonderer Kreis. ...ch der Theorie von *Mohr* über die Bruchgefahr[3]), die von ...en Anschauungen den Versuchsergebnissen am weitest...ienden angepaßt werden kann, soll die Hüllkurve ...cher Kreise allgemein ein Gebiet möglicher Beanspruchungen umgrenzen. Ferner soll der Berührungspunkt der Hüllkurve mit einem besonderen Bruchkreis den Neigungswinkel der Bruchfläche bei diesem besonderen Spannungszustand festlegen. Die Versuche zeigen jedoch, daß Zug- und Druckversuche (unter allseitigem Druck verschiedener Größe) nur bei einigen Stoffen unter einer gemeinsamen Hüllkurve unterzubringen sind. Bei andern Stoffen liegt entweder die Hüllkurve für Zug oder diejenige für Druck höher. Die wirklichen Bruchwinkel zeigen für solche Proben, bei denen ein Gleitungsbruch vorliegt, eine gute Übereinstimmung mit der Theorie von Mohr; bei Verschiebungsbrüchen ist die Übereinstimmung schlecht und bei Trennungsbrüchen nicht vorhanden.

Der Einfluß der Bruchausbildung wird durch die verschiedenartige Auslösung der Spannungen beim Bruch erklärt. Bei einem gewöhnlichen, vielkristallinen Werkstoff muß der Spannungszustand in einem Probekörper durch die gegenseitige Wirkung der einzelnen Kristalle sehr ungleichmäßig sein. Beim Trennungsbruch sind es nun Zugspannungen, die den Bruch einleiten, und zwar stets die höchsten, die wesentlich über den allein meßbaren mittleren Spannungen liegen können. Wie groß diese „vagabundierenden" Spannungen sind, läßt sich daraus erschließen, daß der Verschiebungsbruch offenbar ebenfalls durch Zugspannungen eingeleitet wird, die nach der gewöhnlichen Rechnung gar keine Daseinsberechtigung haben. Diese Spannungen müssen etwa von gleicher Größe sein wie bei Zugversuchen. Bei den verschiedenen Stoffen schwankt das Verhältnis der Zugfestigkeit mit Trennungsbruch zur Druckfestigkeit mit Verschiebungsbruch zwischen 1 : 6 und 1 : 14 (Marmor 1 : 7,3; Zement 1 : 10; Zementmörtel 1 : 6; Porzellan 1 : 14,3), woraus sich ein annähernder Begriff von den Spannungsschwankungen im Stoffe ergibt. Beim Gleitungsbruch schließlich tritt der Bruch durch Abgleiten längs einer annähernd ebenen Fläche ein, wobei der Widerstand der Kristalle in dieser Fläche überwunden sein muß. Hierbei ist also nicht ein Höchstwert der Spannungen, sondern ein Mittelwert maßgebend.

Die vorliegende Arbeit läßt erkennen, wie wichtig für eine planmäßige Ausnutzung der Eigenschaften eines Baustoffes genaue Untersuchungen nach neuzeitlichen Gesichtspunkten sind. Hoffentlich wirken sich die neueren Ergebnisse über die Fließ- und Bruchgefahr von Metallen und nichtmetallischen Baustoffen auch bald auf die Konstruktionspraxis aus, die vielfach noch nach veralteten und widerlegten Regeln rechnet. [N 2224]

Berlin-Dahlem *G. Sachs*

[1]) *M. Roš* und *A. Eichinger*, Versuche zur Klärung der Frage der ...chgefahr. II. Nichtmetallische Stoffe. Eidgenöss. Materialprüfungs...tait a. d. E. T. H., Zürich. Disk. Ber. 1928 Nr. 28.

[2]) *A. Föppl*, Mitt. Mech. Techn. Lab. T. H. München 1900 Heft 27.

[3]) *O. Mohr*, Z. Bd. 44 (1900) S. 1524 u. f.

Berichtigungen

Wasserkraftwerk Lilla Edet

Im Aufsatz von *A. Ekwall* und *H. Munding*, Z. Bd. 72 (1928) S. 1361 muß es auf S. 1366 l. Sp. 7. Z. v. u. statt: Die Stromerzeuger usw. heißen: Die Kühlluft wird von unten angesogen und durch die im Zwischenboden untergebrachten Luftkanäle abgeleitet, Abb. 16, Schnitt in Höhe + 11 m.

Maschinenanlage des Kraftwerkes Lilla Edet

Im Aufsatz von *A. Ekwall* und *H. Munding*, Z. Bd. 72 (1928) S. 1873 muß es heißen unter Abb. 10 Mitchellager der **Kaplan**-Turbine, in Abb. 20, letzte Zahl rechts, Abnahme **7250** kW und in der Buchstabenerklärung zu Abb. 22 fällt bei *b* weg: der Kaplan-Turbine. [N 2453]

Thermische Eigenschaften und thermodynamische Vorgänge

In dem Bericht von *M. Jakob* über die Tagung des Ausschusses für Wärmeforschung, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 3, ist ein Druckfehler zu berichtigen. Auf S. 84 muß es in Anm. [9]) statt *Nachrowski* richtig heißen *Nadrowski*. [N 2504]

Die Vorausbestimmung der Gesteintemperatur im Innern von Gebirgsmassiven

Von Prof. K. PRESSEL †, München

Die für den Bau langer, tiefliegender Alpentunnel wichtige Frage nach den Gesteintemperaturen, die im Innern des Gebirges zu erwarten sind, ist erst seit dem Bau des Simplontunnels wissenschaftlich behandelt worden. Man versuchte, die Aufgabe auf rechnerischem Wege zu lösen. Im Gegensatz dazu beschreite ich den Weg des Modellversuchs. Zwei Möglichkeiten solcher Versuche werden angedeutet; ein dritter, „elektrischer“, der an zwei bekannten Tunnelgebieten auf seine Brauchbarkeit geprüft worden ist, wird näher beschrieben. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Prüfung werden mitgeteilt.

Bedeutung der Temperaturvorausbestimmung

Die Frage, was für Temperaturzustände im Innern eines Gebirgsmassivs, tief unter der Erdoberfläche, herrschen, spielt bei der Planung und beim Bau von langen, hochüberlagerten Tunneln eine sehr wichtige Rolle. Im allgemeinen wird man dort um so höheren Gesteintemperaturen begegnen, je dicker die Erdkruste ist, die der Wärmestrom auf seinem Wege aus dem Erdinnern nach der Erdoberfläche zu durchdringen hat. Auf Tunnelstrecken, auf denen solche Überlagerungsverhältnisse herrschen, kann die Gesteintemperatur so hohe Werte erreichen, daß nur durch ganz außergewöhnliche, kostspielige Maßnahmen erträgliche Arbeitsbedingungen für die vielen im Tunnel beschäftigten Leute zu schaffen sind. Die in den Tunnel eingeblasene Luft mit ihrer geringen spezifischen Wärme genügt dann bei weitem nicht mehr zum Abführen der aus den freigelegten Gesteinflächen und aus angeschlagenen, naturgemäß heißen Wassern ihr zuströmenden ungeheuren Wärmemengen: hier muß vielmehr zu einem Kälteträger mit hoher Wärmeaufnahmefähigkeit gegriffen werden. Deshalb ist es ungemein wichtig für die Planung eines tiefliegenden Tunnels, die Gesteintemperaturen, die zu erwarten sind, einigermaßen zutreffend voraussagen zu können.

Zur Zeit der Planung und Erbauung der Alpendurchstiche des Mont Cenis-, Gotthard- und Simplontunnels war man noch, in Ermanglung einer genaueren Erkenntnis der Verhältnisse, die die Temperaturzustände im Innern eines Gebirges bedingen, auf rohe, unsichere Schätzungen angewiesen. Man wußte zwar, daß im allgemeinen bei ebener Erdoberfläche und bei lotrechtem Eindringen in die Erdkruste die Temperatur auf 100 m durchschnittlich ungefähr um 3 ° zunimmt; man wußte auch, daß die sogenannte geothermische Tiefenstufe, d. h. die Eindringtiefe in Metern, die der Erhöhung der Gesteintemperatur um 1 ° entspricht, unter Bergspitzen oder Kämmen größer, unter Tälern kleiner sei als bei ebener Oberfläche; ebenso, daß sie in steil einfallenden Schichten einen größeren Betrag aufweise als in flach einfallenden: aber über die Größe der Abweichungen vom Durchschnitt war man noch sehr im Unklaren.

So konnte es auch kommen, daß zur Zeit unmittelbar vor dem Bau des Simplontunnels, dessen außerordentlich günstige niedrige Höhenlage von 700 m ü. M., schon in den Jahren um 1850 zu ersten, flüchtigen Studien veranlaßt hatte, eine Höchsttemperatur von 41 bis 42 ° erwartet wurde, während sich in Wirklichkeit beim Aufschließen des Richtstollens eine Höchsttemperatur von 56 ° herausstellte. Bemerkenswert ist, daß schon viel früher ganz abweichend von allen übrigen Voraussagen Stockalper die zu erwartende Höchsttemperatur des Gesteins auf 53 ° geschätzt hatte.

Diese außerordentliche Überschreitung der vorausgesagten Höchsttemperatur, die für die Bauunternehmung in finanzieller Hinsicht, neben anderen Schwierigkeiten, so verhängnisvoll geworden ist, hat den Anstoß gegeben, eine wissenschaftlich begründete, brauchbare Lösung des Wärmeproblems in tiefliegenden Gebirgsdurchstichen zu suchen.

Wertvolle Vorarbeiten hierfür hatte beim Bau des Gotthardtunnels der Geologe *Stapff* geleistet[1]). In seiner Schrift hat er die ausgedehnten Temperaturbeobachtungen im Tunnel und auf der Erdoberfläche über dem Tunnel zusammengestellt und den Versuch gemacht, die Ges temperatur im Tunnel einmal als Funktion des lotre Abstandes des Meßpunktes von der Erdoberfläche, andermal als Funktion ihres kürzesten Abstandes d Gleichungen darzustellen, Gleichungen, die jedoch Gültigkeit haben für die besonderen Verhältnisse Gotthard.

[1]) Studien über die Wärmeverteilung im Gotthard, Bern 1877.

Schrifttum über die Temperaturbestimmung

Die ersten grundlegenden Arbeiten zur Lösung Wärmefragen in Gebirgen verdanken wir einer *J. Königsberger* und *E. Thoma*[2]) hinsichtlich der Vor sage der Gesteintemperatur, anderseits *Heerwagen*[3]) sichtlich der Berechnung der der Tunnelluft aus dem stein zuströmenden Wärmemengen.

Thoma und *Königsberger* schlagen zur Ermitt der zu erwartenden Gesteintemperaturen den rech schen Weg ein. Dieser Weg zwingt zu sehr bedeute Vereinfachungen und Ausgleichungen, um zu einer rechnerischen Behandlung zugänglichen symmetris Funktion als Darstellung eines ausgeglichenen Länge fils in der Lotebene durch die Tunnelachse zu gelan Die besondere Gestaltung der Erdoberfläche in i Einzelheiten und die Veränderlichkeit der Bodente ratur auf der Oberfläche kommen dabei nicht zur Gelt

Ein weitgehendes Heranziehen der der Messung gänglichen Einflüsse läßt sich dagegen durch Mo versuche erreichen, was überdies dem Ingenieur, abgesehen von der größeren erreichbaren Genauig geläufiger und zusagender sein dürfte, als ein rec risches Vorgehen.

Die Grundgedanken einiger solcher Lösungen Wärmeproblems durch Modellversuche habe ich öffentlicht[4]). Eine ausführliche Beschreibung der thode und ihrer Durchführung an zwei Beispielen: plon und Gotthard, ist kürzlich erschienen[5]).

Einflüsse auf die Temperatur im Berginnern

Bevor ich einige denkbare Arten von Modell suchen und die aller Erwartung nach brauchbarste handle, mögen die Einflüsse erörtert werden, von de an irgendeiner Stelle des Berginnern die Temperatur als unveränderlich zu betrachtenden Wärmestromes hängt.

Diese Einflüsse sind:

1. Die Gestalt der Erdoberfläche.
2. Das Jahresmittel der Bodentemperatur der oberfläche.
3. Die innere Wärmeleitfähigkeit des Gesteins.
4. Die Neigung, das Einfallen der geologischen Sch ten und das Maß ihrer Zerklüftung.
5. Die innere Wasserführung des Gebirges.
6. Das Verhalten des Gesteins in bezug auf die ch sche Wärmeerzeugung.
7. Die Wärmeerzeugung durch radioaktive Stoffe.

[2]) *J. Königsberger*, Normale und anormale Werte der geo mischen Tiefenstufe, Zentralblatt für Mineralogie, Geologie Jg. 1907 Nr. 22; derselbe, Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie Bd. 31 (1911); derselbe, Über die Beeinflussung der geothermischen fenstufe durch Berge und Täler, Schichtstellung durch fließendes W und durch Wärme erzeugende Einlagerungen, Eclogae geolog Helvetiae Bd. 9 Nr. 1; *E. Thoma*, Über das Wärmeverteilungsproblem welig begrenzter Oberfläche und Anwendung auf Tunnelbauten, K ruhe 1906.

[3]) Über *Heerwagens* Arbeit siehe: *C. Andreae*, „Der Bau la tiefliegender Alpentunnel“, Berlin 1926, S. 96.

[4]) Sitzungsbericht der Königlich Bayerischen Akademie der Wi schaften, Mathematisch-Physikalische Klasse, 1912.

[5]) Experimentelle Methode der Vorausbestimmung der Ges temperatur im Innern eines Gebirgsmassivs, München und Berlin.

Von diesen Einflüssen sind in jedem Fall und mit er wünschenswerten Genauigkeit nur die Gestalt der loberfläche und die mittlere Jahrestemperatur an der loberfläche zu erfassen. Die sehr einflußreiche Wärme-fähigkeit des Gesteins läßt sich wohl an verhältnis-ßig kleinen Probestücken im Laboratorium bestimmen. er die Übertragung der so gewonnenen Ergebnisse auf ganze Gebirge mit seinem oft verwickelten Aufbau, nen Klüften, Verwerfungen, seiner Wasserführung, fte kaum durchführbar und zulässig erscheinen. Ab-ehen hiervon ist die geologische Voraussage bei sehr er Lage des Tunnels naturgemäß mit Unsicherheit aftet. Von dem Einfluß der Neigung der Schichten dasselbe wie für die Wärmeleitfähigkeit. Den Ein-ß der inneren Wasserführung auch nur einigermaßen enähert erfassen zu wollen, ist unmöglich. Weder die nge der Gebirgswasser noch die Größe ihrer Berüh-gsoberfläche mit dem Gestein läßt sich schätzen. n geringem, nur örtlichem Einfluß dürften die beiden zten Punkte sein.

Wenn nun auch die vorgenannten Einflüsse sich im zelnen entweder gar nicht oder doch nur mit geringer näherung feststellen lassen, so ist es doch möglich, ihre samtwirkung, wenigstens im Durchschnitt des ganzen nnelbereiches allmählich im Lauf der bei so großen nneln längeren Bauzeit mit stetig wachsender Genauig-it rechtzeitig genug zu ermitteln und in Rechnung zu hen. Günstig für die Voraussage der Gesteintempera-r ist es jedenfalls, daß die beiden erstgenannten Ein-isse, die sich einzeln sehr genau bestimmen lassen, zu-eich die wirksamsten sind.

Thermischer Modellversuch

Man stellt in größerem Maßstab ein genaues Modell s Tunnelgebietes etwa aus Gips her, seitlich durch trechte Ebenen symmetrisch zur Tunnelachse und den Tunnelmündungen abgegrenzt, während die untere bgrenzung durch eine wagerechte Ebene in etwa 6 bis km Tiefe unter dem Meeresspiegel gebildet werde, so ß diese untere Ebene mit genügender Annäherung als eo-Isothermfläche, d. h. als Fläche mit überall gleicher emperatur, angesehen werden kann. Die lotrechten Sei-nflächen sind gut gegen Wärmedurchgang zu schützen.

Die obere Begrenzungsfläche, die Erdoberfläche, üßte stellenweise dauernd auf den Temperaturen ge-alten werden, die in der Natur im Mittel auf den ein-elnen Abschnitten vorkommen, während die untere agrechte Grenzebene auf eine Temperatur geheizt wer-en müßte, wie sie, etwa berechnet aus der mittleren geo-hermischen Tiefenstufe, für die gewählte Tiefenlage an-enommen werden kann.

Durch feine Bohrungen könnte dann nach Erreichung es Beharrungszustandes des Wärmestromes mittels Thermoelementen an jedem beliebigen Punkt des Modell-nnern, vornehmlich natürlich längs der Tunnelachse, die u erwartende Gesteintemperatur ermittelt werden.

Kalorischer Modellversuch

Bei diesem Versuch wird der Boden eines seitlich echteckig abgegrenzten Gefäßes als getreue Nachbildung ler Erdoberfläche im fraglichen Tunnelgebiet, ebenso aus-eichend bemessen wie beim vorhergehenden, etwa aus Kupfer hergestellt, während die lotrechten ebenen Umfas-ungswände aus einem möglichst schlechten Wärmeleiter estehen.

Füllt man das Gefäß mit Wasser oder einer anderen geeigneten Flüssigkeit und taucht es in den Verdampfer einer Kältemaschine, deren Sole dauernd auf etwa —5 bis —10° gehalten wird, so setzt sich eine allmählich immer dicker werdende Eiskruste an, deren Oberfläche in jedem Augenblick die Gestalt einer Isothermfläche inner-halb eines Körpers besitzt, dessen obere ebene und untere nach der Erdoberfläche geformte Grenzfläche dauernd auf zwei verschiedenen Temperaturen gehalten werden. Durch Abtasten der jeweilig gebildeten Eiskrusten könnte eine Folge von Isothermflächen ihrer Form nach festgestellt werden.

Die so gewonnenen Isothermflächen stellen eine kon-forme Abbildung der Geo-Isothermflächen des Gebirgs-massivs dar, unter der Voraussetzung, daß die Erdober-fläche innerhalb des gewählten Gebietes überall dieselbe Bodentemperatur, das Jahresmittel des ganzen Gebietes, hat. Der Temperaturwert der einzelnen Isothermflächen läßt sich leicht bestimmen, wenn eine oder mehrere Ge-steintemperaturen in größerer Tiefe durch Bohrlöcher, in Schächten oder Stollen ermittelt worden sind. Da die nun folgende Art von vornherein überlegen erscheint und sich auch bei der Anwendung als sehr zweckmäßig und genau erwiesen hat, soll nicht weiter auf die beiden obigen Arten eingegangen werden.

Aus diesem Grund sind sie auch gar nicht der Prü-fung unterzogen worden.

Elektrischer Modellversuch

Die Art dieses Versuches besteht darin, daß die ge-setzmäßigen Beziehungen zwischen den Größen, die für den Temperaturzustand eines von Wärme in der Be-harrung durchströmten Körpers und auch für mehrere andere physikalische Zustände oder Vorgänge maßgebend sind, durch den gleichen mathematischen Ausdruck, wie die Beziehungen zwischen den entsprechenden Größen in einem elektrostatischen Feld, dargestellt werden. Man kann also einen Beharrungswärmestrom durch ein elektrosta-tisches Feld „konform abbilden“.

Dafür hängt man, elektrisch gut isoliert, an der Decke des Versuchsraumes eine metallische Hohlform der Erd-oberfläche von ausreichender Ausdehnung auf. Unterhalb der Hohlform wird, ebenfalls elektrisch gut isoliert, ein ebenes Blech in solcher Tiefe wagrecht gelegt, daß die ihm in der Natur entsprechende Ebene als Geo-Isotherm-fläche betrachtet werden kann, daß also die Unebenheiten der Erdoberfläche dort nicht mehr von Einfluß sein dürften

Das obere Blech wird auf einer beliebigen elektri-schen Spannung, etwa 200 bis 300 V, gehalten. Die Hohl-form ist in einzelne elektrisch gegeneinander isolierte Teilflächen zerlegt. An diese Teilflächen werden elek-trische Spannungen gelegt, die den mittleren in der Natur beobachteten Bodentemperaturen der zugehörigen Teil-flächen entsprechen.

Mißt man nun in dem elektrostatischen Felde zwischen dem Blech und der Hohlform an den für die Lösung der gestellten Aufgabe in Betracht kommenden Orten die elek-trische Spannung, so kann man aus diesen Spannungen durch Vervielfältigen mit einer Verhältniszahl sofort die an den entsprechenden Orten der Natur herrschenden Temperaturen ableiten, wenn man nur für eine oder besser für einige beliebige Stellen im Innern des Gebirges die Felstemperatur durch Tiefbohrungen oder, bei einem im Bau begonnenen Tunnel, im Richtstollen ermittelt hat.

Die Einführung dieser Modellversuche zur Erfor-schung der Form und der Lage der Flächen gleicher Spannung im elektrischen Erdfeld, also zu rein elek-trischen Zwecken, ist *H. Ebert*, dem vorstorbenen Professor der Physik an der Technischen Hochschule in München, zu verdanken[6]).

Mit großer Genauigkeit gelten die Messungen in der senkrechten Mittelebene des Modellraumes und in deren Nähe. Gegen die Ränder zu weicht die Form der Äquipotentialflächen von jener der entsprechenden Geo-Isothermflächen ab. Doch sind diese Abweichungen in der Nähe der Modellgrenzen ohne Bedeutung für den ange-strebten Zweck, da man, z. B. bei einem Tunnel, nur die Felstemperaturen in der Lotebene durch die Tunnelachse, ja eigentlich nur die Temperaturen längs dieser Achse selbst zu kennen braucht.

Man wird deshalb das Modellgebiet so abgrenzen, daß die Tunnelstrecke in die Mitte des Modells zu liegen kommt und daß die Ränder genügend weit über die Tun-nelmündungen hinausgreifen. Bezüglich der Einrichtung und Verwendungsart des „Wassertropfausgleichers“, mit dem die Spannung im elektrischen Feld gemessen wird, sowie bezüglich der Art, wie die Verhältniszahl ge-

[6]) *H. Ebert* und *C. W. Lutz*, Der Freiballon im elektrischen Feld der Erde in „Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre“, Straß-burg 1 08, sowie *K. Hoffmann*, Experimentelle Prüfung der durch verschiedene Messungsanordnungen in einem homogenen elektrischen Feld hervorgerufenen Störungen der Niveauflächen, Dissertation, München 1911.

funden wird, mit deren Hilfe die Spannungswerte auf Temperaturgrade zurückgeführt werden, muß ich auf meine oben erwähnte Schrift[7]) verweisen.

Das Hohlmodell der Erdoberfläche wurde bei den zwei ersten zur Prüfung der neuen Methode durchgeführten, die Gebiete des Simplon- und des Gotthardtunnels umfassenden Versuchen aus eisenbewehrtem Gips, belegt mit Aluminiumfolie, hergestellt. Seine Umgrenzung bildete im Grundriß ein Rechteck von $2 \times 0{,}76\ m^2$. Als ebene Fläche wurde eine Zinkblechtafel von $2 \times 1\ m^2$ verwendet. Zum Aufladen der Tafel und des Aluminiumbelags des Modells dienten Akkumulatorenbatterien.

Die Einstellung des für die Spannungsmessung entscheidenden Zerstäubungspunktes des etwa 0,2 mm dünnen Wasserstrählchens am Wassertropfausgleicher erfolgte mittels eines kleinen Reisetheodoliths und eines Kathetometers. Zur Spannungsmessung diente anfänglich ein *Lutz-Edelmannsches* Saitenelektrometer, später ein *Ebertsches* Quadrantelektrometer. Eine Übersicht über die Versuchseinrichtung, die in dankenswerter Weise im physikalischen Institut der Münchener Technischen Hochschule untergebracht werden konnte, enthält meine obengenannte Schrift. Das Modell des Simplongebietes war im Maßstab 1 : 15 000, das des Gotthardgebietes im Maßstab 1 : 20 000 ausgeführt.

Die Anwendung in einem gegebenen Falle, wo es sich um Vorausbestimmung der Felstemperatur in der Achse eines langen, tiefliegenden Tunnels handelt, ist etwa in folgender Weise gedacht. Man ermittelt nach gewissen Vorversuchen, auf die hier nicht eingegangen werden kann, zunächst ein- für allemal die Spannungskurve. Zu ihrer Umwandlung in die gesuchte Felstemperaturkurve verwendet man, wenn der Tunnelbau überhaupt noch nicht begonnen worden ist, Temperaturmessungen in Tiefbohrlöchern oder — wenn auch solche nicht zu erhalten sind — zieht zu vorläufigen Schätzungen die Erfahrungszahlen betreffs der geothermischen Tiefenstufe in ähnlichem geologischem Gebiet heran.

Ist aber der Richtstollen des Tunnels bereits begonnen, so wird man die darin gemessenen Felstemperaturen verwerten. Auf diese Weise wird von selbst den mittleren geologischen Verhältnissen Rechnung getragen. In dem Maß, als der Richtstollen vorschreitet, gewinnt man die Möglichkeit, in einfachster Weise die Temperaturkurve zu berichtigen. Dabei wird man die Gebiete, in denen nennenswerte Quellen angeschlagen werden, oder wo ein für den Kenner auffallend ungewöhnlicher Verlauf der tatsächlich im Stollen gemessenen Felstemperaturen sich erweist, unberücksichtigt lassen.

Da der Bau eines langen Tunnels mehrere Jahre in Anspruch nimmt (der Gotthardtunnel mit einer Länge von 15 km wurde in rd. 8 Jahren, der 20 km lange Simplontunnel in rd. 7 Jahren gebaut) erfährt man frühzeitig genug, auf welche Felstemperaturen überhaupt und insbesondere, auf welche Höchsttemperatur man gefaßt sein muß, um die erforderlichen Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung treffen zu können.

Es sei hier noch ein kleiner Auszug aus den bei den erwähnten beiden ersten Versuchen zur Prüfung der Temperaturvorausbestimmung erzielten Ergebnissen mitgeteilt:

Tunnel	Länge km	Höchste Über-lage-rung m	Zur Umwandlung der Spannungs-kurve verwertete Strecken	Höchste Fels-temperatur aus dem Versuch abgeleitet °C	im Tunnel gemessen °C
Gotthard	14,92	1700	Nord 0 bis 3 km[1]) Süd 0 „ 3 „	33,1	3[illegible]
			Nord 0 „ 4 „ Süd 0 „ 4 „	32,5	
			Nord 0 „ 5 „ Süd 0 „ 5 „	31,8	
Simplon (Richtstollen)	19,73	2134	Nord 0 „ 4 „[2]) Süd 0 „ 1,5„	55,7	56[illegible]
			Nord 0 „ 4 „ Süd 0 „ 2 „	55,8	

[1]) Von Nord 0 bis 3,5 km unter der Andermatter Ebene s[illegible] infolge von chemischen Zersetzungen (Pyrite) ungewöhnlich h[illegible] Felstemperaturen aufgetreten.

[2]) Jenseits von Süd 2 km kündigte sich bereits durch Senkung [illegible] wirklich gemessenen Felstemperatur der große, abkühlende Einf[illegible] der starken kalten Quellen an (bei Süd 4,4 km 1300 l/s).

Zum Schluß sei noch hervorgehoben, daß alle Vorbereitungen zum Versuch, wenn sie auch großer Sorgfalt und Zuverlässigkeit bedürfen, doch rein handwerksmäßiger Natur sind und daß die eigentliche Messung, nämlich die Spannungsmessung längs der Tunnelachse, in wenigen Stunden erledigt werden kann. [B 1946]

[7]) Vergl. Anm. [5]).

Schubtrennschalter

In Schaltanlagen, bei denen der zur Verfügung stehende Raum weitgehend ausgenutzt werden muß, ist es oft nachteilig, daß die Schaltmesser der Trennschalter üblicher Bauart in ausgeschaltetem Zustand weit ausladen. Das vermeidet das Sachsenwerk, Niedersedlitz in Sachsen, mit seinen neuen Schubtrennschaltern, Abb. 1 und 2[1]). Statt der starren Schaltmesser dienen zur Stromübertragung feindrähtige verdrillte Kupferseile, die in zwei Stahlrohren schraubenförmig aufgewickelt liegen; die beiden Stahlrohre sind teleskopartig ineinander verschiebbar. Zur Hubbegrenzung dient ein Anschlag auf der Schaltwelle. Die Schubtrennschalter sind zwar etwas höher als die Messertrennschalter, im allgemeinen ist der Raum aber in der Höhe nicht so beschränkt wie im Grundriß. Die Biegungsbeanspruchung der beiden Stützisolatoren, die die Kontakte tragen, ist mit der neuzeitlichen Stützerausführung ohne Schwierigkeit aufzunehmen. [M 2424] *Pa.*

[1]) DRP Nr. 470 434.

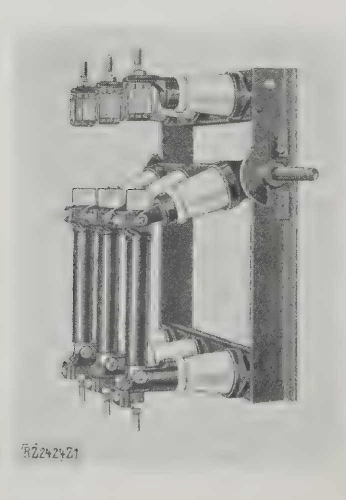
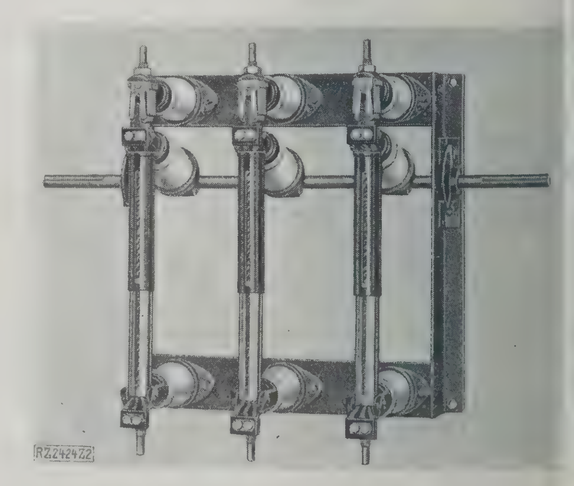


Abb. 1 und **2** Dreipoliger Schubtrennschalter des Sachsenwerkes für 600 A Nennstrom

Abb. 1 (links) ausgeschaltet

Abb. 2 (rechts) eingeschaltet



‌Messing und Sondermessing

'on Oberingenieur W. WUNDER, Berlin-Karlshorst

Alte und neue Herstellverfahren der Zink-Kupfer-Legierungen. Zustandschaubild und Gefügeaufbau. Spanlose Formung im festen Zustand und Verwendungsgebiete der α- und α+β-Messinge. Unterschied im Gefüge am Anfang und Ende einer α+β-Preßstange und die hierdurch entstehenden Schwierigkeiten bei der weiteren spanlosen Formung. Rekristallisationserscheinungen der α-Messinge bei verschiedenen Reckgraden und Temperaturen. Aufreißen kaltgereckter Messinghalbzeuge und Beseitigung der Gefahr des Aufreißens durch mechanische und thermische Behandlung der Erzeugnisse. Verbesserung der Eigenschaften der Messinge durch Zusätze. Wertkoeffizienten der Zusätze. Berechnung des ungefähren Gefügeaufbaues. Regeln für die richtige Abstimmung der Zusätze. Herstellung der Sondermessinge mittels Vorlegierungen. Verwendungsgebiete und die handelsüblichen Sorten.

Messing

Messing, die Zweistofflegierung aus Zink und Kupfer, stellte man bis zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts nicht aus Kupfer und metallischem Zink, sondern aus Kupfer und Zinkerzen, vor allem aus Galmei, her; man nannte dieses Verfahren Zementation. Zunächst wurde Galmei mit Kohle gemischt und dann dieses Gemisch mit Kupfer in einem Ofen zusammengeschmolzen. Die Mischung blieb in großen Töpfen 9 h lang im Ofen und wurde dann in eine Grube gegossen. Das so gewonnene Messing zerbrach man, bevor es abgekühlt war, in Stücke. Auf diese Weise erhielt man bereits im Altertum ein hellgelbes, leichter bearbeitbares Metallgemisch, das gegenüber Kupfer und Bronze gewisse Vorteile aufwies. Das Messing ist wahrscheinlich auf den griechischen oder kleinasiatischen Inseln erfunden worden, vielleicht auf Cypern, wo Kupfer- und Galmeierze vorkamen. Erst im sechzehnten Jahrhundert wurde von *Paracelsus* zum ersten Male metallisches Zink gewonnen. Zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts wurde das Zink aus Zinkerzen im großen technisch hergestellt. Das Galmeiverfahren hat noch bis zur Mitte des neunzehnten Jahrhunderts das Feld behauptet. Von dieser Zeit ab fertigt man Messing fast ausschließlich aus Zink und Kupfer.

Kupfer und Zink mischen sich im flüssigen Zustand in allen Verhältnissen. Bei der Erstarrung jedoch treten Mischungslücken auf. Abb. 1 zeigt das Zustandsschaubild der Zink- und Kupferlegierungen nach *O. Bauer* und *M. Hansen*[1]).

Als Abszisse wählt man die Gehalte der Legierungen an Kupfer und Zink und als Ordinate die Temperaturen; trägt man in dieses Koordinatensystem die Temperaturen von dem Beginn und dem Ende der Estarrung sowie die der Umkristallisationen für jede Zusammensetzung ein und verbindet entsprechende Punkte durch Kurven, so erhält man Felder, die den Aufbau in Abhängigkeit von der Zusammensetzung und der Temperatur wiedergeben. Oberhalb des Kurvenzweiges *ABCDEFG* sind alle Legierungen von 100 bis 0 vH Kupfer flüssig, unterhalb des Kurvenzweiges *AQPOCNMLKIHG* sind sämtliche Legierungen fest. Innerhalb der Felder, die durch diese beiden Kurvenzweige gebildet werden, befinden sich die Legierungen in teigigem Zustand, d. h. die Legierungen bestehen aus je einem festen und einem flüssigen Bestandteil.

[1]) Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 423.

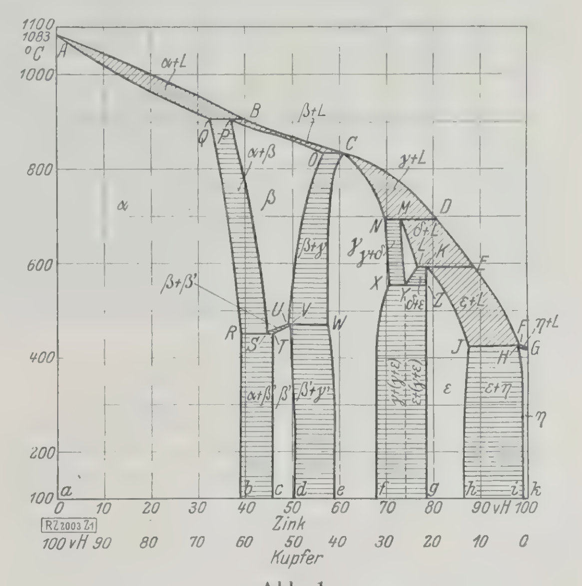


Abb. 1
Erstarrungs- und Umwandlungsschaubild der Kupfer- und Zinklegierungen nach *O. Bauer* und *H. Hansen*.

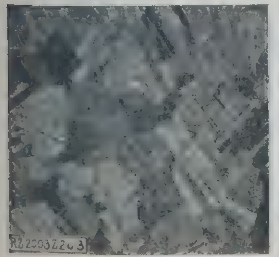


Abb. 2
α-Messing (Ms 72).

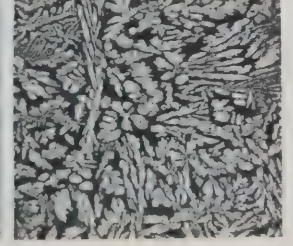


Abb. 3
α + β-Messing (Ms 60).

In dem Gebiet *AQRbaA* bestehen die Legierungen nur aus einer Art von Mischkristalliten, Abb. 2, Ms 72 (28 vH Zn, 72 vH Cu), d. h. die einzelnen Kristallite sind homogen, man kann weder Kupfer- noch Zink-Kristallite beobachten, man benennt diese Kristallite α-Mischkristalle. In dem Gebiet *QPSRQ* befinden sich die Legierungen im heterogenen Gebiet α + β, Abb. 3, Ms 60 (40 vH Zn, 60 vH Cu), d. h. sie bestehen aus zwei Kristallarten, und zwar aus dem kupferreichen α- (hell) und dem zinkreichen β-Mischkristall (dunkel). Im Gebiet *POUSP* sind die Legierungen wiederum aus einer Art von homogenen Mischkristallen aufgebaut, und zwar aus den zinkreichen β-Mischkristallen. Im Gebiet *RSTcbR* befinden sich die Legierungen im heterogenen Gebiet α + β', Abb. 3.

Im Gebiet *TVdcT* sind die Legierungen aus einer Art von homogenen Mischkristallen β' aufgebaut. Die andern Gebiete fallen aus der Betrachtung, da sie zu den Zinklegierungen gehören.

In der Technik spielen nur zwei Messingarten eine wichtige Rolle, und zwar diejenigen, die aus den kupferreichen α-Mischkristallen bestehen, die α-Messinge, und jene, die aus dem kupferreichen α- und dem zinkreichen β-Mischkristall bestehen, die α + β-Messinge. Die α-Messinge zeichnen sich durch hohe Zähigkeit bei Raumtemperatur und die α + β-Messinge durch hohe Zähigkeit bei Rotglut aus.

Die spanlose Formung der α-Messinge mit < 100 bis > 62 vH Cu, Rest Zn, im festen Zustand erfolgt in den meisten Fällen bei Raumtemperatur. Durch Walzen stellt man Bleche, Bänder und Profile (z. B. Turbinenschaufeln), durch Ziehen auf der Ziehbank Rohre, Profilstangen und Drähte, durch Ziehen auf der Ziehpresse oder durch Drücken auf der Drückbank Hohlkörper aller Art her. Die gebräuchlichsten und vom Deutschen Normenausschuß genormten Legierungen sind die Tom-

bake Ms 90 (90 vH Cu, Rest Zn); Ms 85 (85 vH Cu, Rest Zn); Ms 72 (72 vH Cu, Rest Zn) und der Halbtombak Ms 67 (67 vH Cu, Rest Zn); und das Messing Ms 63 (63 vH Cu, Rest Zn). Die spanlose Formung der $\alpha + \beta$-Messinge mit < 62 vH Cu bis > 55 vH Cu, Rest Zn, im festen Zustand wird in der Hauptsache bei Rotglut (500° bis 850°) ausgeführt. Durch Walzen fertigt man Bleche und Rohre, durch Pressen auf der Strangpresse (*Dicksche* Presse), Abb. 4, Bänder, Profilstangen, Rohre und Drähte, durch Pressen im Gesenk (Teilpresserei) Teile aller Art für die verschiedensten Zwecke, z. B. für die Eisenbahn, für die Straßenbahn-Oberleitung, Gas- und Wasser-Armaturen, Armaturen für Hochspannungsleitungen, Abb. 5, Teile für den Handelsschiffbau und für den Fahrzeugbau, Abb. 6, u. a. Die am häufigsten verwendeten und vom Deutschen Normenausschuß genormten Legierungen sind die Messinge Ms 60 (60 vH Cu, Rest Zn), und Ms 58 (58 vH Cu, 2,5 vH Pb, Rest Zn).

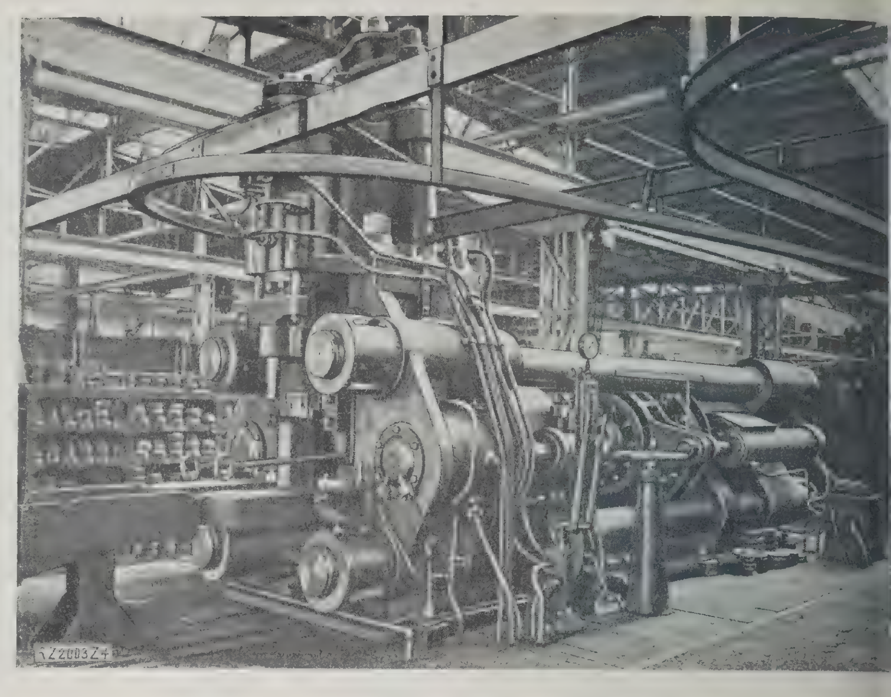


Abb. 4
Strangpresse (*Dicksche* Presse).

Die spanlose Formung der α-Messinge kann auch bei Rotglut und die der $\alpha + \beta$-Messinge bei Raumtemperatur vorgenommen werden. Je höher der Cu-Gehalt der α-Messinge ist, um so höher liegt die Temperatur und um so kleiner wird der Temperaturbereich für die Warmverformung und je niedriger der Cu-Gehalt der $\alpha + \beta$-Messinge ist, um so tiefer liegt die Temperatur und um so größer wird der Temperaturbereich für die Warmverformung. Die $\alpha + \beta$-Messinge kann man, je niedriger der Cu-Gehalt ist, um so weniger stark kaltrecken.

Die $\alpha + \beta$-Messinge werden zum großen Teil auf der *Dickschen* Presse, Abb. 4, warm verformt. In einem dickwandigen Zylinder (Rezipient), der vorn durch eine Matrize mit einer oder mehreren Öffnungen verschlossen werden kann und hinten mit einen Stempel versehen ist,

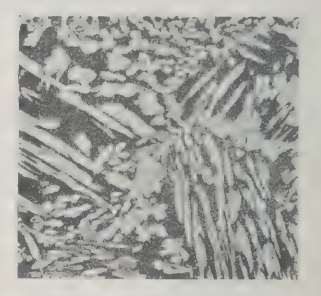
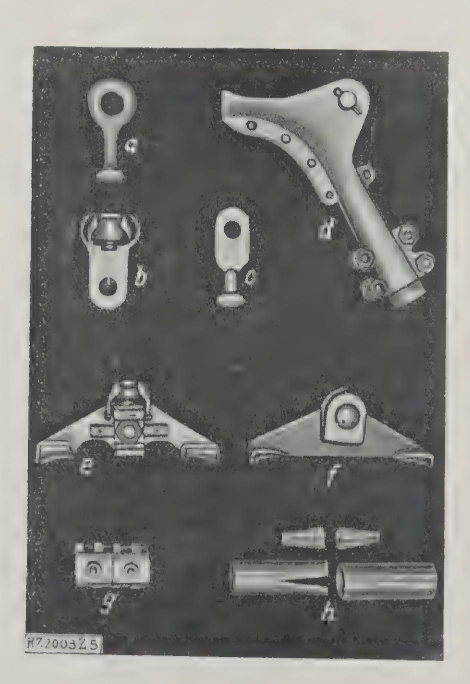


Abb. 7
Nadeliges
$\alpha + \beta$-Gefüge.



Abb. 8
Körniges
$\alpha + \beta$-Gefüge.



a Aufhängeöse
b Klöppelpfanne
c Laschenklöppel
d Abspannklemme
e Pfannentragklemme
f Rutschklemme
g Stromklemme
h Hülsenverbinder

Abb. 5
Armaturen für Hochspannungs-Freileitungen.

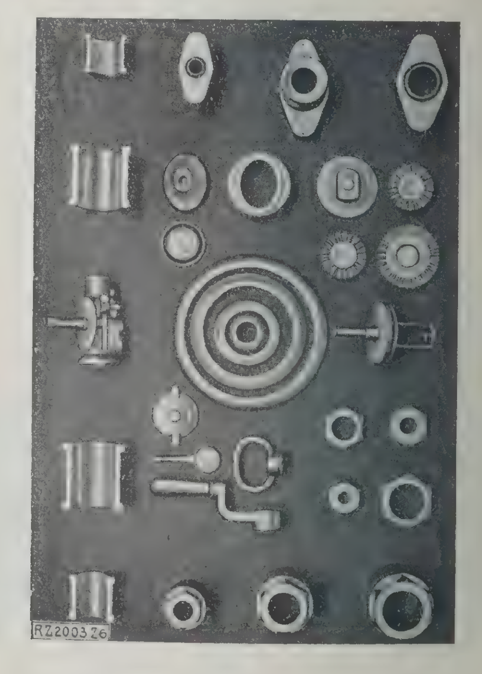


Abb. 6
Messingpreßteile für den Fahrzeugbau.

ler rotglühende Gußbarren eingeführt. Die Matrize hierauf mittels eines Vorlegers verriegelt und der el durch hydraulischen Druck in den Rezipienten gefahren. Aus der Öffnung der Matrize kommt die stange heraus. Anfang und Ende einer so gepreßten e sind verschieden im Gefüge. Der Anfang der e zeigt ein nadliges $\alpha + \beta$-Gefüge, Abb. 7, das Ende örniges $\alpha + \beta$-Gefüge, Abb. 8.

Während sich nun der Anfang der Stangen einwand- n der Gesenkpresserei verpressen läßt, zeigen die lem Ende der Stange hergestellten Preßteile Risse. war infolge Grobkristallinität der Randzone. Diese einung[2]) ist auf Kaltwerden des Endes des Guß- ns beim Pressen zurückzuführen. Es findet kein s Warm- sondern ein Kaltpressen statt. Bei der Er- ng des Stangenabschnittes auf Preßtemperatur tritt ein Grobwerden des Gefüges ein, das zur Riß- ng führt. Mechanische Eigenschaften des Anfangs des Endes einer Stange sind:

	Festigkeit kg/mm²	Dehnung vH	Brinellhärte (5/250/30) kg/mm²
ng	44	40	87
. . . .	46	34	96

körnige $\alpha + \beta$-Gefüge kann man durch Glühen inner- des β-Gebietes, Abb. 1, nadlig werden lassen.

Die Rekristallisationserscheinung der α-Messinge bei chiedenen Temperaturen und Reckgraden hat *Wittneben*[3]) untersucht und gefunden, daß ähn- Verhältnisse herrschen wie bei andern homogenen allen. Abb. 9 und 10 zeigen, daß bei kleinen Reck- len die Korngröße stark ansteigt. Verarbeitet man einen derartigen grobkristallinen Werkstoff kalt h Ziehbeanspruchung, so erhält man Oberflächen, grobnarbig sind und dadurch unansehnlich werden, . 11.

Durch Einhaltung des richtigen Kaltreckgrades und der tigen Glühtemperatur kann man jedoch Halbzeuge er- en, die infolge kleiner Korngrößen glatte Oberflächen n Kaltrecken erhalten. Eine Korngröße um 800 μ^2 ch dem Kreis- oder Flächenmeßverfahren ermittelt) ibt bei der spanlosen Formung glatte und saubere rflächen.

Kaltverformte Messingerzeugnisse reißen beim La- n oder im Betriebe des öfteren lang und quer , so z. B. gezogene Rohre, Stangen, Drähte und Hohl- rper. Dieses Aufreißen ist auf Eigenspannungen zu- kzuführen, die durch Korrosion der Oberflächen aus- öst werden. Die Anfressung wird durch Ammoniak der ft eingeleitet, hierbei entstehen Haarrisse, die dann Aufreißen durch Kerbwirkung verursachen. Queck- ber und seine Salze wirken noch schneller als Ammo- niak; man benutzt sie daher zum Nachweis von Eigen- spannungen im Messing.

[2]) Dr. *Hinzmann*, Die Wärmebehandlung und Gefügeausbildung + β-Messing, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 297.

[3]) Dr. *Wittneben*, Über die Rekristallisation von α-Messing bei mverformung. Z. f. Metallk. Bd. 20 (1928) S. 316.

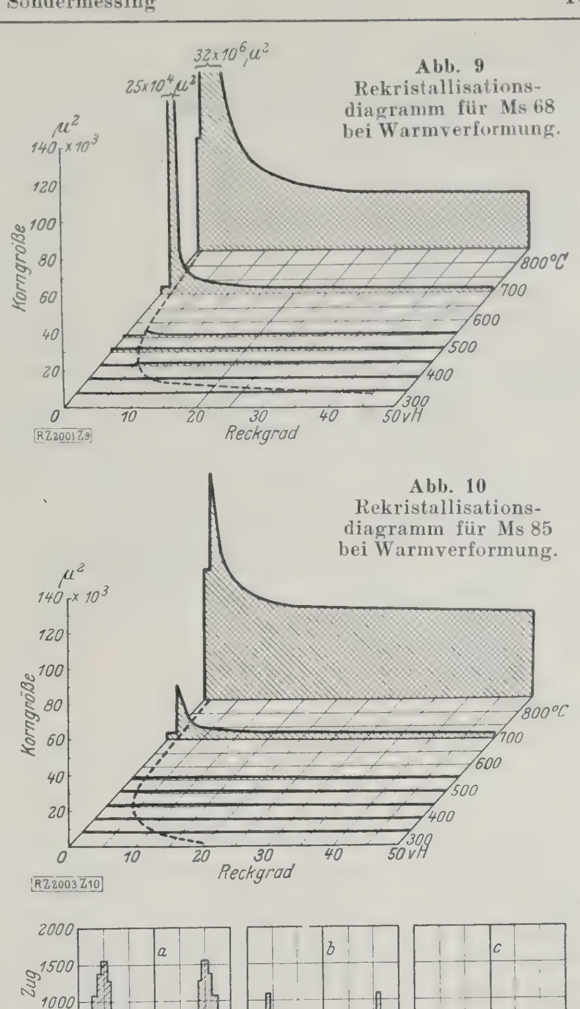


Abb. 9
Rekristallisationsdiagramm für Ms 68 bei Warmverformung.

Abb. 10
Rekristallisationsdiagramm für Ms 85 bei Warmverformung.

Abb. 12
Reckspannungen in kalt gerecktem Messing (57,8 Cu, 40,8 Zn, 1,35 Pb)

a Rundstange, kalt gezogen
b „ 3 h bei 160° erhitzt
c „ 3 h „ 230° „

Heyn und *Bauer*[4]), *Masing*[5]) und *Sachs*[6]) haben die Eigenspannungen in gezogenen Gegenständen durch eingehende Versuche nachgewiesen, indem sie Schichten ab- oder ausgedreht und die Veränderungen der Längen oder der Querschnitte gemessen haben. Aus den Veränderungen haben sie dann mit Hilfe des Elastizitätsmoduls die Spannungen berechnet, Abb. 12.

Durch nichtmetallische und metallische Überzüge läßt sich das Aufreißen nur sehr selten völlig beseitigen, hingegen fast völlig durch mechanische Beanspruchung, wie Abklopfen mit dem Hammer oder Richten in der Richtmaschine. Durch Anlassen der gezogenen Gegenstände auf Temperaturen von 225 bis 300° je nach dem Kupfergehalt, erreicht man eine völlige Gewähr für das Nichtaufreißen; hierbei tritt noch keine nennenswerte Be-

[4]) *Heyn* und *Bauer*, Über Spannungen in kaltgereckten Metallen. Intern. Z. f. Metallographie Bd. 1 (1911) S. 16; *Wunder*, Eigenspannungen in gezogenen Werkstoffen, Technisches Vorlesungswesen Groß-Berlin am 12. November 1920.

[5]) *Masing*, Das Aufreißen von Messing durch innere Spannung, Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924) S. 257 u. f.

[6]) *Sachs*, Der Nachweis innerer Spannungen in Stangen und Rohren, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 352 u. f.



Abb. 11
Narbige, rauhe Oberfläche eines gezogenen Napfes aus grobkristallinem Ms 63.

einträchtigung der Festigkeit ein. Man sollte gezogene oder gedrückte Gegenstände stets anlassen, um ein Aufreißen zu vermeiden. Zieht man eine in der Strangpresse hergestellte Messingstange aus Ms 58 von 22,5 mm Dmr. auf 22 mm Dmr. und taucht eine im Anlieferungszustand und eine, 1 h auf 275 ° angelassen, in Quecksilber, so reißt nach 8 s die Stange im Anlieferungszustand auf, während die angelassene Stange unbeeinflußt bleibt, Abb. 13.

Sondermessing

Die Zugfestigkeit der reinen Messinge, die im gegossenen Zustand etwa 20 und im gereckten und weichgeglühten Zustand etwa 40 kg/mm² beträgt, kann man durch Zulegieren eines oder mehrerer Elemente erhöhen. Man kann somit Festigkeiten für den gegossenen Zustand von 40 bis 70 kg/mm², für den gereckten Zustand von 50 bis 90 kg/mm² bei Brinellhärten > 200 kg/mm² erreichen.

Hierdurch werden Werkstoffe geschaffen, die den guten Stahlsorten und Bronzen gleichkommen. Durch die Zusätze werden die Mischkristallgrenzen für die kupferreichen α- und die zinkreichen β-Mischkristalle, falls sie von diesen beiden Mischkristallarten auch im festen Zustand gelöst werden, verschoben. Je nachdem nun die Grenzen nach der Kupfer- oder der Zinkseite verlegt werden, unterscheidet man zwei Gruppen von Zusätzen: die eine Gruppe erhöht scheinbar den Kupfergehalt, die Mischkristallgrenzen werden also nach der Zinkseite verschoben, während die andre Gruppe scheinbar den Kupfergehalt erniedrigt, die Mischkristallgrenzen werden nach der Kupferseite gerückt. Zur ersten Gruppe gehört das Nickel und zur zweiten alle andern Elemente, wie Mangan, Aluminium, Zink, Magnesium, Silizium, Blei und Eisen. Den einzelnen Zusatzelementen kommen Wertkoeffizienten zu, die zur Berechnung des scheinbaren Zinkgehaltes dienen. Aus diesem scheinbaren Zinkgehalt kann man den Gefügeaufbau voraussagen; denn es hat sich mit einiger Annäherung gezeigt, daß der Gefügeaufbau dieser Sonderlegierungen dem der reinen Messinge mit dem errechneten scheinbaren Zinkgehalt entsprechen. Nachstehend sind die Wertkoeffizienten aufgeführt: Al + 6, Sn + 2, Mg + 2, Si + 10, Pb + 1, Fe + 0,9, Mn + 0,5 und Ni — 1,4. Bezeichnet man den scheinbaren oder auch fiktiven Zinkgehalt mit B', den wirklichen Zinkgehalt mit B, den Kupfergehalt mit A, die Menge des zugesetzten Elementes mit q und den Wertkoeffizienten mit t, so ergibt sich:

$$B' = \frac{(B + \Sigma t)\,100}{A + B + t\,\Sigma q}.$$

Werden die zugesetzten Metalle nicht in homogener Mischkristallbildung aufgenommen, so können neue Phasen auftreten, deren Wirkung im voraus nicht bestimmt werden kann; hier muß der Versuch entscheiden. Derartige Legierungen mit Sonderbestandteilen eignen sich unter Umständen sehr gut als Lagermetalle.

Es lassen sich zwei Regeln für die richtige Abstimmung der Zusätze aufstellen:

1. Die zugesetzten Elemente dürfen einen scheinbaren Zinkgehalt von höchstens 45 vH ergeben, da sonst die Sondermessinge zu spröde werden. Wenn das Sondermessing im festen Zustand besonders gut spanlos warmformbar sein soll, so muß der scheinbare Zinkgehalt möglichst in den Grenzen von 45 bis 38 vH liegen, und wenn es im festen Zustand besonders gut kalt formbar sein soll, so muß der scheinbare Zinkgehalt möglichst in den Grenzen 0 bis 38 vH liegen.

2. Zur Berechnung des scheinbaren Zinkgehaltes gelten als Wertziffern für die zugesetzten Elemente die oben angegebenen. Nickel kann den Messingen in beliebiger Weise zugesetzt werden, ohne daß die Sondermessinge spröde werden, die andern Elemente dürfen, wenn sie allein oder zu mehreren zugesetzt werden, nur in solchen Mengen zulegiert werden, daß der scheinbare Zinkgehalt < 45 vH wird. Bei Zusatz von Nickel und gleichzeitigem Zusatz der andern Elemente können die Mengen an diesen Elementen größer gewählt werden, als wenn sie allein zugesetzt werden. Der schein Zinkgehalt darf auch hier nicht größer als etwa 45 vH

Zur Herstellung der Sondermessinge werden n die Bestandteile als Vorlegierungen zugesetzt. So Nickel in Form von Nickel-Kupfer, Mangan von Man

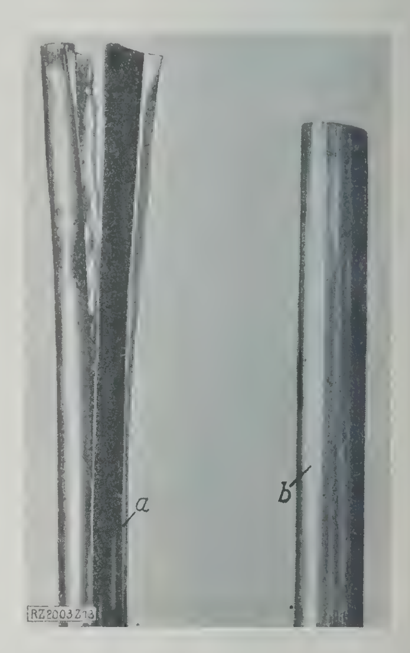


Abb. 13
Gezogene Ms 58-Messingstange in Hg getaucht.
a Anlieferungszustand
b angelassen 1 h auf 275°

Kupfer, Eisen von Ferro-Zink oder von Eisen-Ku Aluminium von Aluminium-Kupfer; die niedrigsch zenden Elemente können unmittelbar zugesetzt wer Die chemisch sehr aktiven Elemente wie Aluminium, B Zinn usw. werden erst nach dem Schmelzvorgang vor Gießen zugesetzt.

Die Sondermessinge haben sich in der Technik langen Jahren gut bewährt, sie werden dort benu wo es auf hohe Festigkeit oder Härte, hohe Widersta fähigkeit gegen Chemikalien und Atmosphärilien, Fa usw. ankommt. Sie kommen fast ausschließlich unter sonderen Namen in den Handel, so z. B. Delta-, Spr Durana-, Admos-, Aeterna-, Selva-, Finow-Metall, Hoh zollern, Rübelbronze usw. Diese Metallegierungen halten in den weitaus meisten Fällen nicht nur ein satzmetall, sondern mehrere gleichzeitig, z. B. Al, Fe, Sn, Ni und Pb.

Zusammenfassung

Die handelsüblichen α-Messingsorten (> 62 vH Rest Zn) werden hauptsächlich spanlos im festen Zust bei Zimmertemperatur und die $\alpha + \beta$-Messinge (< 62 vH bis > 55 vH Cu, Rest Zn) bei Rotglut geformt. Bled Bänder, Drähte, Rohre, Profilstangen für Sonderzwe sind deshalb aus α-Messing herzustellen, während Plati Profilstangen und Preßteile jeglicher Art aus α+ Messingen anzufertigen sind. Kaltgereckte Messingerze nisse muß man, um zu verhindern, daß sie aufreiß mechanisch oder noch besser thermisch nachbehand Der Kaltreckungsgrad und die darauffolgende Gl behandlung muß so erfolgen, daß Grobkristallinität ni entsteht. Durch Zusätze wie Al, Sn, Pb, Fe, Mn und zu den reinen Messingen werden chemische, mechanis und sonstige Eigenschaften unter Umständen st verbessert, so daß diese Sondermessinge sehr gut Stahl Bronzen gleichgestellt werden können und diese unter U ständen sogar übertreffen. Man muß die Zusätze so wähl daß der scheinbare Zinkgehalt 45 vH nicht übersteigt.

[B 2003

RUNDSCHAU

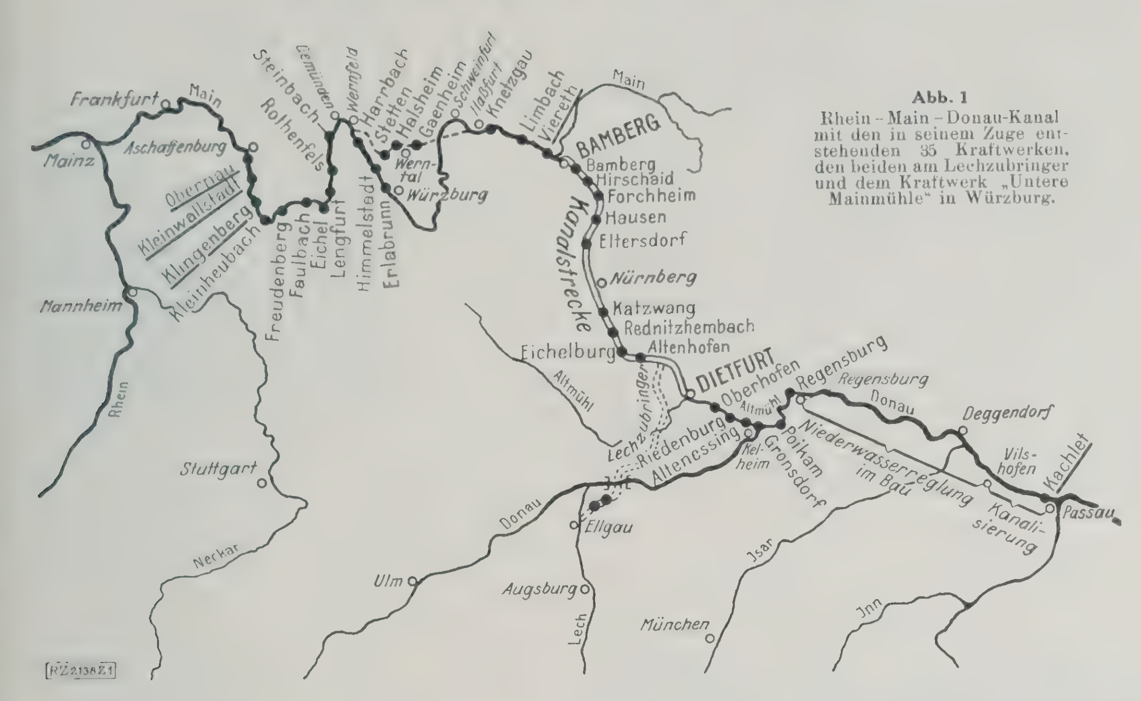


Abb. 1
Rhein–Main–Donau-Kanal mit den in seinem Zuge entstehenden 35 Kraftwerken, den beiden am Lechzubringer und dem Kraftwerk „Untere Mainmühle" in Würzburg.

Schiffs- und Seewesen

ie Rhein–Main–Donau-Großschiffahrtstraße

Im Bau begriffen sind zur Zeit die drei Staustufen bei bernau, Kleinwallstadt und Klingenberg am Main oberılb Aschaffenburg, und die Niederwasserregelungen der onaustrecke von Regensburg bis Vilshofen, 28 km oberalb Passau, Abb. 1. Von Vilshofen bis Passau ist die onau auf der Kachletstrecke in einem einzigen Stau, bis zu 5 m größter Stauhöhe, dem nutzbaren Gefälle des 1927 ollendeten Kachletwerkes, aufgestaut, weil der Granitoden dieses Engpasses nicht zu Sprengungen im erforderchen Ausmaße geeignet ist. Außer dem letzteren Werke t die Staustufe nebst Kraftwerk bei Viereth, am Main nterhalb Bamberg, fertig und im Betriebe. Stetig, wenn uch notgedrungen weit langsamer als erwünscht, schreitet as für Europa bedeutungsvolle Werk voran, wobei zuächst den allerdringendsten Bedürfnissen der Schiffahrt uf Main und Donau abgeholfen wird. Der Umbau des lten Ludwig-Kanals[1]) von Bamberg nach Dietfurt an der Altmühl, und der Ausbau dieses Flusses bis zu seiner Mündung in die Donau bei Kelheim, kommt planmäßig[2]) zuletzt n die Reihe. Am Main und der Donau erhält jede Staustufe hr Kraftwerk; auf der Strecke Kelheim–Bamberg soll nach Möglichkeit das Gefälle nahe zusammenliegender Staustufen zum Betriebe eines Kraftwerkes vereinigt werden. Einer ferneren Zukunft bleibt es vorbehalten, auch die Donaustrecke oberhalb Kelheim, bis Ulm, mit Staustufen und Kraftwerken auszubauen, wodurch 145 000 PS mit einer Jahresleistung von 850 Millionen Kilowattstunden nutzbar gemacht werden könnten. Einstweilen werden auf dieser Donaustrecke nur die nötigen Hochwasser-Schutzbauten durch die Staatsbauverwaltung ausgeführt, wodurch immerhin der künftige weitere Ausbau erleichtert wird. Die Mainstrecke von der Mündung bis Aschaffenburg ist schon für die Schiffahrt fertig ausgebaut. Die sämtlichen Kraftwerke des Rhein–Main–Donau-Kanals werden mit den übrigen großen Kraftwerken des Landes, dem Walchensee-[3]), Achensee-[4]) und andern Werken zusammen auf dasselbe Hochspannungsnetz arbeiten und einander unterstützen. Die Überwachung und Regelung geschieht einheitlich. Die einzelnen Kraftwerke werden jeweils nach Fertigstellung an das gemeinsame Netz angeschlossen. Die Einnahmen aus dem abgegebenen elektrischen Strom erleichtern den Fortbau des Ganzen. Das Recht zur Ausnutzung der Wasserkräfte ist der Rhein-Main-Donau-Aktiengesellschaft auf hundert Jahre übertragen.

Schon bei dem alten Ludwig-Kanal war die Speisung der Scheitelhaltung zeitweilig schwierig. Der voraussichtlich weit stärkere Verkehr auf dem neuen Kanal mit Kähnen von 1200 bis 1500 t, gegenüber 120 bis 130 t beim alten Kanal, in großen Schleppzügen und bei den entsprechend langen Schleusen bedingt eine Wasserzuführung von 10 bis 12 m³/s zum höchsten Punkte des Kanals im südlichen Teile zwischen Altmühl und Nürnberg. Diese Speisung kann zweckdienlich nur vom Lech aus erfolgen. Um die Anlage wirtschaftlicher zu gestalten, macht man den Zuleitungskanal, der in Ellgau vom Lech abzweigt, so groß, daß er der Scheitelhaltung etwa das Siebenfache der für die Schiffahrt notwendigen Wassermenge zuführt. Die überschüssige Wassermenge fließt zum Main und wird dort ausgenutzt, außerdem werden zwei Kraftwerke in den Zubringer eingebaut. Diese Zubringerleitung wird ein Bauwerk für sich, indem sie über Donau und Altmühl hinweg und durch zwei Tunnel von insgesamt 6 km Länge geführt werden muß. Das nach dem Main hin abgeleitete überschüssige Wasser wird von Haßfurt ab, 19 km oberhalb Schweinfurt, unter Abschneidung der Mainkrümmungen über den Main hinweg durch das Werntal geführt und fließt oberhalb Gemünden wieder zum Main, dessen Wassermenge durch die Schneeschmelze des Hochgebirgs in der wasserarmen Jahreszeit verstärkend. Das unterste der drei im Werntal einzubauenden Kraftwerke erhält mit 37 m das höchste Druckgefälle der ganzen Kanalanlage, während für die neu zu bauende Kanalstrecke im Zuge des alten Ludwig-Kanals Druckhöhen von 20 bis 32 m vorgesehen sind, unter Zusammenfassung der Druckhöhen benachbarter Staustufen. Die Kanalstrecke von der Scheitelhöhe bis nach Bamberg erhält nur 16 Schleusen mit einer Stufenhöhe bis zu 12 m, gegen 68 kleine Schleusen des alten Kanals auf dieser Strecke.

Die gesamte Leistung der künftigen Kraftwerke wird im Mittel auf 254 255 PS berechnet, die im Laufe eines Jahres erzeugbare elektrische Energie auf 1475 Mill. kWh. Davon entfällt fast ein Fünftel, 60 500 PS höchste und 47 500 PS mittlere Jahresleistung, entsprechend einer möglichen Jahresleistung von 275 Mill. kWh auf das im Jahre 1927 fertiggestellte Kraftwerk der Kachletstufe[5]). Das nutzbare Gefäll beträgt hier 8,9 m, die verfügbare Wassermenge 720 m³/s. Die Doppelschleusen haben je 230 m nutzbare Länge und 24 m lichte Weite gegen 32 m Länge und 4,5 m Breite der 101 Schleusen des Ludwig-Kanals. Während im Walchenseewerk Francis-Doppelspiralturbinen mit liegender Welle für die den Drehstrom an das Bayernwerk liefernde Maschinenanlage und Zwillings-Freistrahlturbinen zum Betriebe der den Bahnstrom liefernden Einphasenstromerzeuger aufgestellt sind, hat man für das Kachletwerk

[1]) Z. Bd. 61 (1917) S. 295 u. Bd. 65 (1921) S. 832.
[2]) Z. Bd. 64 (1920) S. 990.
[3]) Z. Bd. 66 (1923) S. 1; Bd. 70 (1926) S. 1177; Bd. 71 (1927) S. 327
[4]) Z. Bd. 72 (1928) S. 389.

[5]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1137.

Kaplan-Turbinen mit senkrechter Welle verwendet. Diese haben einen Durchmesser von 4600 mm und sechs feste Schaufeln.

Ferner ist seit Mai 1923 das kleine Kraftwerk der unteren Mainmühle in Würzburg in Betrieb mit einer Leistung von 850 PS und seit Anfang 1925 die Staustufe nebst Kraftwerk in Viereth unterhalb Bamberg, zwischen Oberhaid und Staffelbach. Das Kraftwerk hat Kaplanräder von 2900 mm Dmr. mit neun Schaufeln. Das Nutzgefälle beträgt hier 5,3 m, die mittlere Jahresleistung 3000 PS, die Höchstleistung 4500 PS, die Stromausbeute 17 Mill. kWh. Das Werk wird nur mit Mainwasser betrieben; das überschüssige Wasser aus dem Lechzubringer hat eine besondere Leitung.

Weiter abwärts wird der Main von Aschaffenburg bis zur Einmündung der Lechwasser-Zuführung und darüber hinaus bis Würzburg ausgebaut, um auch diese bedeutende Stadt noch an den Großschiffahrtsweg anzuschließen. Von Würzburg aufwärts bis nach Haßfurt ist auf den Ausbau verzichtet, weil die kostspieligen Bauten für diese Strecke in absehbarer Zeit keinen hinreichenden wirtschaftlichen Nutzen bringen könnten und für die Belange der Fernschiffahrt durch den Werntalkanal gesorgt ist.

Möchten bessere Zeiten das ganze Werk, eine Kanalstrecke, die einen großen Teil des Jahres hindurch dem oberen Laufe des Mittelrheins als Schiffahrtstraße überlegen ist, zum baldigen gedeihlichen Abschluß bringen.

Pasing bei München [M 2138] *Guillery*

Hüttenwesen

Hochfrequenzofen mit umlaufender Funkenstrecke und veränderlicher Schwingungszahl

Die neuzeitliche Metallkunde fordert in ihrem Bestreben nach Veredlung des Werkstoffes hochwirksame elektrische Öfen, die es gestatten, Metalle zu schmelzen und hoch zu überhitzen, ohne gezwungen zu sein, schädliche Beeinflussungen durch Lichtbögen oder Ofengase dabei in Kauf zu nehmen. In den Versuchsanstalten, wie auch schon im Betrieb hat sich für diese besonderen Verwendungszwecke in der letzten Zeit der Hochfrequenzofen sehr gut eingeführt. Gasuntersuchungen in Metallen, größere Versuchsschmelzen verschiedenster Art, wie auch die betriebsmäßige Herstellung von Legierungen von bestimmten magnetischen Eigenschaften werden heute schon laufend durch den Hochfrequenzofen bewirkt. Die Tatsache, daß in der Deutschen Eisenindustrie in kurzer Zeit Öfen von 3 t Inhalt zur Herstellung von Stählen besonderer Reinheit aufgestellt werden, zeigt, welche Bedeutung diesem neuen Schmelzverfahren zukommt, das z. B. allein durch die infolge der Wirbelströme, des *Pinch*-Effektes, bewirkte mechanische Durchwirbelung des Bades ganz neue metallurgische Möglichkeiten eröffnet.

Lange vor dem Kriege wurden schon in Deutschland Versuche über diese Schmelzweise angestellt, jedoch erst der Amerikaner *Northrup* brachte durch seine Arbeiten und baulichen Ausführungen neue Anregung und erste Erfolge[1]). Sämtlichen Hochfrequenzöfen ist der Grundgedanke gemeinsam, daß eine Spule aus Flachkupfer oder wassergekühltem Kupferrohr mit Strömen von hoher Schwingungszahl gespeist wird, und daß das in der Spule in einem Tiegel oder in einer keramischen Stampfmasse befindliche Metall durch die auf induktivem Wege in ihm erzeugten Wirbelströme erhitzt und schließlich geschmolzen wird. Verschieden aber sind die Wege, die zur Erzeugung dieser hochfrequenten Ströme führen.

Vorbild war dabei die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. Genau wie dort unterscheidet man auch beim Schmelzbetrieb Anlagen, die mit Funkenstrecke, Lichtbogensender, Hochfrequenzmaschine oder Röhre ausgestattet sind. Größere Ofeneinheiten werden bisher durchweg mit Stromerzeugern ausgerüstet, die mit einer Schwingungszahl je nach dem Bau der Maschine von 500 bis 8000 Hertz arbeiten. Mittlere und kleinere Öfen arbeiten zum Teil auch mit Stromerzeugern, hauptsächlich aber sind sie mit feststehender oder umlaufender Funkenstrecke verschiedenster Ausführung versehen, womit man je nach dem Bau der Gesamtanlage auf Schwingungszahlen von 200 000 und mehr kommen kann. Den Lichtbogensender hat man ganz fallen lassen, und Öfen mit Röhren werden vorläufig erst als kleine Versuchsanlagen gebaut, lassen aber nach den bisherigen Ergebnissen eine günstige Entwicklung erhoffen, da man mit ihnen außerordentlich hohe Frequenzen erreichen kann[2]).

Bemerkenswert sind die Erfolge, die mit einer ursprünglich als kleiner Versuchsofen gedachten Anlage im Eisenhüttenmännischen Institut der Technischen Hochschule, Berlin, erreicht wurden[3]). Dieser Hochfrequenzofen wurde in seiner Grundlage gleichzeitig mit ähnlichen Arbeiten *Ribaud* in Straßburg in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Berlin, in einer Kleinanlage entwickelt und in genannten Institut weiter ausgebaut. Die Wirkungsweise der Bauart beruht auf dem *Thomsonschen* Schwingungskreis und ist als solche verblüffend einfach.

In Abb. 2 bedeuten *a* eine Batterie von parallel geschalteten Kondensatoren, deren Gesamtkapazität sich durch oder Abschalten der Einheiten verändern läßt, *b* die Ofenspule, die im Schwingungskreis die ebenfalls veränderliche Selbstinduktion darstellt, und *c* die Unterbrechungsstelle, in diesem Falle eine umlaufende Funkenstrecke. Diese Anlage ist an die Hochspannungsseite eines Transformators angelegt, der mit Wechselstrom von 220 V und 50 Per./s gespeist wird. Der Hochspannungsstrom von 8000 V lädt Kondensatoren auf, die sich in einer Schwingungszahl, deren Ausmaß in der Hauptsache von der Größe der gerade geschalteten Kapazität und Selbstinduktion abhängt, über die Funkenstrecke und die Ofenspule stark gedämpft entladen. Durch die örtlichen Verhältnisse war es bedingt, daß der Transformator nicht vom Netz gespeist werden konnte, sondern der benutzte Wechselstrom von einem Umformer geliefert werden mußte. Dies hatte den Vorteil, daß die Energie bis zu dem Höchstwert, der in diesem Falle 25 kW beträgt, durch einen Nebenschlußwiderstand vom Stromerzeuger aus leicht zu regeln ist. Bei unmittelbarem Netzanschluß müßte man hier eine veränderliche Drosselspule vor dem Transformator anordnen.

Eine feinstufige Regelung, mit der man für Glühzwecke die gewünschte Temperatur genau einstellen kann, ist durch Veränderung der Drehzahl der Funkenstrecke mö

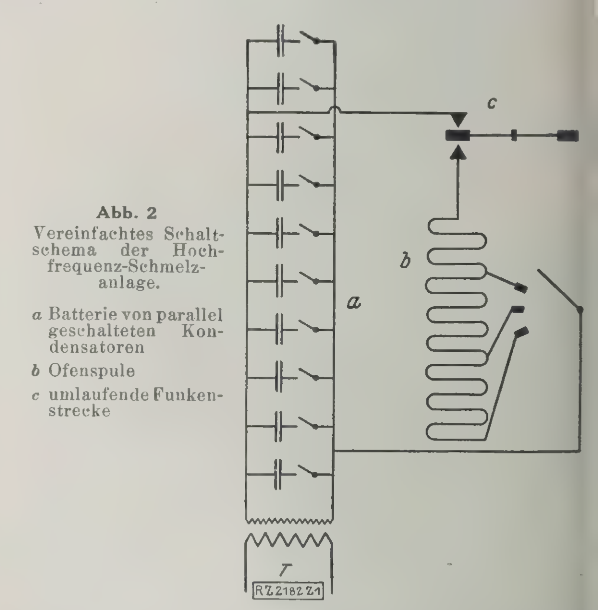


Abb. 2 Vereinfachtes Schaltschema der Hochfrequenz-Schmelzanlage.

a Batterie von parallel geschalteten Kondensatoren
b Ofenspule
c umlaufende Funkenstrecke

lich. Im regelmäßigen Schmelzbetrieb macht die Funkenstrecke 4300 U/min, was einer Funkenzahl von 537 in 1 entspricht, da die Scheibe acht Zacken hat. Bei langsamem Lauf und dadurch bedingter geringerer Funkenzahl ist auch der Energieumsatz im Kreis geringer bei natürlich gleichbleibender Schwingungszahl. Ein Sternrad aus Stahl, Abb. trägt acht auswechselbare Kupferbacken, die in geringer Entfernung zwischen zwei wassergekühlten Backen hindurchgehen. An diesem Luftspalt bildet sich der Funke aus, der trotz der raschen Aufeinanderfolge doch jedesmal sicher zum Verlöschen gebracht wird. Die verwendeten Öfen zeigen die bekannte Ausführung, jedoch mit dem Unterschied, daß die Ofenspule verschieden angezapft wird, um auch die Selbstinduktion und dadurch die Schwingungsverhältnisse im Kreis ändern zu können.

Die unbedingten Vorteile der Anlage liegen einmal in den verhältnismäßig geringen Beschaffungskosten und der einfachen und betriebsicheren Handhabung. Dann aber zeigt dieser Ofen eine Anpassungsfähigkeit an die verschiedenen Erfordernisse des Schmelzbetriebes, die in dieser Form neu ist. Um einen günstigen Wirkungsgrad in einer solchen Ofenanlage zu erreichen, ist es notwendig, daß durch geeignete Abstimmung der Schwingungszahl auf den Durchmesser des Schmelzgutes eine gute elektrische Kopplung bewirkt wird. Eine Rolle spielt dabei nicht nur die Größe des Gesamteinsatzes, wie er am Ende des Schmelzens als einheitlicher Körper vorliegt, sondern vor allen Dingen die Einzelstückgröße der eingesetzten Beschickung. Wesentlich ist dabei auch die spezifische Leitfähigkeit, Permeabilität

[1]) *Th. Metzger*, Z. Bd. 70 (1926) S. 349.
[2]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1656 und Bd. 72 (1928) S. 895.
[3]) *M. H. Kraemer*, „Stahl und Eisen" Bd. 48 (1928) S. 1120.

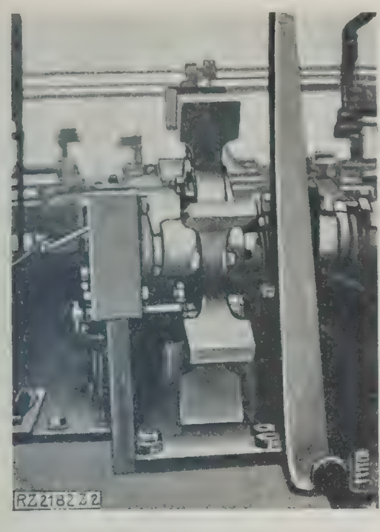


Abb. 3 Sternrad aus Stahl mit acht auswechselbaren Kupferbacken für 25 kW Leistung.

anz besonders der Oberflächenwiderstand der einzelnen
etzten Stücke gegeneinander. Ist man nun z. B. bei
mit Stromerzeuger an eine bestimmte Frequenz gen, so können beim Einschmelzen unter Umständen ganz
liche Schwierigkeiten auftreten. Bei der vorliegenden
ge läßt sich nun durch die erwähnte Änderung der
induktion und der Kapazität die Schwingungszahl zwi-
230 000 und 14 000 Hertz verändern. Dadurch ist es
ch, sowohl pulverförmige Metalle wie auch Einsatz-
e von mehreren Zentimetern Durchmesser gleich mit
ünstigsten Frequenz einzuschmelzen. Die Energiever-
ung im Schmelzgut ist daher sehr hoch und eine kurze
hmelzzeit gewährleistet. Der Ofenwirkungsgrad er-
te in einem Falle den sehr günstigen Wert von 31 vH.
in geeignetes Gebiet für einen solchen Ofen ist zunächst
ersuchsanstalt, um Probeschmelzen oder Schmelzen zu
ntersuchungen aus Drehspänen, Drähten, dünnen
en und dergleichen in kleinen Mengen herstellen zu
en. Darüber hinaus scheint der Ofen aber durchaus
net für größere Betriebsausführungen, wenn es sich
m handelt, hochwertige Metalle, die in kleinstückiger
anfallen, einzuschmelzen, oder wenn besonders hohe
eraturen verlangt werden. Das Hochfrequenz-Schmelz-
hren birgt noch eine Reihe von wichtigen Fragen
llurgischer, keramischer und ofenbaulicher Natur, die
Lösung und Auswertung harren. Erwähnt sei nur die
llurgische Anwendung der Erscheinung des *Pinch-*
tes, die Herstellung eines zweckmäßigen Baustoffes für
el und Auskleidung und die möglichste Vermeidung von
llbeschlägen beim Bau des Ofens selbst. [M 2182]
rlin
Dipl.-Ing. *M. H. Kraemer*

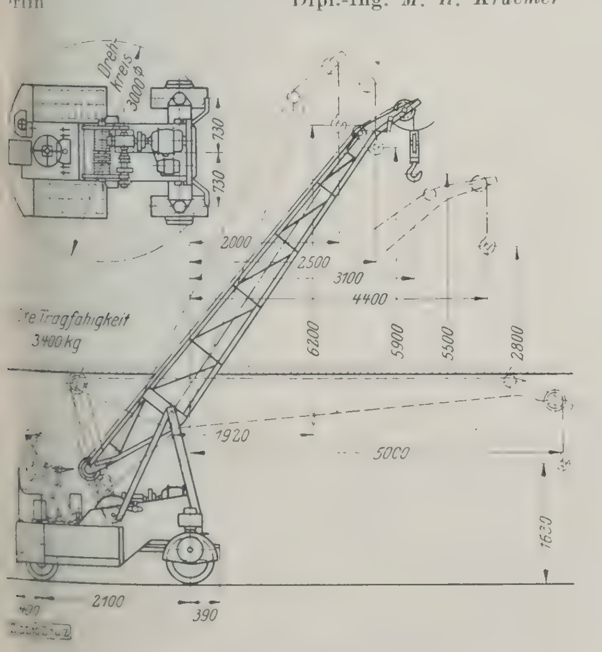


Abb. 4 und **5**
Schematische Darstellung der Bauart des Drehlaufkranes für 2400 kg Tragfähigkeit.

Hebezeuge

Drehlaufkran als Kleinfördermittel

Für die Beförderung von Stückgütern aller Art ist in dem Universal-Drehlaufkran der Mitteldeutschen Stahlwerke A.-G., Lauchhammerwerk, ein Gerät geschaffen, das die Arbeitsleistungen mehrerer ortbeweglicher Kleinfördermittel wie Lastwagen, Elektrokarren, Hebekrane, Sackaufzüge, Stapler usw. in sich vereinigt.

Der Drehlaufkran wird mit heb- und senkbarem Lastausleger in zwei Größen auf den Markt gebracht. Die kleinere ist für 1400 kg höchste Tragfähigkeit, die größere für eine solche von 2400 kg gebaut. Die hauptsächlichen Abmessungen des größeren Kranes gehen aus Abb. 4 und 5 hervor. Die Standfestigkeit des Kranes ist so bemessen, daß erst bei der 1,5fachen Last die Hinterräder abgehoben werden.

Das kennzeichnende Merkmal des Kranes ist die Verstellbarkeit der Laufräder. Fahrbare Karrenkrane wurden bisher so konstruiert, daß ein Ausleger gemeinschaftlich mit dem Windwerk drehbar auf einem während des Schwenkens feststehenden Unterteil aufgesetzt war. Im ausgesprochenen Gegensatz hierzu weist der Universal-Drehlaufkran verstellbar gelagerte Vorder- und Hinterräder auf, mit denen jede nur denkbare Drehung ausgeführt werden kann. Es ist leicht möglich, mit dem Kran vor- und rückwärts, links und rechts, seitlich und in Bogen und Windungen zu fahren. Abb. 6 bis 8 zeigen die Verstellbarkeit der Hinterräder, Abb. 9 bis 11 diejenige der Vorderräder.

Beide Vorderräder werden durch je einen geschlossenen Motor angetrieben. Zur Steuerung dieser Motoren werden gleichzeitig zwei Fußhebel betätigt, die bei Nichtbenutzung stets von selbst in die Nullstellung zurückkehren. Beide

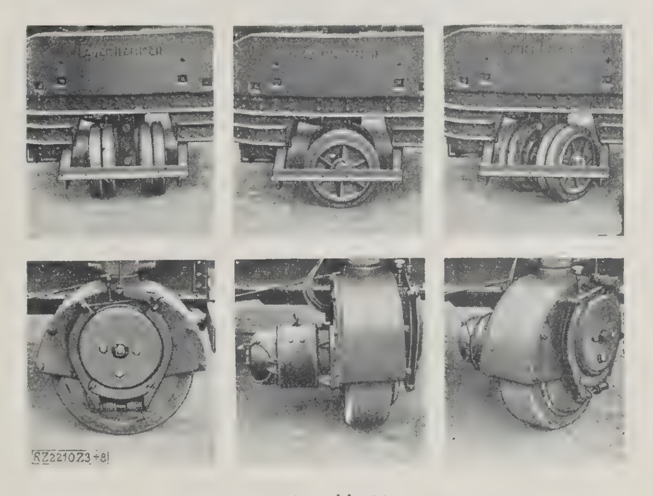


Abb. 6 bis **11**
Verstellbarkeit der Räder.
Abb. 6 bis **8** (oben) Hinterräder. **Abb. 9** bis **11** (unten) Vorderräder.

Vorderräder können durch eine sicherwirkende Fußtrittbremse schnell zur Ruhe gebracht werden. Während der Fahrt hat der Kranführer die Hände am Steuerrad zur Betätigung der Hinterräder. Die Anordnung der Laufräder ergibt eine Lagerung des Kranes auf drei Punkten, so daß also auch auf unebenem Boden alle Räder tragen. Die Räder sind mit Vollgummireifen versehen, um einen ruhigen elastischen Lauf zu gewährleisten.

In der Hauptsache besteht der Kran aus dem Untergestell mit den Rädern, dem eingebauten Lasthubwerk, das gleichzeitig als Ausleger-Einziehwerk dient, dem heb- und senkbaren Ausleger und der Akkumulatorenbatterie. Im hinteren Teil des Untergestelles befindet sich ein gußeisernes Gegengewicht.

Das Gerüst zur Aufnahme des Hubwerkes und Lagerung der Laufräder ist in kräftiger Profileisenkonstruktion gehalten unter Verwendung starker Seitenschilder. Das Hub- und Einziehwerk wird durch einen gemeinsamen Motor in geschlossener Ausführung angetrieben. Eine mit der Hand leicht zu steuernde Kupplung verbindet jeweils das eine oder andre mit diesem Motor. Die Kupplung ist derart in Wechselwirkung mit der Bremse verbunden, daß während des Schaltens weder die Last noch der Ausleger abstürzen kann. Beim Ausschalten des Arbeitstromes bewirkt eine elektromagnetisch betätigte Backenbremse selbsttätig das Festhalten der Last oder des Auslegers in jeder beliebigen Höhenlage. Ein selbsttätig arbeitender Schalter begrenzt die Endstellungen. Der Ausleger kann mit und

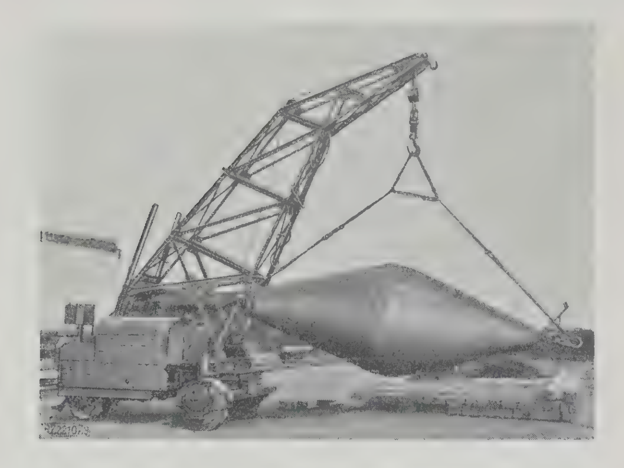
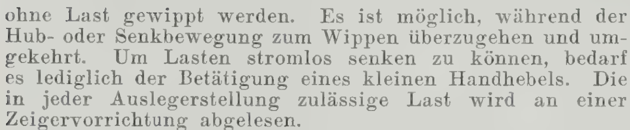


Abb. 12
Benzol-elektrisch betriebener Drehlaufkran.



Abb. 13
Drehlaufkran mit Antrieb durch Akkumulatoren-batterie mit 80 V Betriebspannung.



ohne Last gewippt werden. Es ist möglich, während der Hub- oder Senkbewegung zum Wippen überzugehen und umgekehrt. Um Lasten stromlos senken zu können, bedarf es lediglich der Betätigung eines kleinen Handhebels. Die in jeder Auslegerstellung zulässige Last wird an einer Zeigervorrichtung abgelesen.

Der Gesamtstrom kann vom Führersitz aus jederzeit abgeschaltet werden. Gespeist werden die einzelnen Motoren, Hupe und Beleuchtung aus einer vierzigzelligen Akkumulatorenbatterie mit 80 V Betriebs- und 110 V Ladespannung. Diese Batterie ist zu gleichen Teilen in je einem geschlossenen Kasten auf beiden Seiten des Kranuntergestelles federnd gelagert und dient zum Teil als Gegengewicht.

Die größere Ausführung wird auch mit einer eigenen Energieerzeugeranlage ausgestattet. Dieses besteht aus einem mehrzylindrigen Benzolmotor von etwa 20 PS und einem elektrischen Stromerzeuger von etwa 10 kW Leistung. Dieser Kran wurde auch bereits mit einem Lasthebemagnet geliefert, für die Verladung von Eisenteilen, Trägern usw. Abb. 12 zeigt einen solchen benzol-elektrisch betriebenen Kran in Betrieb. Ein Beispiel für die kleinere Bauart gibt Abb. 13.

Der Drehlaufkran wird vorteilhaft auf Asphalt, Beton, Holzpflaster, Bohlen- und Plattenbelag, glattem Straßenpflaster, wie überhaupt auf jedem genügend ebenen und festen Untergrund verwendet. Er eignet sich besonders für Kaianlagen, Speicher, Lagerschuppen, Werkstätten und Fabrikhöfe beim Heben, Stapeln, Befördern von Einzelteilen im Fertigungsgang, beim Um- und Verladen von Waren und Stückgütern aller Art, Ziehen von Eisenbahnwagen usw.

Lauchhammer [M 2210] Obering. *Schlegel*

Verarbeitende Industrien

Neuzeitliche Pappentrocknung

Bei der Herstellung der Pappe trocknet man diese vielfach noch in mehr oder weniger einfacher Art[1]). Früher wurde das Trockengut ausnahmslos hängend befestigt, weshalb an den Befestigungsseiten immer ein Abfallstreifen entstand. Zum Trocknen dienten entweder besondere Kammern oder eigens hierzu gebaute Kanäle. Abb. 14 zeigt die in den Trockenkammern getrockneten Pappen, während Abb. 15 Pappen aus der Kanaltrocknung darstellt. Wie aus den Bildern ersichtlich ist, entstehen bei der Hängetrocknung starke einseitige Schwindspannungen, weil die Ränder und die Oberfläche schneller als die Tafelmitte und das Tafelinnere trocknen. Die so getrockneten Pappen mußten durch Wiederanfeuchten und gewaltsames Geraderichten v
Satinieren in die richtige Form gebracht werden.
Arbeitsgang erforderte teilweise bis zu 10 vH der
schaft.

Einen wesentlichen Fortschritt bedeutet das Tr
auf dem laufenden Band unter Anwendung eines Ver
für Umlufttrocknen. Die Hauptbestandteile dieser P
trockenmaschine zeigen Abb. 16 und 17 schematisch
nasse Pappe wird auf das Band *a* gelegt, das zwische
Heizregistern *b* läuft. Die zum Trocknen notwendige
warme Luft wird durch zwei oder mehr Ventilatoren *c*
seitig auf das Trockengut *d* gebracht. Die Ausblasöff
der Ventilatoren sind durch Bleche *e* so verkleidet, da
Ventilator schräg abwärts oder schräg aufwärts du
Heizklappen *b* gegen das Trockengut *d* bläst. Durc
unterteilte zwangläufige Bewegung und Führung d
werden die Tafeln auf beiden Seiten gleichmäßig getr
Die auf diese Weise getrockneten Pappen der gleiche
zusammensetzung wie die nach Abb. 14 und 15 zeigt A
Die leichte Wellung der Ränder ist ohne Bedeutu
diese Pappen bereits nach kurzer Stapelung in eine
nierwerk bearbeitet werden können.

Da die Trockendauer bei Pappe je nach der Zusa
setzung des Stoffes verschieden ist, schwankt au
Dampfverbrauch. Als Wärmequelle wurde bei der
Trockenkammern meist Frischdampf benutzt, währen
bei den neueren Trockeneinrichtungen Abdampf wirt
lich ausnützt. Durch das neue Trockenverfahren w
deutend an Handarbeit gespart, weil die erwähnte
arbeit durch Befeuchten und Geraderichten fortfällt,
dem ist die Trockenzeit wesentlich geringer. Nac
alten Verfahren brauchte man rd. 8 h zum Trocknen
rend mittels des laufenden Bandes dieselbe Pappe in
trocknet. [M 2

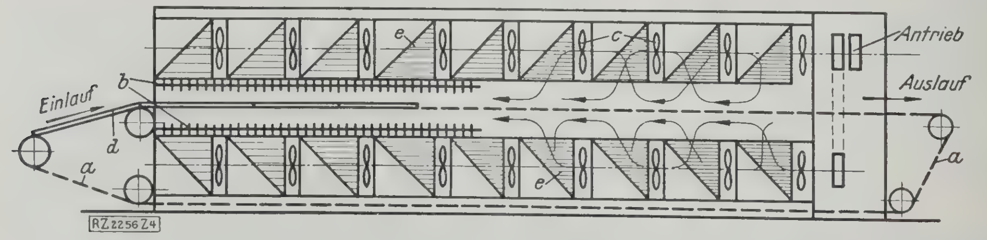
Gesundheitsingenieurwesen

Handlöscher für Kraftfahrzeug

Brandherde an Verkehrsmitteln sind allgemein
zugänglich. Zum Brandschutz des Vergasers wurden
Feuerlöscheinrichtungen ersonnen[1]). Dem Feuer kan
auch mit Handlöschern[2]) besonderer Bauart entgegeng
werden. Unter diesen sind die Syphonspritzen sow
CO_2-Schneelöscher mechanisch einfach. Die CO_2-S
löscher und die Kesselspritzen brauchen nur ein nicht
nisches Mittel.

[1]) Vergl. *Bischoff* in „Zellstoff und Papier" Bd. 8 (1928) S. 732.

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 835 u. 1761. [2]) Z. Bd. 70 (1926)



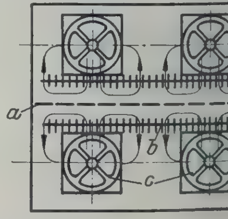
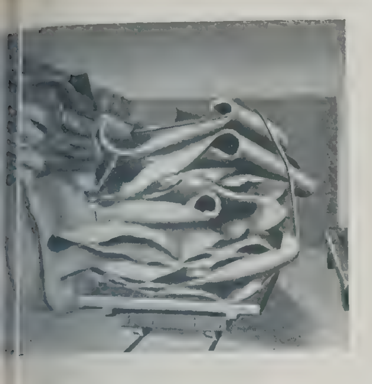


Abb. 16 und **17**. Pappentrockenmaschine mit laufendem Band und Umlufttrocknung.
a Laufendes Band *b* Heizung *c* Lüfter *d* Trockengut (Pappe) *e* Leitbleche für die Luft



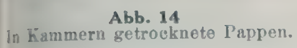


Abb. 14
In Kammern getrocknete Pappen.

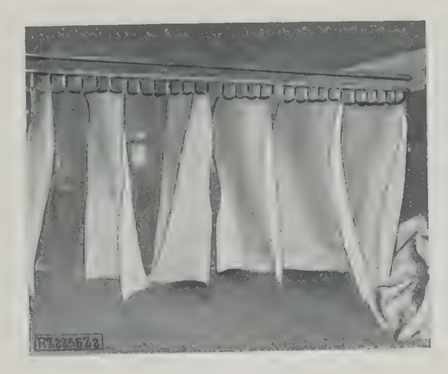


Abb. 15
Pappen aus der Kanaltrocknung.

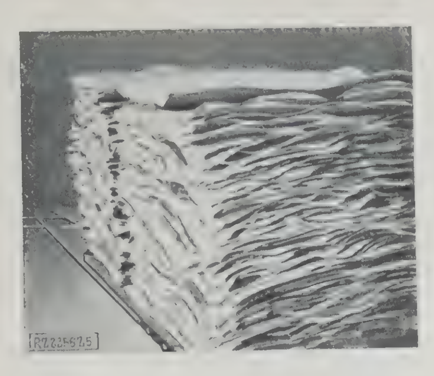


Abb. 18. In der Pappentrockenmaschine auf laufendem Band getrocknete Pappe.

Die Handpumpen der Kesselspritzen saugen über Kugel-ile an. Beim Hubwechsel wird die Löschflüssigkeit lelnd durch die hohle Kolbenstange und ein feststehen- Kernrohr nach der Düse gedrückt. Chemisch besonders seitig sind die Reaktionspatronenspritzen, Abb. 19, und Schaumhandlöscher.

Bei Abb. 19 wird mit Aufschlagen des Stoßknopfes der agbolzen *g* eingetrieben und die bruchempfindliche Säure- e *d* zerstört. Der Inhalt der Zelle muß in dem basischen enmantel *e* voll neutralisiert werden. Hierdurch wird frei und treibt das Löschmittel nach der Ventilkammer *i*.

Man gliedert die Löscher mit Gasförderung in Dauer- Bedarfsdrucksysteme. Eine Zwischenstufe bilden die äte, Abb. 20 und 21, mit der dauernd unter Gasspannung enden CO_2-Zelle *c*. Die Löschstoffbehälter ohne Sicher-tsventil werden bis 25 at und die Gasflaschen auf 190 at rüft. In den dauernd unter Druck stehenden Geräten ibt ein Gaspuffer (N, CO_2 oder Luft) die Flüssigkeits-le mit einem Druckgefälle von rd. 7 at bis auf ½ at aus.

Die Gasspannungen sind stark von der Außentemperatur hängig. Längere Betriebsbereitschaft der Dauerdruck-ppe setzt also besonders zuverlässige Armaturen voraus. byrinthdichtungen werden durch doppelsitzige Ventile oder ite, genutete Ventilteller auf gelidertem Sitz erreicht. tunter ordnet man auch zwei Ventile hintereinander an. Hebelventilen läßt sich der Strahl am sparsamsten aus-pen.

Dem Strahlrohrventil kann man auch einen im Bedarfs-lle zu zerstörenden Blindflansch vorlagern, Abb. 20. Nur im Schaumhandlöscher und Pulvergebläse, Abb. 21, ist

Abb. 20
Gasdruckspritze, Bauart: Radikal-Stuttgart (Kessel: Bedarfsdruck, Gaspatrone: Dauerdruck).

a Kessel
b Löschflüssigkeit (Tetra)
c Gaspatrone (flüssige CO_2)
d Steigrohr
e Treibkorb
f Hahn
g Ladeverschluß
h Schlagbolzen
i Stopfbüchse
k Hammer
l Stempel
m Patronenmembram
n Handgriff
o Sicherungsmanschette

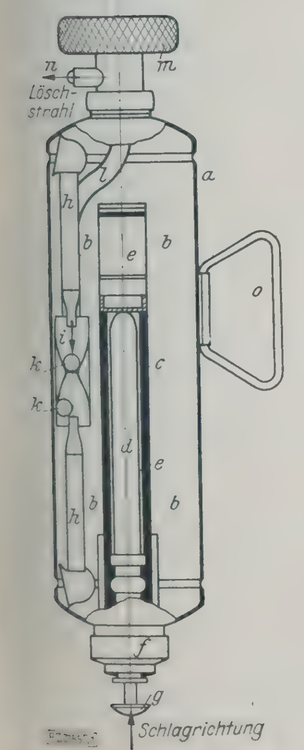


Abb. 19
Gasdruckspritze (Bedarfsdrucksystem mit Schlagpatrone)
Bauart: Minimax, Berlin

a Kessel
b Löschflüssigkeit (Tetra)
c zweizellige Reaktionspatrone
d Glaszelle mit mineralischer Säure
e Futter aus basischen Chemikalien
f Ladeverschluß
g Schlagbolzen
h Steigrohre zur Ventilkammer
i Ventilkammer
k Kugelventile
l Steigrohr zum Hauptventil
m Handrad des Hauptventils
n Strahlrohr
o Handgriff

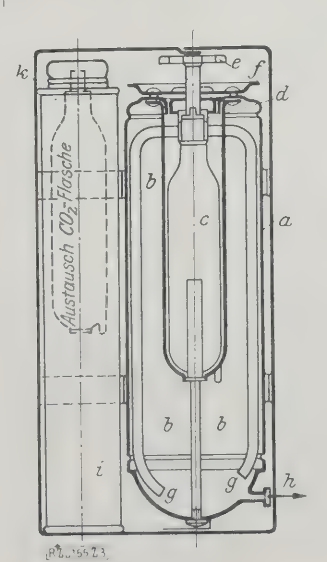


Abb. 21
Löschpulvergebläse, Bauart Total-Berlin (nur Stahlflasche dauernd unter Druck).

a Kessel
b Löschpulver*)
c Stahlflasche mit flüssiger CO_2
d Ventil mit Gabelstück
e Ventilhandrad
f Ladeverschluß
g Blasrohre
h Strahlrohr
i Aushilfsfüllung (Pulver und CO_2 Flasche)
k Gerätekanister

*) Natriumbikarbonat mit geringen Zusätzen von Ocker oder Infusorienerde zur Verhütung des Backens.

der Gasdruck einstellbar. Im Schaumlöscher befindet sich eine sogen. Kippatrone zum Unterschied von der Schlagtube *d* in Abb. 19. Nach Lüften eines Ventiles kann durch Schwenken der Schaumgas-Druckspritze in ihrer Querachse das Mischen der sauren und basisch-schäumenden Chemikalien und damit das Schaumblähen geregelt werden. Die Gasdruckspritzen nach Abb. 19 haben an beiden Kesselböden Speiserohre *h*, die je nach Heben oder Senken des Strahlrohres über selbsttätige Schwerkraftventile *k* mit der Düse in Verbindung stehen. Bei sämtlichen Geräten, mit Ausnahme der Schneehandlöscher, kann man somit den Löschstoffaustritt steuern.

Bei den Löschern mit nicht gelüftetem Strahlrohr beugt man Verlusten am Löschmittel durch Ausrüsten der Druckleitung oder Düse mit gefederten Ventilen (Kesselspritze), Klappen (ähnlich dem Mündungsschoner eines Gewehres), Gummistrümpfen oder Paraffinpfropfen vor. Bei keinem Gerät ist es möglich, das Mittel restlos in jeder Lage zu verspritzen oder den Angriffsinhalt ohne zu wiegen nachzuweisen oder während des Löschens gleichzeitig zu laden. Der Gasdruck in Geräten der Dauerdruckgruppe läßt sich durch angebaute entlastbare oder bei der Prüfung angesetzte Manometer usw. prüfen. Ferner plombiert man die Ventilhandräder und -hebel oder umhüllt die Schlagbolzen, A mit einer Manschette. Sodann kann der Aufhänger dienungsarmatur unzugänglich machen, Abb. 19.

Mit Wasserfüllungen in den Kessel- und Syphon lassen sich Löschproben kostenlos ausführen. Wird eine Ladung angebrochen, so soll sie erneuert werd Kesselspritze ist am einfachsten zu laden. In Her kann der Druckluftpuffer selbst mittels Luftpumpe drückt werden. Vor jedem Füllen ist allgemein liches Reinigen und Untersuchen auf Anfressunger läßlich.

Sämtliche Geräte sind am Instrumentenspant, üb Führersitz oder Trittbrett ohne Spiel, mitunter fed befestigen. Das gilt auch für Ersatzfüllungen *i*, A die vielfach den Gerätekanistern *k* beigefügt sind. die Löschstoffbehälter selbsttätiger Vergaserregenv tungen lassen sich abgekuppelt als Handfeuerlösch wenden. Dabei wird der Patronenschlagbolzen er mittels Druckluft oder mechanisch bewegt.

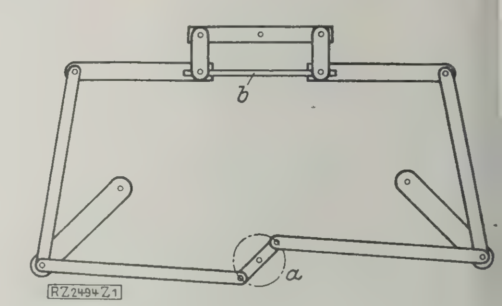
Die Geräte wiegen je Liter Löschstoff 2 bis 3 k Fahrzeugen mit Brennstoffbehältern ist ein Hand polizeilich vorgeschrieben. [M

München *J. B*

Kleine Mitteilungen

Schnellaufende Prüfmaschine für Dauerversuche an Blattfedern

Die von dem National Physical Laboratory vorgenommenen Dauerversuche an Blattfedern wurden ursprünglich an ganzen Blattfedersätzen in normaler Ausführung auf besonders dafür gebauten Prüfmaschinen, die 150 bis 200 U/min machten, vorgenommen. Im Verlauf der Untersuchungen erschien es jedoch notwendig, das Verhalten der einzelnen Blätter zu prüfen, wozu die vorhandene Maschine ungeeignet erschien. Für den Bau einer vollkommen neuen Prüfmaschine waren folgende besondere Gesichtspunkte ausschlaggebend: Die Maschine mußte wenigstens 1100 U/min machen, das zu prüfende Stück durfte gar nicht oder nur wenig bearbeitet werden, es mußte einem gleichmäßigen Biegemoment über 50 bis 100 mm Länge unterworfen werden können, und der aufgewendete Druck mußte unabhängig von der Bewegungsgeschwindigkeit der Maschine sein.



Wirkungsweise der Dauerprüfmaschine für Blattfedern.
a Kurbel *b* Probe

Bei der nach diesen Vorbedingungen gebauten Maschine ist die Flachprobe etwa 455 mm lang bei höchstens 50 × 9,5 mm² Querschnitt, sie kann gerade oder gekrümmt sein und wird nur auf Länge geschnitten. Die Probe *b*, s. Abb., wird an den Enden durch Klammern festgehalten und durch gleich große in der gleichen Richtung wirkende Kräfte beansprucht. Diese Druckstäbe werden durch eine Kurbel *a* in oszillatorische Bewegung gesetzt. Die auf das Probestück ausgeübten Kräfte werden durch Beobachtung der Ablenkungen an dem drehbaren Stab ermittelt. („Engineering“ 11. Januar 1929 S. 36*) [M 2509 a] *Stc.*

Härteprüfung durch Aufschlagen harter Stahlkugeln

Legt man ein Stück Stahl in einen Strahl harter Stahlkugeln, die sich mit hoher Geschwindigkeit bewegen, so prallen die Stahlkugeln zurück, wenn die Stahlfläche hart ist, ohne sie anzugreifen, dagegen rauhen sie eine weiche Stahlfläche auf. Auf diese Weise kann man die genaue Form und Lage von weichen Stellen feststellen, während bei den bisherigen Verfahren nur wenige und bestimmte Stellen geprüft werden. Mit harten Stahlkugeln kann man aber auch eine Stahlfläche künstlich härter machen, indem man auf die Oberfläche harte Stahlkugeln schleudert. Man hofft, daß man mittels dieses Verfahrens die Oberflächen von Zahngetrieben und andern Teilen, die einer besonders großen Härte bedürfen, härten kann.

Es sind bereits mehrere solche Schleuderprüfmaschinen im Bau, bei denen der gleichmäßige Zustrom der Kugeln durch Becherwerke oder andre Hilfsmittel gewährleistet wird. Bei diesen Maschinen werden 20 000 Kugeln in 10 bis 30 s geschleudert, und zwar können sie auf einen Kreis von 100 mm Dmr. oder eine Fläche von 200 × 200 mm² zusammengedrängt werden. Nach dem Verfahren sollen weiche Teile härter gemacht, weiche Stellen an einzelnen Teilen beseitigt, die Härte von Metallteilen geprüft und harte Stahlstücke im ganzen oder einzelne ihrer Teile an der Oberfläche gehärtet werden. („The Iron Age“ 10. Januar 1929 S. 145) [M 2509 b] *Stc.*

Dampfturbine für sehr niedrige Drücke

Die bei den Versuchen von *Claude* und *Boucherot* in Ougrée-Marihaye im Mai 1928 verwendete Dampfturbine der Société Alsacienne de Constructions Mécaniques wurde im Juni 1928 unter ungünstigeren Verhältnissen als geprüft[1]). Die Temperatur des der Maas entnommenen wassers betrug zu dieser Zeit 19 °, so daß als adiaba Wärmegefälle des Dampfes nur 13,9 kcal/kg (geg 23 kcal/kg, die dem Entwurf zu Grunde lagen) zu fügung standen. Trotzdem hat die Dampfturbine hydraulischen Wirkungsgrad von 68,2 vH erreicht, w nach der Berechnung nur 67,1 vH erwartet wurden Turbine leistete hierbei 54,9 kW bei 5500 U/min, der trat mit 0,06 at abs und 35,8 ° in die Schaufeln des rades ein und verließ sie mit 0,0387 at abs und 28 °. arbeitet wurden 6110 kg/h Dampf, das Verhältnis geschwindigkeit : Umfangsgeschwindigkeit betrug 1,4 Houille Blanche“ September/Oktober 1928 S. 144*) [M 2509 c]

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 932.

Tiefbrunnenpumpe für 195 m Förderh

Eine von der Etiwanda Water Co., Kalifornien, e Kreiselpumpe kann 0,136 l/s Wasser auf 195 m Höh dern. Der in dem rd. 240 m langen und 0,5 m weiten loch geführte Pumpenschaft von 150 m Länge trägt in unteren Teil eine fünfzehnstufige Druckpumpe von Länge und 0,43 m Außendurchmesser. Diese Pumpe das Wasser in eine rd. 135 m höher liegende sechs Pumpe von 3,3 m Länge, die es um weitere 60 m unterschied auf die Spitze eines Hügels befördert. Vo aus wird das Wasser verteilt, um als Trinkwasser o Bewässerung zu dienen.

Die Pumpe wiegt 27 t. Ihre Lager sind für W schmierung eingerichtet, damit das geförderte Wasse durch Öl verunreinigt werden kann. Der über der E fläche auf der senkrechten Pumpenwelle sitzende A motor leistet 350 PS bei 950 U/min. („Power“ vom 8. 1929 S. 60*) [M 2509 d]

Schwere österreichische 1 D 2-Schnell Lokomotive

Die Wiener Lokomotivfabrik, Floridsdorf, hat vo zem an die österreichischen Bundesbahnen eine Schn lokomotive abgeliefert, die gegenwärtig wohl als die europäische Schnellzuglokomotive gilt.

Hauptkonstruktionszahlen:

ahl der Zylinder . .	2	Gesamtgewicht der Lokomotive mit Tender	175 t
Dmr. . .	650 mm	Länge über die Puffer rd. .	13 m
benhub . .	721 „	Kesseldruck .	15 at
ibrad-Dmr.	1940 „	Zugkraft (bei 85 vH des Kesseldrukkes) . . .	20 000 kg
selheizfläche	284 m²	Höchstzulässige Fahrgeschwindigkeit . .	110 km/h
erhitzerfläche	100 „		
stfläche . .	5,4 „		
bungsgewicht	70 t		
samtgewicht der Lokomotive . . .	118 t		

Der Dampf wird mittels *Lentz*-Ventilsteuerung verteilt. au ist der Gußstahlrahmen, der, wie noch einige andre ile von bestem Werkstoff, das Gewicht der Lokomotive rhältnismäßig niedrig hält. Die Lokomotive befördert ge von 550 bis 600 t Gewicht auf 10 vT Steigung mit km/h Geschwindigkeit. („The Engineer“ 18. Januar 1929 80) [M 2509 e] *Ro.*

Schiffbautätigkeit im Jahre 1928

Ende 1928 betrug der im Bau befindliche Schiffsraum 242 794 t in England, 382 422 t in Deutschland, 182 229 t in lland, 161 566 t in Frankreich und 118 580 t in Japan. er scheinbare Aufschwung des englischen Schiffbaues inlge des Kohlenstreiks war im Jahre 1928 beendet, erst u letzten Vierteljahr war wieder eine Zunahme zu verzeichen. In Deutschland hat der Neubauschiffsraum seit dem 1. September 1928 um 10 vH abgenommen.

Die Gesamtleistung der im Bau befindlichen Maschinenanlagen betrug Ende 1928 2 024 558 PS, hiervon entfallen 5 360 PS auf Kolbendampfmaschinen und 1 210 908 auf Verrennungsmotoren. Die zunehmende Verwendung von Motorchiffen ist auch daraus zu ersehen, daß von den Neubauten über 8000 t z. Z. 62 Motorschiffe und nur 22 Dampfer sind. Die im Bau befindlichen Maschinenanlagen verteilen sich ler Leistung nach wie folgt: England 894 323 PS, Deutschand 270 965 PS (darin sind die Turbinenanlagen nicht enthalten), Dänemark 117 600 PS, Holland 115 080 PS und chweiz 102 030 PS. („Engineering“ 18. Januar 1928 S. 81) [M 2509 f] *Ls.*

Zellstoff aus harzreichem Holz mittels Sulfitverfahrens

Zur Herstellung von Zellstoff für die Papiererzeugung aus harzreichen Hölzern ist das übliche Sulfitverfahren nicht geeignet. Mittels des Verfahrens nach *Mitscherlich* ist es nun in Australien gelungen, aus dem Holz der dort heimischen Eukalyptusbäume, das wegen seines Harzgehaltes bis jetzt nicht verarbeitet wurde, einen guten Zellstoff zu gewinnen. Die Schnitzel waren bei den Versuchen 25 bis 38 mm lang und rd. 3 mm dick und wurden in einer Lauge von 1,6 vH gebundener und 3 vH freier schwefliger Säure während fünf bis sechs Stunden bei rd. 140 ° gekocht. Die eisernen, mit Dampf beheizten Kocher sind ausgefüttert, die Rohrleitungen bestehen aus Blei oder Sonderbronze. Die schweflige Säure wird, wie üblich, durch Rösten von Pyrit, das aber kein Selen enthalten darf, gewonnen. Der Stoffbrei muß gut gesiebt werden, da auch nach sehr langer Kochzeit unaufgeschlossenes Holz den Kocher verläßt. („Engineering“ 4. Januar 1929 S. 13) [M 2509 g] *Schr.*

Teersandaufbereitung

Die natürlichen Teersandvorkommen in der Provinz Alberta, Kanada[1]), werden nach mehreren verschiedenen Verfahren aufbereitet. In den Jahren 1899 bis 1913 behandelte man den Teersand in heißem Wasser. Dann benutzte man organische Lösungsmittel, mit denen man den Teer aus dem Sand löste; die Masse wurde destilliert; hierbei gingen jedoch zuviel Lösemittel verloren. Auch die unmittelbare Verarbeitung des Teersandes in Retorten, wobei man die Gase niederschlug, war unwirtschaftlich.

Im Jahre 1923 errichtete man an der Universität Alberta, Edmonton, eine Versuchslage, in der man 3 t Teersand mit einer kieselsauren Sodalösung vorbehandelte. Das Gemisch leitete man bei 85 °C durch mehrere Behälter, wobei der Sand sich absetzte und mittels Förderschnecken entfernt wurde. Der gewonnene Teer enthielt 28 vH Wasser, 65 vH Teer und 7 vH mineralische Bestandteile. Der ausgewaschene Sand enthielt noch 2 vH Teer. Auf Grund dieser Erfolge errichtete man 1924 eine 500 t-Anlage, in der der Teersand unter den gleichen Bedingungen aufbereitet wird. („Engineering“ 18. Januar 1929 S. 91) [M 2509 h] *Gw.*

[1]) Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1515.

BÜCHERSCHAU

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. Herausgeg. von *A. Eucken, O. Lummer* und *E. Waetzmann.* 5. Bd. 1. H.: Physik der Erde. Herausgeg. von *Alfred Wegener* unter Mitwirkung von *G. Angenheister, H. Benndorf, H. v. Ficker, B. Gutenberg, H. Heß, V. F. Heß, A. Nippoldt, H. Thorade, E. Wiechert.* Braunschweig 1928, Fried. Vieweg & Sohn. 840 S. m. 341 Abb. u. 7 Taf. Preis 53 *RM.*

Erst kürzlich ist ein neuer Band dieses altbekannten und geschätzten Lehrbuches erschienen, in dem die Umwelt der Erde, der Kosmos, vom physikalischen Standpunkt aus behandelt wird[1]). Der vorliegende Halbband enthält demgegenüber die „Physik der Erde“ und gibt in seinem ersten Abschnitt eine Einführung in die Grundlagen der Meteorologie, kurz des Energieaustausches zwischen Erdoberfläche, Wasser und Wind infolge der Sonnenstrahlung. Im zweiten Teil werden Schallerscheinungen in verschiedenen Fällen und ihre Beeinflussung durch Wind und Temperatur beschrieben. Der dritte Abschnitt enthält die Optik der Atmosphäre (Strahlenbrechung, diffuse Reflektion, Lichterscheinungen in Kondensationspunkten), der vierte die Physik des Meeres, seine Eigenschaften und Bewegungsvorgänge. Die folgenden Abschnitte behandeln die Physik der Gletscher, den Erdmagnetismus, Polarlicht und Luftelektrizität; der Schlußabschnitt hat die Überschrift Mechanik und Thermodynamik der Erdkörper erhalten und bringt im einzelnen die Anhaltspunkte für ein Bild des Erdinneren. Man erkennt aus dieser kurzen Inhaltsangabe die Reichhaltigkeit dieses Bandes, der allen willkommen sein wird, die an den Naturvorgängen Anteil nehmen.

Über ein äußerst wichtiges Gebiet beim Aufbau der Formationen, nämlich über die Diffusionserscheinungen von Lösungen in Gesteine, wodurch Versteinerungen entstehen, Nährsalze an die Oberfläche befördert und ganze Gesteinlager umgewandelt werden, hätte einiges gebracht werden können. Auch Naturaufnahmen, die die Wirkung der Kräfte erkennen lassen, die zur Gebirgsbildung führen, wären bei einer Neuauflage zu begrüßen. Wir haben im Harz und seiner Umgebung in dieser Hinsicht so überraschend schöne Aufschlüsse, daß die Anfertigung solcher Bilder keine besondere Mühe macht. [E 2326] *W. Schmidt*

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1559.

Bauvorschriften für Flugzeuge. August 1928, herausgeg. von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V. Berlin-Adlershof, Selbstverlag. 142 S. Preis 5 *RM.*

Die Schrift bringt im ersten Teil die Anforderungen an die verschiedenartigen im Flugzeugbau verwendeten Baustoffe, sowie die Regeln für ihre Verarbeitung. Daran schließen sich Vorschriften für die bauliche Ausbildung des Flug- und Triebwerkes im Ganzen und für die zweckmäßige Anordnung der Einzelbauteile und des Zubehörs, wie überhaupt der ganzen Ausrüstung, teils in Form von allgemeinen Regeln, Gesichtspunkten und Anweisungen, teils als zahlenmäßig gefaßte Vorschriften, alles in knappster Zusammenfassung ohne jedes entbehrliche Beiwerk; überall ist auf die einschlägigen Normen (DIN) hingewiesen. Die Bauvorschriften sollen auch dem Prüfer die Grundlage für die Muster- und Stückprüfung eines Flugzeugs bieten.

Die Schrift ist als Niederschlag aller Erfahrungen anzusehen, die aus der Forschungs- und Prüftätigkeit der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Zusammenarbeit mit der Flugzeugindustrie und den Luftfahrtunternehmen gewonnen worden sind. Sie geben somit dem Flugzeugkonstrukteur und Werkstattingenieur ein äußerst wertvolles Hilfsmittel an die Hand, das durch weitere Bauvorschriften für Motoren, Luftschrauben und Naben, Fallschirme und Kühler noch ergänzt und stets auf dem neuesten Stand der Technik gehalten werden soll. Zweifellos leistet die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt mit dieser Arbeit dem deutschen Luftfahrzeugbau den größten Dienst. Nur muß auf das schärfste der Absicht entgegengetreten werden, diese Bauregeln zu einem Bestandteil einer behördlichen Verordnung zu machen. Das könnte nach den Erfahrungen auf andern technischen Gebieten der jungen deutschen Luftfahrzeugindustrie nur zum Nachteil gereichen.

[E 2329] *Meuth*

Festigkeitslehre. Von *George Fillmore Swain.* Übers. von *A. Mehmel.* Berlin 1928, Julius Springer. 630 S. m. 463 Abb. Preis 34 *RM.*

Ein Lehrbuch, das durch seine vorzügliche Anpassung an die Erfordernisse der Praxis bemerkenswert ist. Der Verfasser legt besonderen Wert darauf, dem Versuch als Grundlage aller Rechnung einen breiten Raum anzuweisen. Der Leser soll nicht verleitet werden, über exakten mathematischen Entwicklungen die allenfalls bestehende Unsicherheit der Voraussetzungen zu vergessen. Dementsprechend beschränkt *Swain* die Rechnungen auf das Elementare zugunsten einer besonders ausführlichen Behandlung der Werkstoffkunde.

In der Auswahl der Probleme ist die Praxis vorzüglich berücksichtigt. Man findet unter anderm besondere Abschnitte über Eisenbetonbalken und über Nietverbindungen. Bemerkenswert ist, daß *Swain* Problemen, die praktisch wichtig, aber schwer zu behandeln sind, niemals ausweicht, sondern hierfür Näherungsverfahren angibt. Unverständlich ist dagegen, weshalb in den Abschnitten über Balkenbiegung nicht vom Satz von *Castigliano* Gebrauch gemacht ist. Die Darstellung wäre dadurch bedeutend vereinfacht worden und zugleich hätte sich leicht die Berechnung andrer statisch unbestimmter Systeme, z. B. Rahmen, anschließen lassen.

Der Übersetzer hat sich dadurch, daß er an Stelle einer wörtlichen Übersetzung das Buch in die deutsche Darstellungsweise und Symbolik übertragen hat, ein Verdienst erworben. [E 2302] Frhr. *v. Boutteville*

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 310: **Der Wärmeübergang beim Kondensieren von Heiß- und Sattdampf.** Von *M. Jakob* und *S. Erk.* **Die Verdampfungswärme des Wassers und das spezifische Volumen von Sattdampf für Temperaturen bis 210 °C.** Von *M. Jakob.* Berlin 1929, VDI-Verlag. 20 S. m. 23 Abb. und 9 Zahlentaf. Preis 3,50 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 3,15 *RM.*

In der ersten Abhandlung wird durch Versuche festgestellt, daß Heiß- und Sattdampf als Wärmeträger ziemlich gleichwertig sind, wenn eine Kondensation an der wärmeübertragenden Fläche erfolgt. Eine brauchbare Grundlage für den Vergleich von verschieden hoch überhitztem und verschieden hoch gespanntem Dampf wird entwickelt und angewendet. Die *Nußeltsche* Theorie der Oberflächenkondensation des Wasserdampfes wird diskutiert.

Die zweite Arbeit enthält die Beschreibung einer neuen Versuchsanordnung und die Mitteilung der gemessenen Werte der Verdampfungswärme. Aus den Versuchsergebnissen, denen eine Genauigkeit von etwa 2 vT zugesprochen werden kann, wird das spezifische Volumen des Sattdampfes berechnet und in Tabellen mitgeteilt.

Deutscher Reichspost-Kalender für 1929. Leipzig 1928, Konkordia-Verlag. 160 S. m. zahlreichen Abb. Preis 4 *RM.*

Der vorliegende Kalender ist mit seinen zahlreichen guten Abbildungen, denen vorbildlich kurze, das Wesentliche kennzeichnende Erläuterungen beigefügt sind, besonders geeignet, weitesten Volkskreisen einen Begriff davon zu geben, welche Rolle die Technik für das neuzeitliche Nachrichtenwesen spielt. Sehr anschaulich werden u. a. die mechanischen Hilfsmittel für die Paketbeförderung und -verteilung, der Aufbau von Selbstanschlußämtern für den städtischen Fernsprechbetrieb, die Einrichtungen in [...] scheckämtern behandelt. Die mannigfachen graphis[...] Darstellungen, die an der Hand statistischer Erhebunge[...] gefertigt sind, veranschaulichen eindringlich die große [...]deutung der Deutschen Reichspost für die gesamte deu[...] Volkswirtschaft. [E 2459] [...]

Der Dampfbetrieb. Herausgeg. von *E. Höhn.* Berlin [...] Julius Springer. 240 S. m. 229 Abb. u. 10 Zahlentaf. [...] 6 *RM.*

Technologisches Handbuch der Elektrotechnik und [...] Elektrochemie. Herausgeg. von *Alfred Schlomann.* B[...] 1928, Technischer Wörterbücher-Verlag, Ausliefe[...] VDI-Verlag. 1492 Spalten m. 3493 Abb. Preis 45 *RM* [...] Mitglieder des V. d. I. 40 *RM.*

Anleitung zum Bau von Schwachstromanlagen. 8. [...] Jubiläumsausgabe 1879 bis 1929. Herausgeg. von Mi[...] Genest A.-G., Berlin-Schöneberg 1928. 710 S. m. 672 [...] Preis 13,50 *RM.*

Englische Elektrizitätswirtschaft. Von *Günther Br[...]* Berlin 1928, Julius Springer. 112 S. Preis 6 *RM.*

Theoretische Grundlagen der Galvanotechnik. Von *H. [...]ner.* Leipzig 1929, Eugen G. Leuze. 68 S. Preis 4 *RM.*

ADB - Werkzeugmaschinen - Blätter. Entw. und bearb. [...] *E. Toussaint.* Herausgeg. von der Arbeitsgemeins[...] deutscher Betriebsingenieure im Verein deutscher I[...]nieure. Berlin 1928, Beuth-Verlag. Mappe mit 40 Blätt[...] Preis 9 *RM*; Einzelblätter 0,30 *RM*, Doppelblätter 0,45 [...]

AWF- und VDMA-Getriebeblätter. Herausgeg. vom [...]schuß für wirtschaftliche Fertigung beim Reichskurato[...] für Wirtschaftlichkeit. Berlin 1927 u. 28, Beuth-Ve[...] Sammelmappe mit 14 Blättern, Preis 9 *RM*; Preis e[...] Blattes, Bild und Text, 0,60 *RM.*

Angewandte Hydraulik. Von *F. Bundschu.* Berlin [...] Julius Springer. 75 S. m. 55 Abb. Preis 6,90 *RM.*

Lehrbuch der Algebra. Von *Robert Fricke* verfaßt mit [...]nutzung von *Heinrich Webers* gleichnamigem Bu[...] 3. Bd.: Algebraische Zahlen. Braunschweig 1928, Fr[...] Vieweg & Sohn. 506 S. m. 41 Abb. Preis 22,50 *RM.*

Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. [...] *R. Courant.* 2. Bd.: Funktionen mehrerer Veränderli[...] Berlin 1929, Julius Springer. 360 S. m. 88 Abb. [...] 18,60 *RM.*

Die Elemente der Differential- und Integralrechnung. [...] *K. Düsing.* 9. Aufl. Bearb. von *Ernst Wilde.* Le[...] 1929, Max Jänecke. 118 S. m. 89 Abb. Preis 3,60 *RM.*

Einführung in die Algebra. Von *K. Düsing.* 6. Aufl. Be[...] von *E. Wilde.* Leipzig 1929, Max Jänecke. 124 S. [...] 39 Abb. Preis 1,80 *RM.*

Grundbegriffe des Städtebaues. Von *K. A. Hoepfner.* 2. [...] Berlin 1928, Julius Springer. 198 S. m. 120 Abb. [...] 15,50 *RM.*

Biologie der Trink- und Brauchwasseranlagen. Von *Her[...] Beger* und *Else Beger.* Jena 1928, Gustav Fischer. 10[...] m. 46 Abb. Preis 6 *RM.*

Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e.[...] 48. **Statistische Zusammenstellung der Betriebsergebn[...]** von 705 Gaswerksverwaltungen für das Jahr 1926 [...] 1926/27. Herausgeg. vom Deutschen Verein von Gas- [...] Wasserfachmännern e. V. Berlin, Geschäftstelle des [...]eins. 167 S. Preis 15 *RM.*

Graphische Hilfsbücher für den Buchhersteller, 1. H.: **Ma[...]skript und Korrektur.** Von *Wilhelm Hellwig.* Lei[...] 1928, Eugen Kollecker. 15 S. Preis 1 *RM.*

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

. 73 SONNABEND, 9. FEBRUAR 1929 Nr. 6

r gegenwärtige Stand des Kreiselpumpenbaues

sonders kennzeichnende Bauformen

: Prof. Dr.-Ing. C. PFLEIDERER, Braunschweig

Schöpfwerkpumpen mit Francislaufrad im Beton-Spiralgehäuse oder mit Propeller- oder mit Konuslaufrad. Anordnungen und Ausführungen für hydraulische Kraftspeicherung. Die Kesselspeisepumpe und die besonderen Rücksichten bei Heißwasserförderung; die Druckwassererzeugung. Die Wasserwerkpumpen mit Antrieb durch Dampfturbine und Elektromotor. Die Tiefbrunnenpumpe mit axialer Beaufschlagung, die bewegliche Abteufpumpe der Garvenswerke Hannover mit Unterwassermotor, die selbstansaugenden Kreiselpumpen mit vorgeschalteter Wasserringluftpumpe oder mit Wasserschraube, Säurepumpen aus Metall und aus Steinzeug. Bedeutung der Forschung.

n Anschluß an den in Z. Nr. 4 vom 26. Januar 1929, S. 126, erschienenen Aufsatz sollen einige den heutigen nd besonders kennzeichnende Bauformen besprochen rden. Vorauszuschicken ist, daß die bekannten Vorze der Kreiselpumpe ihren Anwendungsbereich gegener der Kolbenpumpe erheblich vergrößert haben und zen früher eine Steigerung des Wirkungsgrades, fer der Pumpenleistungen, sowohl was die Fördermenge auch die Nutzleistung anlangt, eingetreten ist.

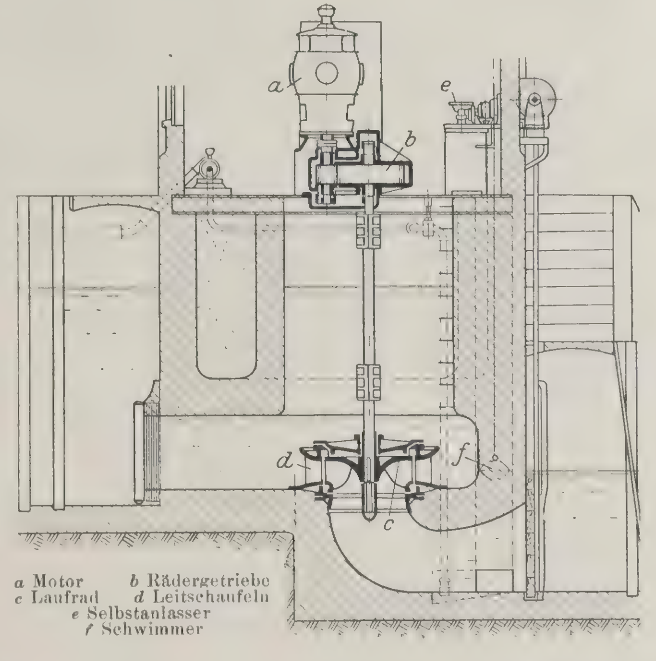
Die häufigen Überschwemmungen der letzten Jahre sammen mit der Inangriffnahme neuer Kanalbauten d das Bestreben, tropische Landstriche durch Bewäsung nutzbar zu machen, haben die Bedeutung der

Schöpfwerkpumpen,

große Wassermengen auf kleine Höhen bei möglichst ßer Drehzahl fördern, stark hervortreten lassen.

Besonders bevorzugt ist die Anordnung mit stehenr Welle, weil dann das Laufrad ins Unterwasser gezt werden kann und damit das Anfüllen überflüssig . Abb. 1 und 2 zeigen eine solche Anlage von L. W. stenbostel & Sohn, G. m. b. H., Bremen, wobei die mpenspirale in Beton ausgeführt ist. Die durch Verttlung eines Zahnradgetriebes *b* mit dem Elektrotor *a* verbundene Turbinenwelle ist unter- und oberlb des mit eingegossenen Schaufeln versehenen Laufdes *c* in wassergeschmierten Weißmetallagern geführt. s Kugeldrucklager ist im Kasten des Zahnradgetriebes tergebracht. Zum Einschalten des Motors dient ein lbstanlasser *e*, der mittels eines Schwimmers *f* im Saugsserspiegel betätigt wird.

Die Notwendigkeit, zur Anwendung einer genügend hen Motordrehzahl ein Zahnradgetriebe anzuordnen, ingt Unbequemlichkeiten mit sich, die sich aber bei esen Pumpen nicht vermeiden lassen wegen des hohen eises und des schlechten Wirkungsgrades langsam ufender Motoren. Die Entwicklung ging deshalb bei esen Niederdruckpumpen in Richtung einer möglichst arken Steigerung der Drehzahl, ganz ähnlich wie bei n Niederdruckturbinen. Ein Mittel hierzu ist die doplseitige Beaufschlagung, die aber teuer und nur bei agerechter Welle zweckmäßig ist. Die größte Schnellufigkeit liefert aber fraglos der Propeller, der bis zu spefischen Drehzahlen von 1400 U/min und mehr ausführr ist. Dieser hat ähnlich wie das Laufrad der Kaplanurbine nur wenig, nämlich 2 bis 4, Schaufeln mit Prolen, die den Tragflügeln entlehnt sind[1]).



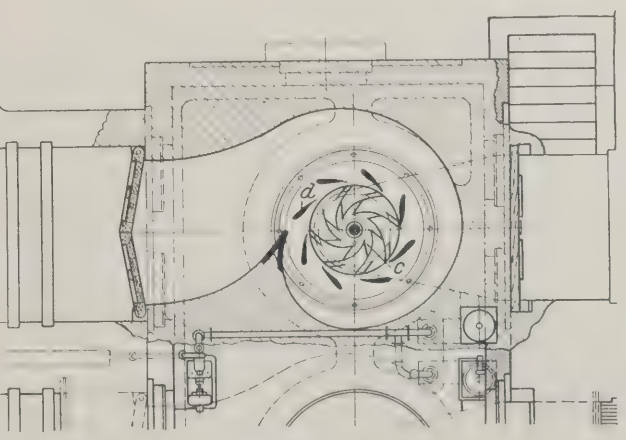


Abb. 1 und 2
Schöpfpumpwerk mit Francis-Laufrad, ausgeführt von L. W. Bestenbostel & Sohn, G. m. b. H., Bremen.

[1]) Hinsichtlich ihrer Berechnung vergl. *Pfleiderer*, Die Kreiselmpen, Berlin 1924, S. 224 u. f.

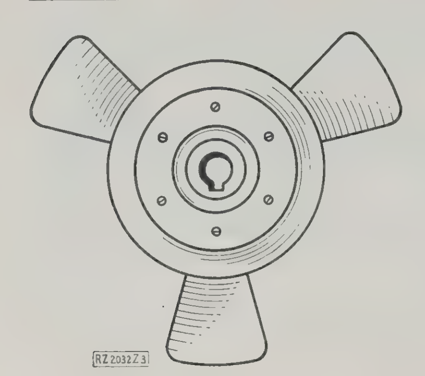


Abb. 3
Laufrad einer Propellerpumpe der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg mit drei weit auseinandergestellten Schaufeln.

Abb. 3 zeigt ein Laufrad der MAN, das durch die weitere Auseinanderstellung der Schaufeln bemerkenswert ist. In Abb. 4 ist eine Anlage der MAN mit wagerechter Wellenanordnung und Antrieb mittels Dieselmotors ersichtlich. Abb. 5 gibt einen Querschnitt durch die Bauart der Maffei-Schwartzkopff-Werke wieder. Wie sehr sich diese, an Einfachheit nicht zu übertreffende Pumpenbauart in den letzten Jahren vervollkommnet hat, zeigen die in Abb. 6 angegebenen Kennlinien, aus denen ein Wirkungsgrad von 79 vH zu entnehmen ist.

Wenn sonach die Wirkungsgrade dieser Pumpen durchaus befriedigen, so haben sie doch den Nachteil, daß sie wegen der Kavitationsgefahr, die durch die kleine tragende Schaufelfläche in Verbindung mit der hohen Schnelläufigkeit bedingt ist, auf kleine Förderhöhen beschränkt sind. Ferner sind der verhältnismäßig rasche Abfall der Wirkungsgradlinie und der hohe Leerlaufbedarf zu beanstanden. Dieses Verhalten rührt von der Verschiedenheit der Umfangsgeschwindigkeit längs der Austrittkante der Schaufel her. Wenn man bedenkt, daß der Leerlaufdruck einer Kreiselpumpe unabhängig vom Schaufelwinkel[2]) proportional dem Quadrat der Umfangsgeschwindigkeit u_2 am Austritt ist, also von der Nabe nach außen sehr stark zunimmt, so ist klar, daß bei Teillast Rückströmen des Wassers an der Nabe stattfindet, das bei Nullast am größten ist.

Dieses Rückströmen bei Teillast mit seinen nachteiligen Folgen wird stark verringert durch Drehung der Laufschaufel, wie bei der Kaplan-Turbine, wobei ins-

[2]) a. a. O. S. 148, 222.

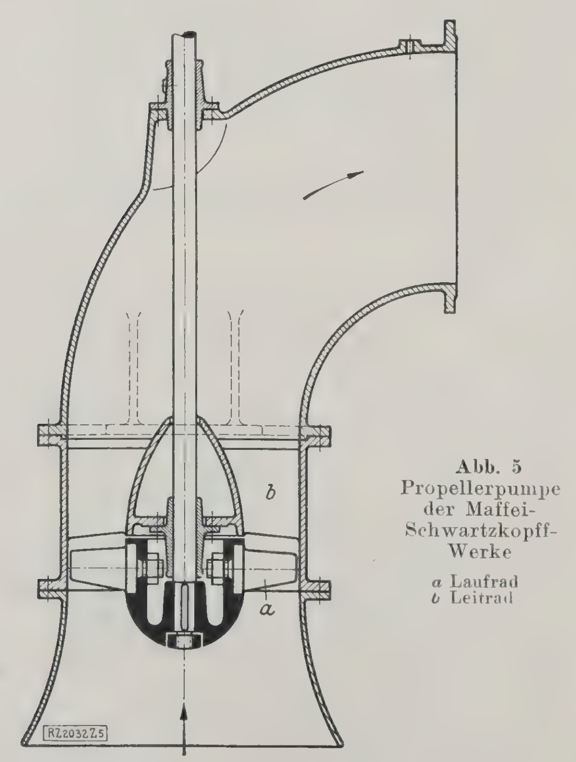


Abb. 5
Propellerpumpe der Maffei-Schwartzkopff-Werke
a Laufrad
b Leitrad

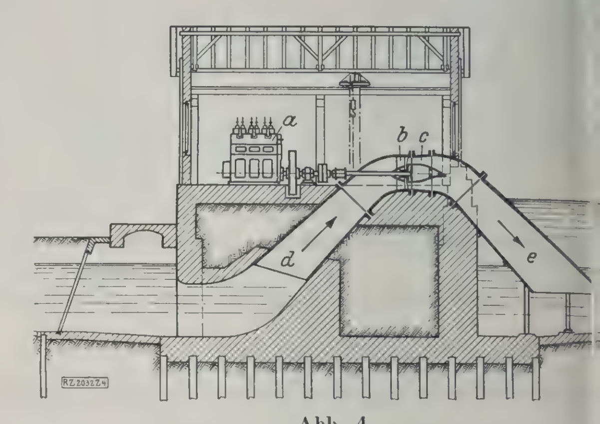


Abb. 4
MAN-Propellerpumpe in Heber-Anordnung, gekuppelt mit MAN-Dieselmotor.
a Dieselmotor *b* und *c* Lauf- und Leitrad der Pumpe
d Saugrohr *e* Auslaufrohr

besondere die Wirkungsgrade bei Teillast erheblich bessert werden. Das Rückströmen wird — aller unter Einbuße an Schnelläufigkeit — beseitigt, man die Austrittkante im Meridianschnitt annä parallel zur Achse legt, d. h. das Axialrad verläßt. axiale Wasserabführung der Propellerpumpe aber in letzterem Fall wegen der kleinen Umf komponente am Austritt $c_{3u} = \frac{1}{u_2}\, g\, H_{th}$ beibehalten we falls hohe Schnelläufigkeit, d. h. ein großes u_2 gewü wird. Das sonst übliche Spiralgehäuse würde in di Fall wegen der kleinen Geschwindigkeit in der Sp unausführbar große Abmessungen erhalten. Auc möglicht die axiale Abführung, die einfache Geh anordnung der Propellerpumpe beizubehalten. Auf Weise ist die in Abb. 7 nach einer Ausführung Maffei-Schwartzkopff-Werke angegebenen kegelig aufschlagten Pumpe mit axialen Leitschaufeln ent den, deren Kennlinien, Abb. 8, einen durchaus güns Verlauf sowohl des Leistungsbedarfs wie des Wirk grades erkennen lassen. Die Fläche der Leitscha ist hier offenbar ebenso doppelt zu krümmen, wie di Laufschaufeln.

Bei größeren Förderhöhen, also auch größeren ten c_{3u}, ist es möglich und mit Rücksicht auf den Wirk grad vorteilhaft, die radiale Wasserabführung im häuse beizubehalten. Welche günstigen Ergebnisse richtiger Ausbildung der doppeltgekrümmten Sch erzielt werden können, zeigen die in Abb. 9 angegeb Kennlinien einer Pumpe von Klein, Schanzlin & Be mit einem doppelseitig beaufschlagten Rad von 50 äußerem, 450 mm innerem Raddurchmesser und S gehäuse. Der Eintritt wird von zwei Einlaufkrüm gebildet. Das Leitrad aus Bronze ist in ein Sp gehäuse eingebaut.

Bei den **mehrstufigen Pumpen** hat sich Aufteilung des Gehäuses in einzelne Ringe, entsprec der Zahl der Stufen, — Gliederpumpe oder Ringbaua

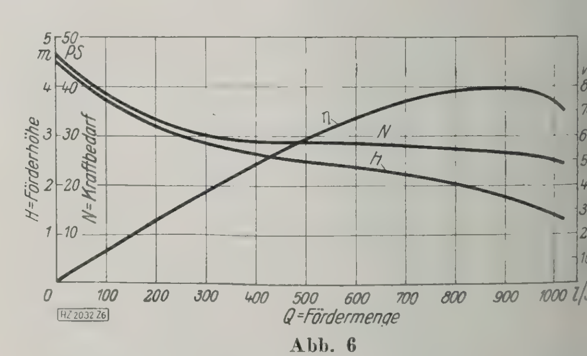


Abb. 6
Kennlinien der Propellerpumpe, Abb. 5, der Maffei-Schwartzkopff-Werke für 0,85 m³/s auf 1,85 m Förderhöhe bei 360 U/min.

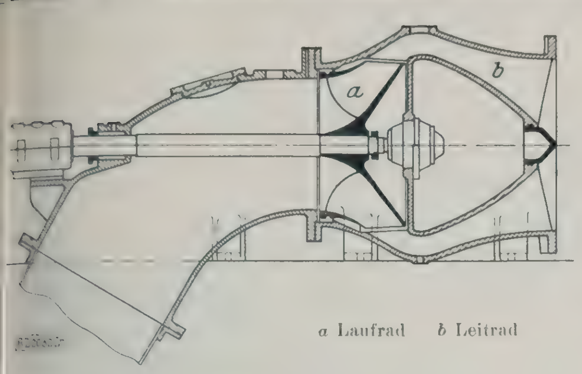


Abb. 7
Axialpumpe der Maffei-Schwartzkopff-Werke.

...t durchweg dann durchgesetzt, wenn größere Stufen...len vorliegen, weil hier der große Vorzug dieser Bau...ise, daß der Ausbau auch nach langer Betriebzeit ...ine Schwierigkeiten bereitet, stark in die Wagschale ...lt. Da bei Gliederpumpen die Genauigkeit des Zu...mmenbaues schwierig ist, so führt sich auch die Tei...ng des Gehäuses nach einer wagerechten Mittelebene ... beispielsweise für die Kesselspeisung — ein.

Der Achsschub wird bei den größeren Ausführungen ...gemein durch die bekannte Ausgleichscheibe in Verbin...ng mit einer zweiten Drosselstelle ausgeglichen, weil ...durch auch die Hochdruck-Stopfbüchse weitgehend ent...stet wird. Das Leckwasser dieses Organs wird für die ...ihlung der Lager benutzt. Es sind heute Bestrebun...n im Gange, die radialen Abmessungen dadurch her...terzudrücken, daß die Umführungsschaufeln als Fort...tzung der Leitschaufeln ausgebildet und die Anker...hrauben in die hohlen Leitschaufeln eingebettet werden.

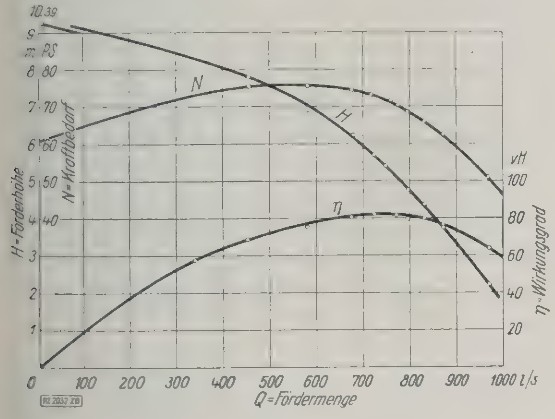


Abb. 8
Kennlinien der Axialpumpe, Abb. 7, der Maffei-Schwartzkopff-Werke.

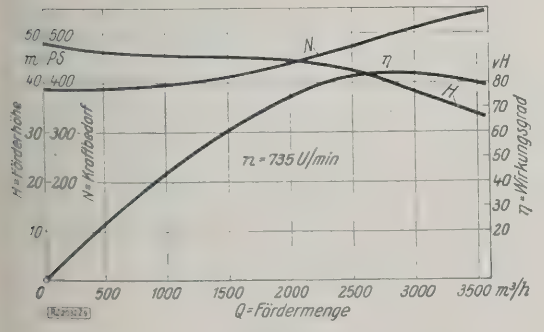


Abb. 9
Kennlinien einer Mitteldruckpumpe mit doppelseitig beaufschlagtem Francis-Laufrad von 500 mm äußerem, 450 mm innerem Dmr., radial ausgebildeten Leitschaufeln und Spiralgehäuse der Firma Klein, Schanzlin & Becker, Frankenthal.

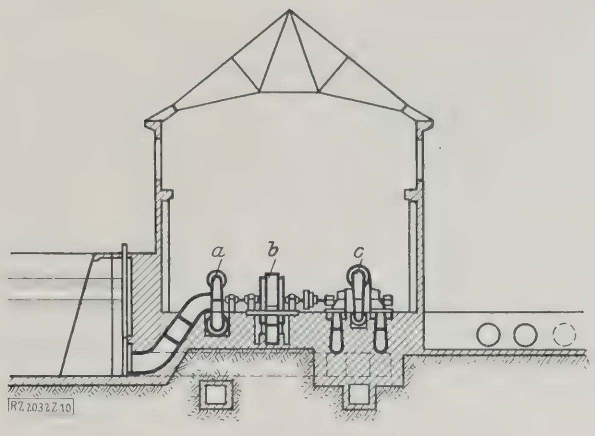
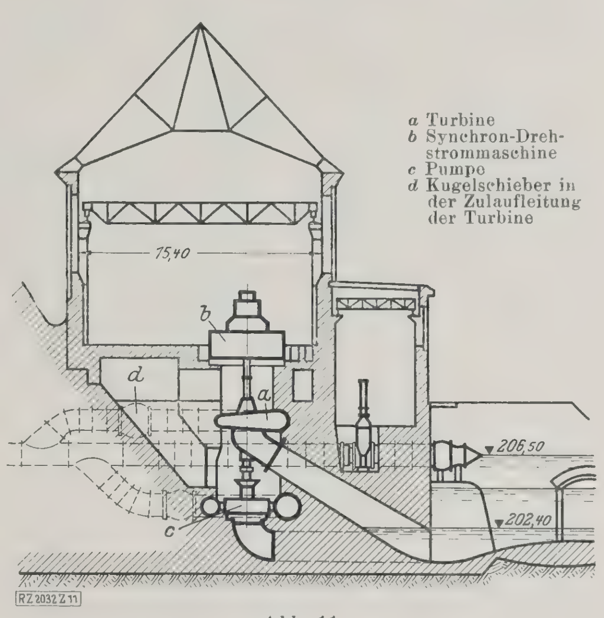


Abb. 10
Speicherkraftwerk Niederwartha a. d. Elbe.
Wagerechte Verbundanordnung.

a Hochdruckturbine *b* Synchron-Drehstrommaschine
c Speicherpumpe



a Turbine
b Synchron-Drehstrommaschine
c Pumpe
d Kugelschieber in der Zulaufleitung der Turbine

Abb. 11
Speicherkraftwerk Hemfurth a. d. Edertalsperre.
Senkrechte Verbundanordnung.

Ein besonders wichtiges und dankbares Betätigungsfeld ist dem Kreiselpumpenbau in der

hydraulischen Kraftspeicherung

erwachsen, die in den letzten Jahren eine rasch aufsteigende Entwicklung genommen hat. Die hier vorliegende Aufgabe, überschüssige hydraulische oder elektrische Energie dadurch für die Belastungsspitzen aufzuspeichern, daß Wasser in einen hochgelegenen Behälter gepumpt wird, wurde zuerst von der Firma Gebr. Sulzer, Winterthur, Ludwigshafen, bearbeitet, die die erste Anlage im Jahr 1894 in Italien aufgestellt hat. Seitdem sind solche Anlagen im In- und Ausland in steigender Zahl errichtet worden. Besonders erwähnenswert sind einige Hochspeicheranlagen größten Ausmaßes für die Speicherung elektrischer Energie. Vom Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk wird eine Anlage bei Hengstey an der Ruhr mit drei Speicherpumpen, Bauart Voith-Sulzer, für je 12 m³/s auf 166 m Höhe entsprechend einer Antriebleistung von je 32 500 PS gebaut und von der Energieversorgung Groß-Dresden, A.-G., bei Niederwartha eine solche mit Pumpen von Escher, Wyß und Cie. und Voith-Sulzer von je 27 000 PS. Die Anordnung des Maschinensatzes der Anlage Niederwartha zeigt Abb. 10. Zwischen Turbine und Pumpe sitzt beiderseits lösbar gekuppelt der Synchron-Drehstrommotor, der als Stromerzeuger arbeitet, falls er von der Turbine

angetrieben wird. Die stehende Anordnung, die dem von Escher, Wyß & Cie. ausgeführten Speicherkraftwerke Hemfurth (Leistung einer Pumpe 8350 PS) entspricht, zeigt Abb. 11, wobei die Synchronmaschine oben sitzt. Die Turbine muß hier beim Pumpenbetrieb durch Schließen des Kugelschiebers *d* und Belüften des Saugrohrs entleert werden und läuft dann im Luftraum unbelastet mit, während beim Turbinenbetrieb die Pumpe, die unter dem Saugwasserspiegel sitzt, abgekuppelt werden muß. Neben diesen Verbundanordnungen verwendet man auch getrennte Maschinensätze für Turbine und Pumpe (z. B. beim Leitzachwerk der Stadt München).

Abb. 12

Die Speicherpumpen der Firma Sulzer sind bereits anderwärts beschrieben[3]). Abb. 12 und 13 zeigen eine zweistufige Ausführung von Escher, Wyß & Cie. mit doppelseitigem Einlauf und der im vorausgegangenen Aufsatz besprochenen Drehschaufelregelung[4]). Die Pumpe läuft im Schwarzenbachwerk der Badischen Landes-Elektrizitäts-Versorgungs-A.-G. (Badenwerk). Die beweglichen Leitschaufeln des mittleren Rades und der seitlichen Räder sind durch ihre Drehzapfen miteinander gekuppelt. Zur Verstellung dienen drehbare, außen sitzende Regulierringe, die mittels Laschen auf dem Drehzapfen sitzende Hebel betätigen. Ein Servomotor schließt selbsttätig die Leitvorrichtung, wenn die Periodenzahl des Drehstroms unter ein zulässiges Maß fällt. Die Schließbewegung wird durch einen Fliehkraftregler, der synchron mit der Periodenzahl umläuft, eingeleitet. Bei der neunstufigen Speicherpumpe für 8000 PS aus der Werkstatt der gleichen Firma für das Kraftwerk Tremorgio[5]) ist auf eine Verstellung der Leitschaufeln verzichtet worden. Der Achsschub wird durch eine besondere[6]) Entlastungseinrichtung der Firma, die am Druckende eingebaut ist, ausgeglichen.

Mit der Zunahme der Größe der Dampfkesselheizfläche hat sich die Hochdruck-Kreiselpumpe als

Kesselspeisepumpe

mehr und mehr Eingang verschafft, da sie vor der Kolbenpumpe den Vorteil des bequemen Antriebes, geringen Platzbedarfs, des reinen Abdampfes für den Fall des Dampfantriebes und nicht zum wenigsten die Möglichkeit der Förderung entgasten Speisewassers, infolge Wegfalls der Windkessel, voraus hat. Um die Gefahr des Eindringens von Luft durch die Stopfbüchsen zu beseitigen und jederzeit ihre Betriebsbereitschaft zu sichern, läßt man das Wasser der Pumpe mit Gefälle zulaufen. Das ist bei der Förderung von Heißwasser schon allein zur Vermeidung der Hohlraumbildung stets zu fordern. Dabei muß a l l e i n die geodätische Zulaufhöhe ausreichen, um die Widerstände b zum Einlauf in das erste Rad zuzüglich der Geschw digkeitshöhe der früher besprochenen[7]) Übergeschwind keiten am Eintritt des Laufkanals, die mit der Förderhö stark wachsen, zu überwinden, auch wenn, wie bei He wasser, der Dampfdruck über dem Saugwasserspieg größer als der Atmosphärendruck ist.

Bei der Förderung von Heißwasser über 100 °C die genügende Kühlung der Stopfbüchsen eine Leben frage der Pumpe, weil das aus der Stopfbüchse au tretende Undichtheitswasser andernfalls große Dam mengen entwickelt[8]). Die mit einer möglichst lang Drosselstrecke versehene Stopfbüchse erhält entwed Oberflächenkühlung, die mit einer Anzapfung des U dichtheitsstroms verbunden sein kann, oder es wird Kü wasser unmittelbar in den Packungsraum geleitet, w bei der Firma Sulzer durch die durchbohrte Welle v beiden Wellenenden aus geschieht, so daß auch die Moto welle durchbohrt werden muß. Um die Stopfbüchse d Druckseite und insbesondere das Organ für den Ach schubausgleich mit seinem bedeutenden und deshalb schw zu kühlenden Undichtheitswasser zu vermeiden, bild Escher, Wyß & Cie. die Pumpe gemäß Abb. 14 m gegenläufigen Rädern aus. Die Wasserführung ist a

[7]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 4 S. 126.
[8]) Vergl. W e y l a n d, Z. Bd. 72 (1928) S. 317; ferner *Knörlein*, „ Wärme", 1. Jahrg (1928) Nr 41 S. 770 ff.

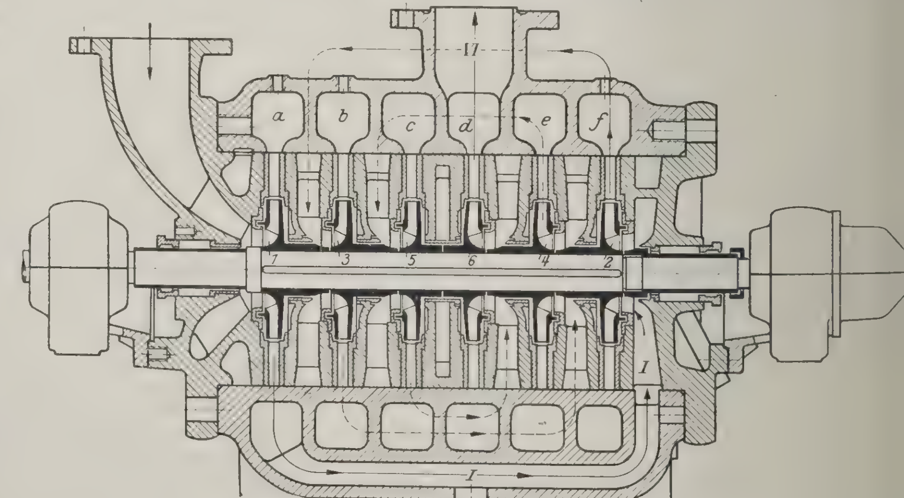


Abb. 14
Sechsstufige Kesselspeisepumpe der Firma Escher, Wyß & Cie. mit gegenläufigen Rädern 1 bis 6.

[3]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 827, ferner Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen Bd. 4 (1907) S. 329, Schweiz. Bauzeitg. Bd. 76 (1920) S. 129, Z. Bd. 60 (1916) S. 314 u. f., „Le Génie Civil" Bd. 84 (1924) Nr. 2 S. 29, Bd. 86 (1925) Nr. 19 S. 449.
[4]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 4 S. 129; vergl. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 1161 u. f. sowie Escher-Wyß-Mitteilungen 1928 Nr. 3.
[5]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1169.
[6]) *Pfleiderer*, Die Kreiselpumpen S. 250.

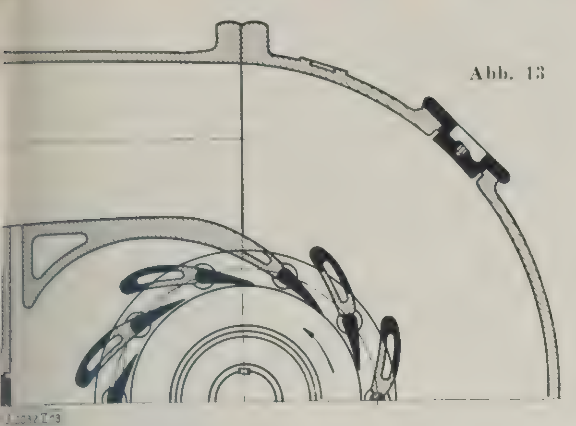


Abb. 12 und 13
Speicherpumpe für 1,1 m^3/s auf 230 m bei 1000 U/min von Escher, Wyß & Cie. für das Schwarzenbachwerk.

Abb. 15, die die Abwicklung eines zylindrischen Schnittes durch das Gehäuse darstellt, näher ersichtlich. Die einzelnen Kanäle sind der Deutlichkeit halber in beiden Zeichnungen mit gleichen Buchstaben bezeichnet. Das Wasser fließt in der Reihenfolge: Rad 1 – Ringraum *a* – Längskanal I – Rad 2 – Ringraum *f* – Längskanal II – Rad 3 – Ringraum *b* – Längskanal III – Rad 4 usw. Aus dem gleichen Grunde versieht die Firma Weise Söhne ihre Heißwasserpumpen für einen bestimmten Leistungsbereich, bei größeren Wassermengen (3000 bis 8000 l/min) und mäßigen und höheren Kesseldrücken (15 bis 40 at), mit zwei Saugstutzen, einem Druckstutzen in der Mitte und zwei gleichen symmetrisch zur Mittelebene angeordneten Radsätzen, die parallel beaufschlagt sind, also ähnlich Abb. 12.

Die heute üblichen hohen Kesseldrücke in Verbindung mit der Vorwärmung des Wassers durch Anzapfdampf oder im Rauchgasvorwärmer, wobei letzterer, wenn er aus Gußeisen besteht, nicht unter den vollen Kesseldruck gesetzt werden kann, machen es notwendig, stufenweise zu speisen. Dies kann entweder in getrennten Pumpen geschehen, wobei die Vorwärmpumpe der eigentlichen Kesselspeisepumpe das Wasser zuführt, oder es wird nach dem Patent der Schmidtschen Heißdampfgesellschaft eine einzige Pumpe für diese Stufenspeisung eingerichtet, wobei ein sehr wesentlicher Vorteil darin besteht, daß zwei Stopfbüchsen für heißes Wasser wegfallen. Abb. 16 zeigt eine solche Pumpe für Stufenspeisung der Firma Weise Söhne, Halle. Die Pumpe erhält ein Zwischenglied mit zwei Stutzen, dieses gibt das Wasser nach der Vorwärmstelle mit dem der Vorwärmung entsprechenden Druck, der wegen der Widerstände genügend hoch über dem der Vorwärmtemperatur entsprechenden Dampfdruck liegen muß, ab und nimmt es nach dem Vorwärmen wieder auf. Es ist auch gebräuchlich, an irgendeiner Stufe einer Kesselspeisepumpe einen Teil des geförderten Wassers — beispielsweise für die Speisung von Kesseln niedrigen Druckes — abzuzapfen. Dabei sind dann die ersten Stufen für eine entsprechend größere Wassermenge zu bemessen.

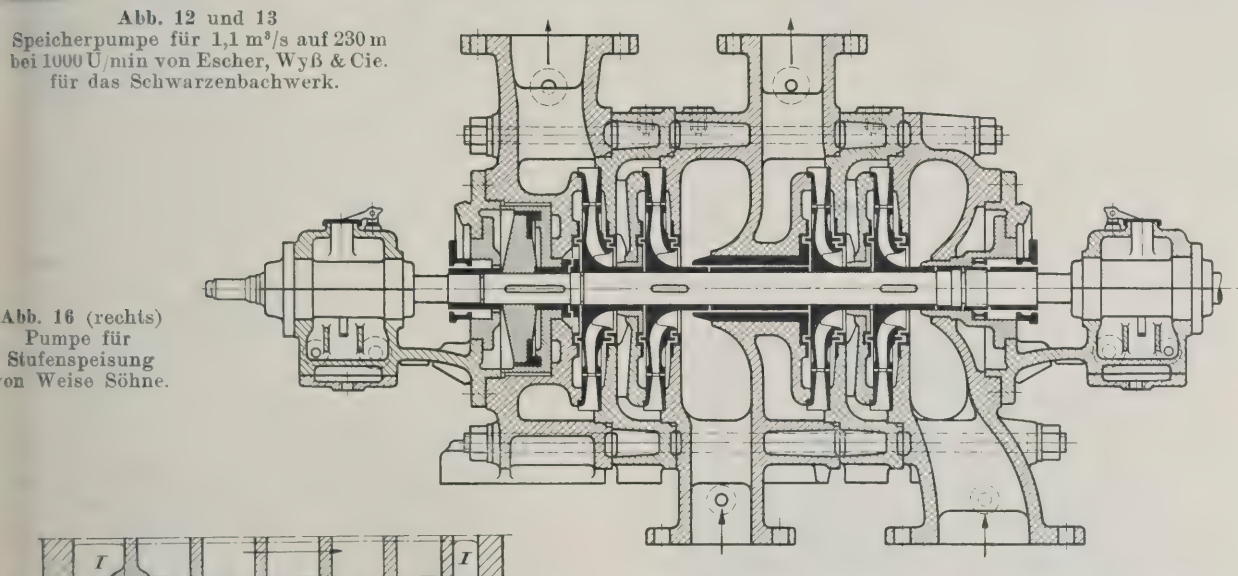


Abb. 16 (rechts) Pumpe für Stufenspeisung von Weise Söhne.

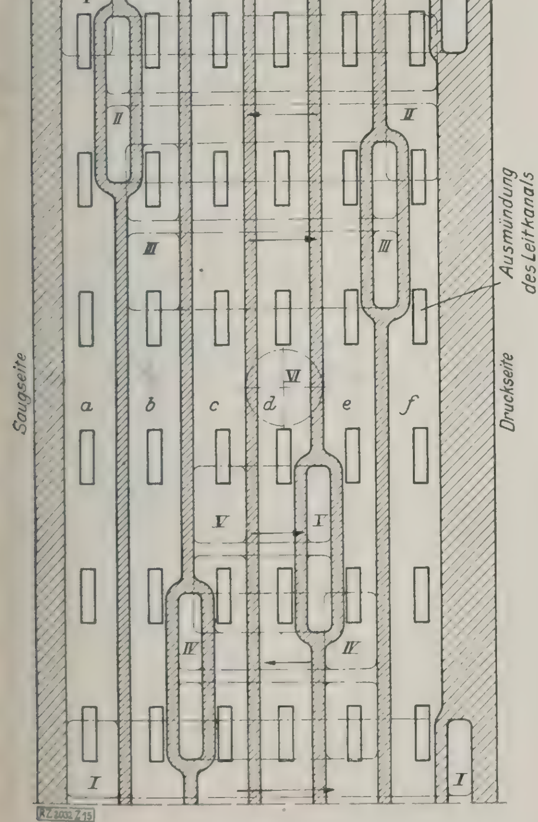


Abb. 15
Zylindrischer und abgewickelter Schnitt durch das Gehäuse der Pumpe, Abb. 14.

Bei der Berechnung von Heißwasserpumpen muß ferner die Verringerung des spezifischen Gewichts des Wassers beachtet werden, da dadurch sowohl die rechnungsmäßige Förderhöhe vergrößert als auch der Kraftbedarf für die Gewichtseinheit vermehrt wird.

Kesselspeisepumpen, die unter gewissen Umständen nur mit einem Bruchteile der normalen Fördermenge belastet sind, zeigen bisweilen ein ungleichmäßiges Arbeiten[8a], das sich in regelmäßig wiederkehrenden Schwankungen der Wasserlieferung oder sogar in starken Schlägen der Speiseleitung äußert. Diese Erscheinung, die man häufig an Kreiselverdichtern, aber sonst nicht an

[8a]) Vergl. die in Anm. [1]) erwähnte Arbeit S. 144 u. f.

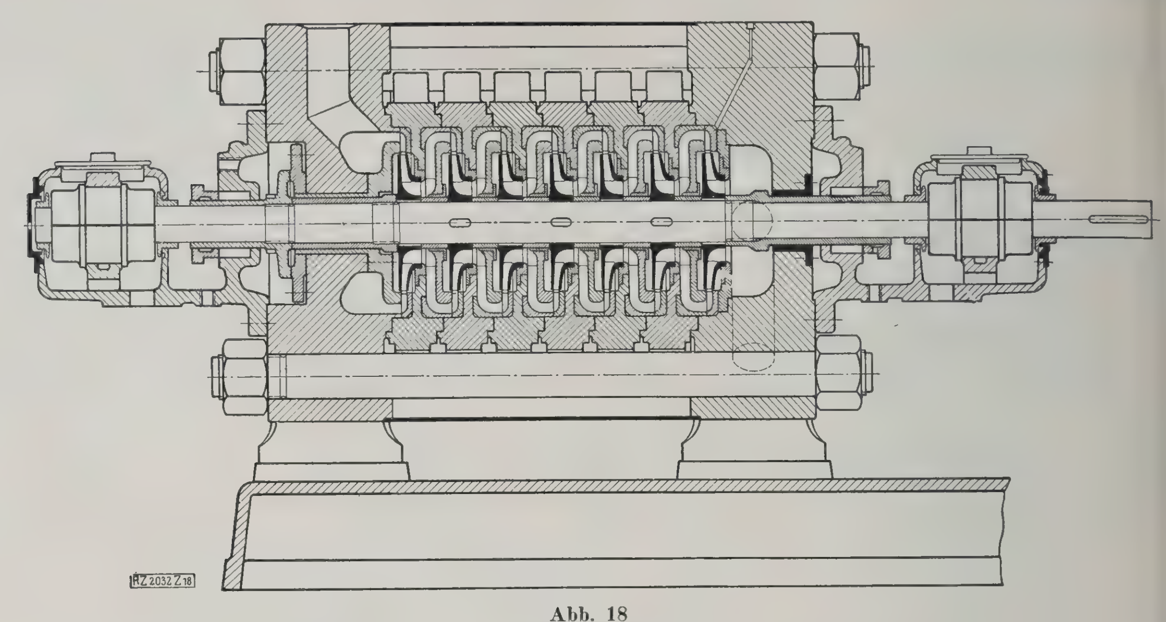


Abb. 18
Schnitt durch ein Gehäuse der Preßwasserpumpe von 2 × 9 Stufen für 80 m³/h auf 2300 m bei 4520 U/min von Klein, Schanzlin & Becker.

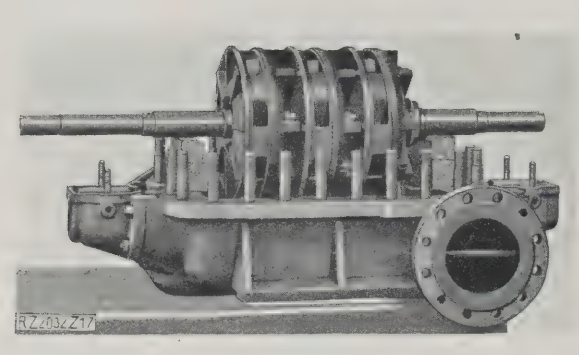


Abb. 17
Dreistufige Kesselspeisepumpe für 7,5 m³/min auf 28,5 at bei 2600 U/min und 130 ° Wassertemperatur, erbaut von C. H. Jaeger & Co.

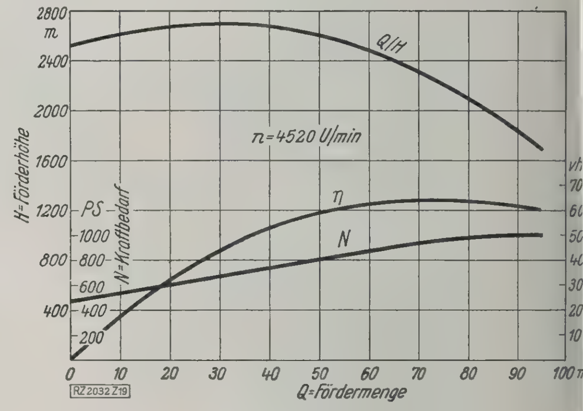


Abb. 19
Kennlinien der 2 × 9stufigen Preßwasserpumpe nach Abb. 18.

Kreiselpumpen mit der gewöhnlichen Druck-Volumen-Linie (Drossellinie), die eine wagerechte Tangente hat, beobachtet, entsteht hier dadurch, daß die Speiseleitungen mit ihren zahlreichen federnden Krümmungen, Ausgleicheinrichtungen für Wärmedehnung und den eingeschalteten schmiedeisernen Vorwärmern eine hohe Elastizität haben und dadurch wie Energiespeicher wirken. Der Kesselinhalt selbst dürfte trotz seines großen Speichervermögens nur in verschwindendem Maße mitwirken, weil er durch ein Drosselorgan von der Speiseleitung abgetrennt ist. In solchen Fällen empfiehlt es sich, Drosselkurven der Pumpen ohne wagerechte Tangente, also ohne labilen Zweig anzustreben.

Wie schon oben erwähnt, hat sich bei Kesselspeisepumpen auch die wagerechte Gehäuseteilung eingebürgert. In Abb. 17 ist das Bild einer dreistufigen Jaeger-Pumpe für 7,5 m³/min auf 285 m Höhe bei 2670 U/min und 130 °C Wassertemperatur wiedergegeben.

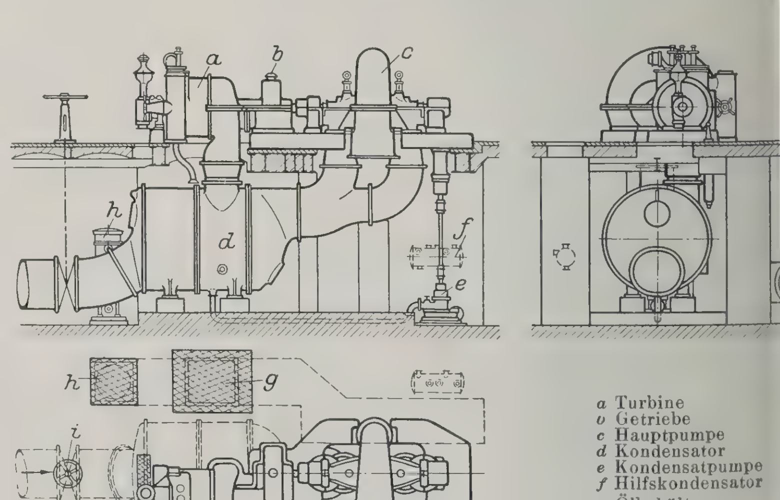


Abb. 20 bis 22
Getriebe-Dampfturbopumpe der AEG.

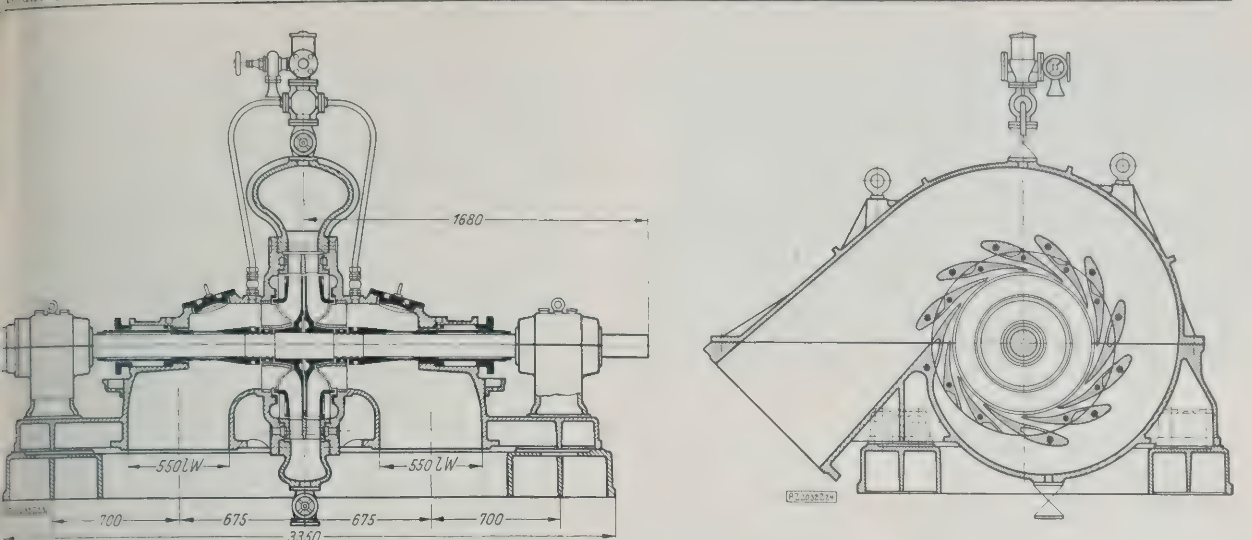


Abb. 23 und 24. Durch Dampfturbine angetriebene Wasserwerkpumpe der Firma AMAG-Hilpert für das Hamburger Wasserwerk. Leistung 4000 m³/h auf 60 m bei 855 U/min der Pumpe und 5400 U/min der Dampfturbine.

Die größten Drücke kommen bei der

Druckwassererzeugung

. Eine solche Pumpe für große Leistung nach einer sführung von Klein, Schanzlin & Becker ist in Abb. 18 Schnitt wiedergegeben. Zwei solcher Gehäuse mit neun Stufen werden hintereinandergeschaltet und rdern 80 m³/h auf 2300 m bei 4520 U/min. Saug- und uckdeckel, ebenso die Zwischenglieder sind aus emens-Martin-Stahl geschmiedet. Die Laufräder be- hen aus Stahlguß und die Leiträder aus Tiegelguß- hl. Die Lager haben Druckölschmierung. Zum An- eb dient ein Drehstrommotor mit zwischengeschaltetem ppelten Zahnradgetriebe. Die Kennlinien der Pumpe sind s Abb. 19 zu ersehen.

Die mit Dampfturbinen angetriebenen

Wasserwerkpumpen

ben durch die Vervollkommnung der raschlaufenden hnrädergetriebe hinsichtlich des Dampfverbrauchs erheb- h gewonnen, da sowohl Turbine wie Pumpe bei der günstigsten Drehzahl laufen können. Abb. 20 bis 22 geben einen Überblick über die Gesamtanordnung und die Wasserführung bei einer solchen Anlage nach einer Ausführung der AEG[9]). Die Pumpe, die in Abb. 23 und 24 nach einer Ausführung der AMAG-Hilpert-Pegnitzhütte, Nürnberg, gezeichnet ist, wird nicht mehr nach Mehrstromanordnung, d. h. mit mehreren parallel geschalteten Rädern kleiner Abmessung ausgeführt, sondern erhält im vorliegenden Fall ein einziges Rad mit reichlich großen Kanälen, also gutem Wirkungsgrad. Als spezifische Förderleistung sind mit einem solchen Maschinensatz im Hamburger Wasserwerk[10]) 60 mt für 1 kg Dampf von 15 at Überdruck und 350° erreicht worden, so daß der Dampfverbrauch dem der besten Kolbenmaschinen entspricht. Auch die mehrstufige Anordnung ist selbst bei großen Wasserlieferungen im Gebrauch, wie Abb. 25, eine zweistufige Pumpe der Maffei-Schwartzkopff-Werke, erkennen läßt. Bemerkenswert ist

[9]) Die Bauart der AEG-Wasserwerkpumpen ist in Z. Bd. 70 (1926) S. 1523 eingehend beschrieben worden.
[10]) Vergl. den Bericht von *Holthusen* und *Schröder* in „Industrie-Bibliothek" 4. Jahrg. Bd. 25 (1928) S. 45.

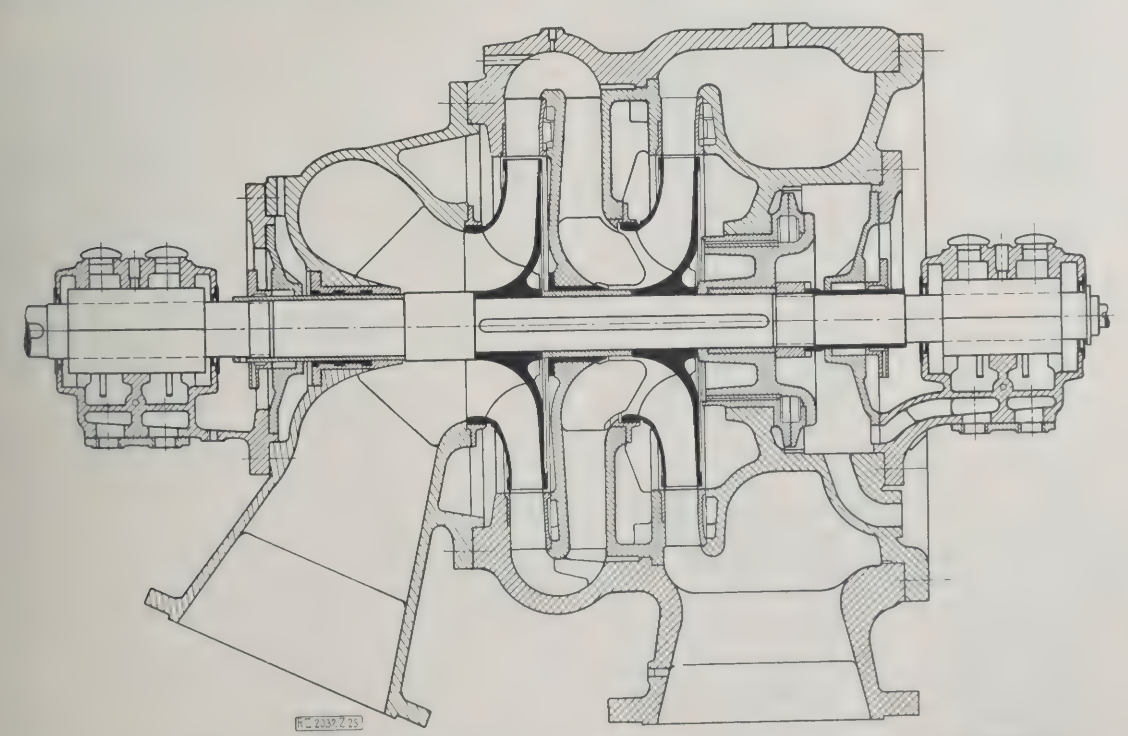


Abb. 25. Pumpe der Maffei-Schwartzkopff-Werke für Antrieb durch Dampfturbine und Getriebe; 25 m³/min auf 120 m bei 985 U/min.

bei diesen Pumpen die Ausführung der Räder mit doppelt gekrümmten Schaufeln, die mit Rücksicht auf die verhältnismäßig große Stufenförderhöhe in Verbindung mit der vorliegenden Saughöhe geboten erscheint.

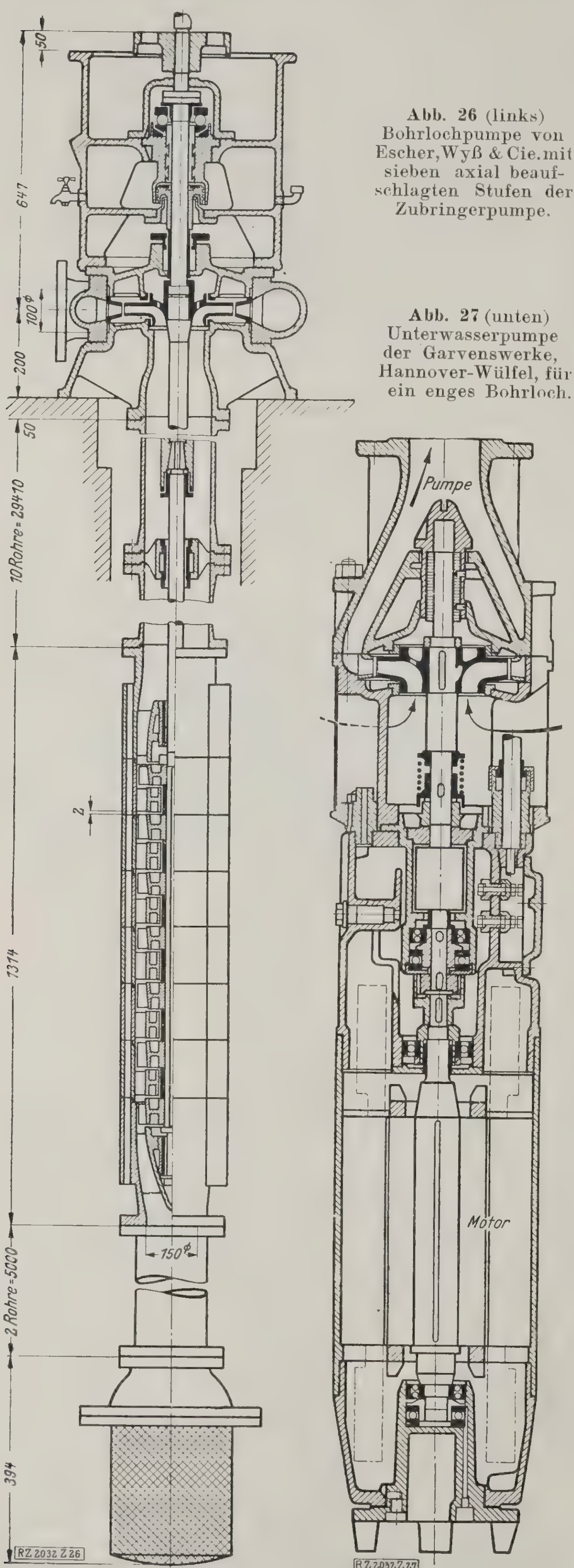


Abb. 26 (links) Bohrlochpumpe von Escher, Wyß & Cie. mit sieben axial beaufschlagten Stufen der Zubringerpumpe.

Abb. 27 (unten) Unterwasserpumpe der Garvenswerke, Hannover-Wülfel, für ein enges Bohrloch.

Werden Pumpen, die für Wasserversorgung von meinden oder Einzelgehöften bestimmt sind, elektrisch getrieben, so gestattet die Einfachheit der Kreiselpump Anwendung bedienungslosen Betriebes, wobei für k Leistungen sowohl das An- und Abstellen (vollselbstt bei mittleren und großen Leistungen nur das Abstellen Motors (halbselbsttätig) durch einen Schwimmer ein Manometer veranlaßt wird.

Bei

Tiefbrunnenpumpen

wird die lichte Weite des Bohrloches durch den Geh durchmesser der Bohrlochpumpe bestimmt, der deshalb lichst klein zu halten ist. Dementsprechend müssen und Leitrad mit geringer radialer Erstreckung ausge werden. Die Firma Sulzer unterteilt deshalb häufig Wassermenge, indem sie einmal doppelseitig beaufsch Laufräder und außerdem zwei parallel geschaltete Pum gehäuse anwendet[11]). Bei besonders engen Löchern g man heute auch zur axialen Beaufschlagung, die kleinstmöglichen Durchmesser ergibt, wobei man eine Vergrößerung der Stufenzahl und eine Versch terung des Wirkungsgrades mit in den Kauf neh muß. In Abb. 26 ist eine solche Ausführung von Esc Wyß & Cie. mit sieben axial beaufschlagten Stufen Zubringerpumpe dargestellt. Die einstufige Hauptpu sitzt am oberen Ende der Welle außerhalb des Brun schachtes.

Eine besondere Ausbildung erfordern

die beweglichen Abteufpumpen,

die zum Abteufen neuer Schächte oder zum Auspumpe soffener Schächte dienen. Diese Pumpen werden meist dem Motor in einem kräftigen Rahmen aus Stahl u gebracht, der frei im Schacht hängt. Dabei besteht Notwendigkeit, den Rahmen entsprechend den Schw kungen des Wasserspiegels zu heben und zu senken, einerseits ein Ersaufen des Motors, anderseits ein Ü schreiten der größtmöglichen Saughöhe zu verhindern. dieser Beziehung bedeuten die Unterwasserpumpen der (venswerke, Hannover[12]), einen beachtlichen Fortsch weil dort das Motorgehäuse als luft- oder gaserf Tauchglocke ausgebildet ist. Der Druck in dieser Gl wird von einem über Tage befindlichen Druckregler Verbindung mit einer Luftpumpe oder einem Windke selbsttätig entsprechend der Eintauchtiefe so eingest daß kein Wasser in das Motorgehäuse gelangen k Abb. 27 zeigt die Ausführung dieser Pumpe für den eines sehr engen Bohrloches, wobei der Motor unter der Pumpe sitzt, damit die Rohrführung nicht gestört w Der Motor muß mit kleinem Durchmesser in gestrec Sonderform ausgeführt werden.

Es sei hier noch bemerkt, daß die Garvenswerke a das Conti-Gummilager[13]), das in Amerika entstanden ausführen, bei dem die Lagerbüchsen aus Bronze mit ei hochelastischen Gummischicht ausgekleidet sind. Die La werden mittels tiefer Spiralnuten durch Wasser geschmi das mechanisch verunreinigt sein darf, und sollen durch lange Lebensdauer, geringer Reibung und Dä fungsfähigkeit gegen Schwingungen auszeichnen. Der gemeinen Anwendung dieser Gummilager steht aber verhältnismäßig hoher Preis noch im Wege.

Selbstansaugende Kreiselpumpen

Die Kreiselpumpe hat gegenüber der Kolbenpumpe Nachteil, daß sie vor der Inbetriebsetzung mit Was angefüllt werden muß und beim Eindringen von Luft die Saugleitung leicht versagt. Dieser Mangel tritt solchen Verwendungszwecken, wo es sich um rasche triebsbereitschaft oder um selbsttätiges An- und Abstel handelt, besonders stark in die Erscheinung. Hier ist möglich geworden, durch V o r s c h a l t e n ei W a s s e r r i n g - L u f t p u m p e, die zuerst von Siemens-Schuckertwerken, Berlin, ausgeführt worden und als reine, nur zum Teil beaufschlagte Kreiselpun arbeiten kann, Abhilfe zu schaffen[14]). Die Arbeitswe

[11]) Z. Bd. 57 (1913) S. 323, insbesondere Abb. 5.
[12]) Z. Bd. 72 (1928) S. 441.
[13]) DRP Nr. 381 475.
[14]) Vergl. *Neumann*, Z. Bd. 70 (1926) S. 1573.

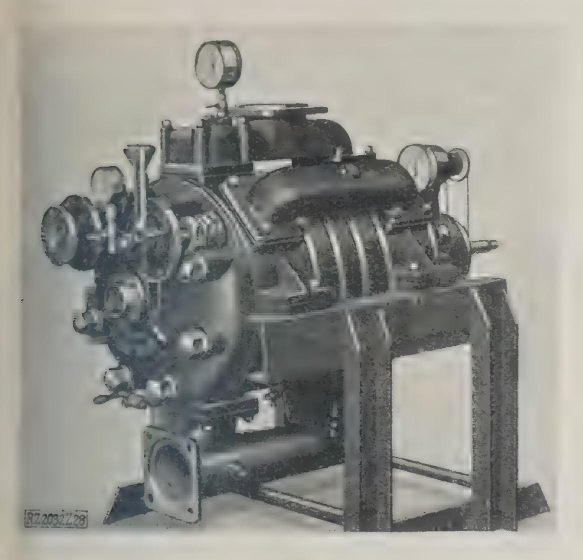


Abb. 28
Selbstansaugende Feuerlöschpumpe der AMAG-Hilpert-Pegnitzhütte für Wechselschaltung; Leistung bei Parallelschaltung der Laufräder 400 l/min auf 50 m, bei Hintereinanderschaltung 200 l/min auf 100 m bei 1850 U/min.



Abb. 29
Laufrad und Gehäuse der Schraubenpumpe Myria von Weise Söhne.

ieser Wasserring-Luftpumpe kann hier als bekannt vor-usgesetzt werden.[15]) Sie gestattet, die der Wassertempe-atur entsprechende Luftleere zu erreichen. Abb. 28 zeigt ne selbstansaugende Feuerlöschpumpe der Firma Amag-ilpert-Pegnitzhütte, die gleichzeitig als Schaltpumpe aus-ebildet ist in der Weise, daß durch Betätigen des Hand-ades die vier Laufräder sowohl hintereinander als auch u je zweien parallel arbeiten können. Diese Pumpe wird uf Fahrzeugen und Feuerlöschbooten verwendet.

Auch die

S c h r a u b e n p u m p e ,

ie zuerst von Weise Söhne in der be-annten Form[16]) der Myriapumpe ein-eführt worden ist, und von der Abb. 29 in Bild des Laufrades mit Gehäuse iedergibt, eignet sich zum selbsttätigen nsaugen des Wassers auf eine Höhe bis u 2 m, sofern durch eine Führung der augleitung, wie sie Abb. 30 erkennen äßt, dafür gesorgt wird, daß immer eine ewisse Wassermenge in der Pumpe zu-ückbleibt. Das Laufrad arbeitet dann ffenbar als Förderschnecke, wobei die uft zwischen Wasserkolben eingeschlos-en ist. Infolge ihrer weiten Kanäle st sie auch als Schlammpumpe und über-

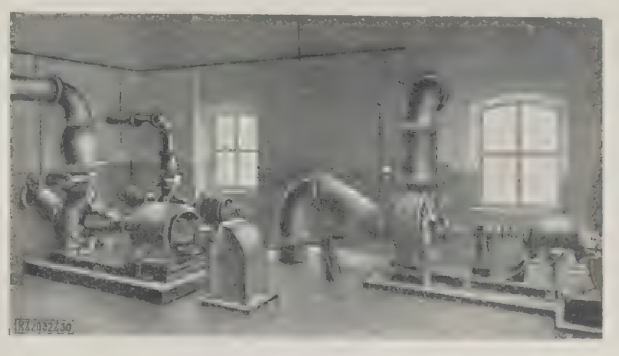


Abb. 30
Drei Myria-Schraubenpumpen, selbstansaugend, ohne Fußventil, in einer Zuckerfabrik zur Förderung der Abwässer aus der Rübenwäsche.

haupt zur Förderung von breiigen und ätzenden Flüssigkeiten (Papierstoff) geeignet. Werden nur zwei Schaufeln eingebaut, so kommt sie auch für sehr grobe Verunreinigungen (Rübenschnitzel, Kanalwasser) in Betracht. In Abb. 31 ist eine Myriapumpe, die zur Erhöhung der Schnelläufigkeit mit doppelseitigem Einlauf versehen ist, wiedergegeben.

Abb. 32 zeigt eine ähnlich gebaute Schraubenpumpe von Klein, Schanzlin & Becker. Das Diagramm, Abb. 33, läßt erkennen, daß sie mit sehr gutem Wirkungsgrad arbeitet. Das Wasserlager dicht hinter dem Rad soll bei Förderung unreiner Flüssigkeiten von dem Ringraum aus mit Reinwasser gespült werden. Wegen der kurzen Schaufeln dürfte die Fähigkeit, selbsttätig anzusaugen, fehlen.

Eine ausgesprochene

Säurepumpe

ist die stopfbüchsenlose Pumpe der Rheinhütte, G. m. b. H., Biebrich, deren Vertrieb in den Händen von Weise Söhne liegt. Abb. 34 gibt einen Schnitt durch die Pumpe wieder. Der Baustoff besteht aus einer dem jeweiligen Zweck angepaßten Eisenlegierung. Der Verzicht auf die Stopfbüchse soll dadurch möglich sein, daß an einem kurz vor den Laufschaufeln befindlichen Spalt eine gewisse, wenn auch geringe, Ejektorwirkung von der Strömung erzeugt wird, die auf die Durchgangstelle der Welle durch das Gehäuse, d. h. auf die Stelle übertragen wird, wo sonst die Stopfbüchse sitzt. Die Abdichtung bei Stillstand führt ein federbelastetes Ventil herbei, das im Betrieb durch einen in das Lager eingebauten Fliehkraftregler von seinem Sitz abgehoben wird. Um die Zugänglichkeit der Innenteile zu erleichtern, sind sowohl der Saug- wie auch der Druckstutzen am Gehäuse angeschlossen, so daß beim Öffnen des in Scharnieren schwenkbaren Deckels keine Rohrleitung abgenommen zu werden braucht. Die gleiche Pumpe wird auch als Zementschlammpumpe benutzt, wobei aber die das Schaufelrad umgebenden Wände durch auswechselbare Verschleißplatten geschützt sind.

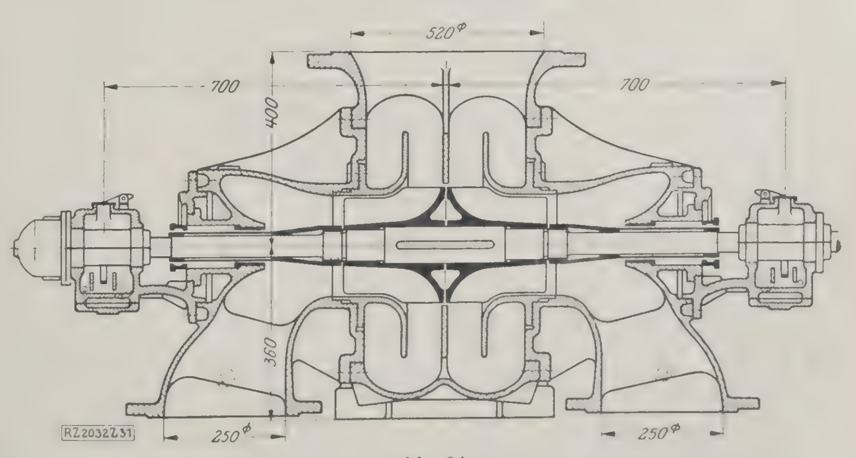


Abb. 31
Schraubenpumpe Myria von Weise Söhne mit doppelseitigem Einlauf.

[15]) Z. Bd. 67 (1 23) S. 875.
[16]) Z. Bd. 67 (1 23 S. 802. Diese Art Schraubenumpen mit r a d i a l e r Wasserführung weisen us den S. 178 angegebenen Gründen eine wesentch geringere Schnelläufigkeit auf als die Propellerumpen, Abb. 3 bis 5.

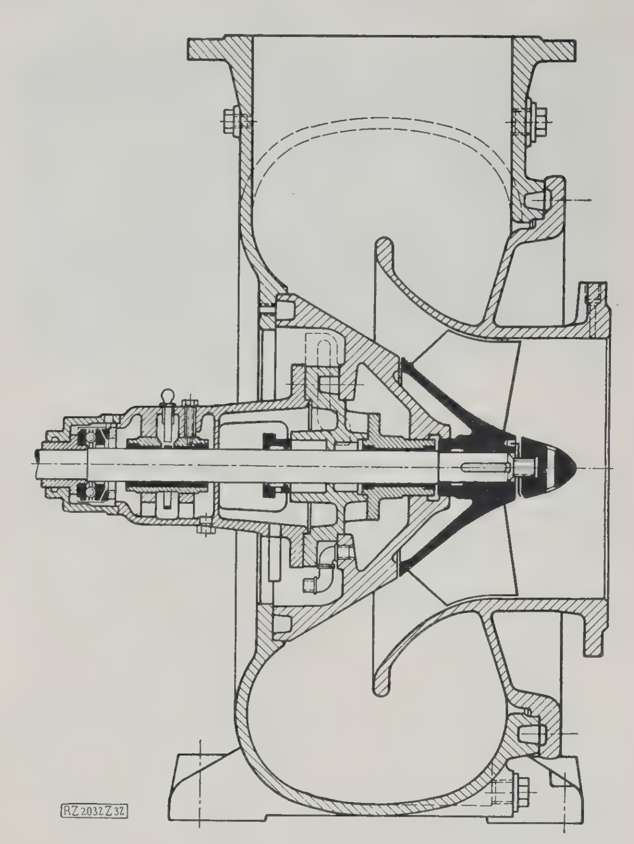


Abb. 32
Schraubenpumpe von Klein, Schanzlin & Becker.

Säurepumpen in vervollkommneter Ausführung baut auch die AMAG-Hilpert-Pegnitzhütte. Die Bauweise zeigt Abb. 35. Der Baustoff der Pumpe besteht, soweit er mit der Säure in Berührung kommt, aus dem Thermisilid von Fried. Krupp, A.-G., Essen, einer Eisen-Silizium-Legierung mit 18 vH Si-Gehalt, bei der ein vollständig gleichmäßiges und dichtes Gefüge erreicht ist. Thermisilid ist zwar schwer zu bearbeiten, aber gegen Schwefel- und Salpetersäure, sowie die meisten organischen Laugen außerordentlich widerstandfähig. Außer der doppeltwirkenden und entlasteten Stopfbüchse ist kein Dichtungsstoff verwendet. Diese Stopfbüchse wird aber auch hier dadurch entlastet, daß die Öffnungen des Laufrades als Axialschaufeln ausgebildet sind. Die Eisenteile sind sorgfältig vor der Berührung mit der Säure geschützt. Die gleiche Firma stellt auch Säurepumpen nebst den zugehörigen Armaturen aus V 2 A-, V 4 A- und V 6 A-Stahl der Firma Krupp her. Der geeignete Werkstoff muß in jedem einzelnen Fall auf Grund besonderer chemischer Untersuchung ausgewählt werden.

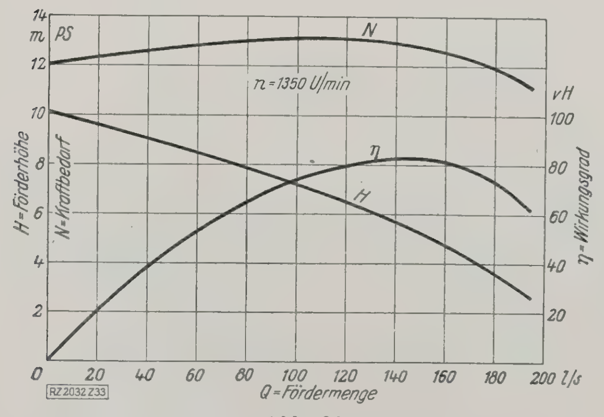


Abb. 33
Kennlinien einer Schraubenpumpe für 250 kW nach Abb. 32.

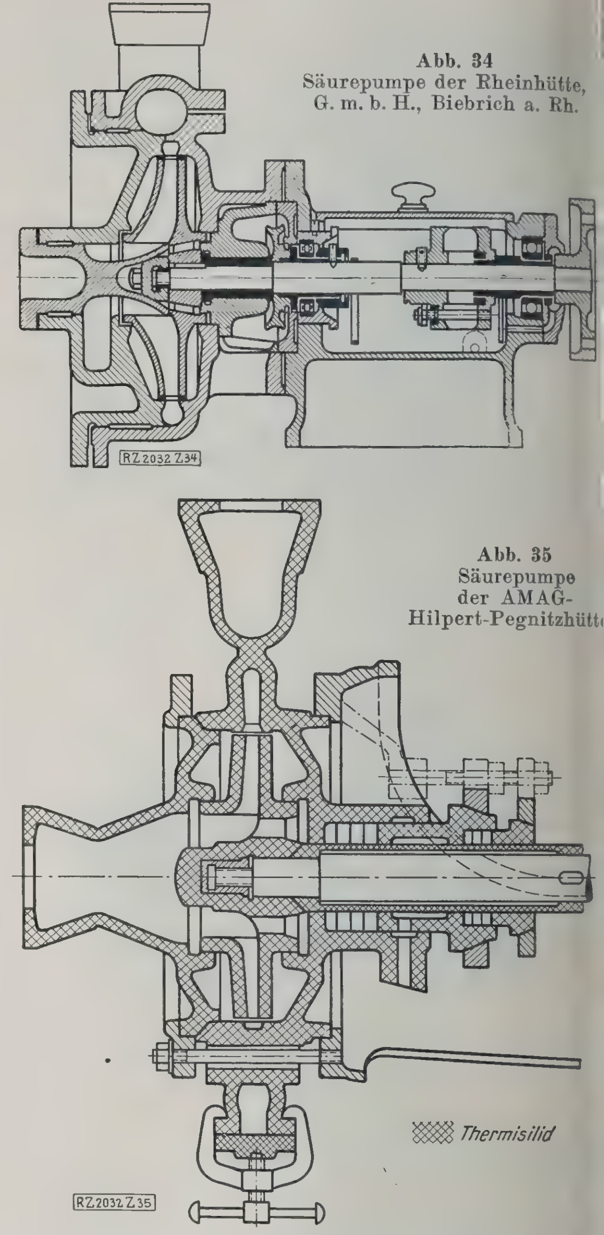


Abb. 34
Säurepumpe der Rheinhütte, G. m. b. H., Biebrich a. Rh.

Abb. 35
Säurepumpe der AMAG-Hilpert-Pegnitzhütte

Der Vollständigkeit halber sollen auch die Pumpen aus Steinzeug (Deutsche Ton- und Steinzeug-Industrie A.-G., Charlottenburg) erwähnt werden, die insofern eine gewisse Bedeutung beanspruchen dürfen, als man heute in der Lage ist, keramische Massen mit fast 7000 kg/cm² Druckfestigkeit[17] herzustellen, diese in Eisenmäntel einzupanzern und Steingut gegen Säure (ausgenommen Flußsäure) fest ist. Ebenso sind auch Metallauskleidungen aus Gummi (Gummiwerk Ernst Kniepert, Löbau i. Sa.) oder Blei im Gebrauch.

Forschung

Neben den bisher besprochenen wissenschaftlichen und baulichen Gesichtspunkten kommt auch der versuchstechnischen Seite gerade bei den Kreiselpumpen eine große Bedeutung zu. Die zweckmäßige Einrichtung des Versuchsstandes und eine wissenschaftlich einwandfreie Durchführung der Versuche sind für die Gewinnung neuer sicherer Erkenntnisse sehr wesentlich. Auch in dieser Beziehung ist im Laufe der letzten Jahre viel geschehen. Auf Anregung des Vereines deutscher Ingenieure haben sich ferner die beteiligten Kreise zur Aufstellung von Regeln für Leistungsversuche an Kreiselpumpen, die auch wichtige, genau umrissene Angaben über die Versuchsanordnung und Durchführung enthalten, entschlossen. Di

[17]) *F. Singer*, Z. Bd. 71 (1927) S. 122, *W. Demuth*, a. a. O. S. 1560.

technische Seite wird zur Zeit weiter verfolgt und be-itet in dem ebenfalls vom Verein deutscher Ingenieure nisierten Hydraulikausschuß und dem Aus-uß für Strömungsmesser, und es ist mit Be-mtheit aus diesen Arbeiten eine Klärung dieser für den tschritt im Kreiselpumpenbau so sehr wichtigen Fragen rwarten.

Der vorstehende Überblick über den gegenwärtigen d des Kreiselpumpenbaues könnte noch in mancher Be-ung vervollständigt werden, aber mit Rücksicht auf den ügbaren Raum mußte eine gewisse Beschränkung statt-en. Der Fortschritt, der sich sowohl im Wirkungsgrad in erhöhter Betriebsicherheit, Bewältigung neuer schwieriger Aufgaben ausdrückt, dürfte aus dem Gesagten deutlich hervorgehen. Er wäre gerade auf diesem Gebiete ohne die wissenschaftliche Vertiefung des Ingenieurs nicht möglich gewesen. Im Hinblick auf die recht zahlreichen wichtigen Fragen, die gerade im Kreiselpumpenbau noch der Lösung harren, ist der beteiligten Industrie zu wünschen, daß sie die Notwendigkeit des Zusammenwirkens von Wissenschaft und Praxis, insbesondere die Notwendigkeit der Verwendung wissenschaftlich hochwertiger Konstrukteure klar erkennt, damit Deutschland auf diesem wichtigen Industriezweig seine führende Stellung gegenüber dem vielfach unter günstigeren Bedingungen arbeitenden Auslande behauptet. [B 2032]

Holztränkung im Bergbau

Das im Bergbau verwendete Holz findet in den feucht-men Wettern unter Tage die für eine lange Standdauer ünstigsten Bedingungen vor. Gerade in Temperaturen schen 20 und 24 ° und bei einem Mindestfeuchtigkeits-alt der Wetter von 70 vH, der besonders in den aus-ienden Wetterstrecken anzutreffen ist, gedeihen die Holz-e am besten. Zur Bekämpfung des schädlichen Pilz-lles des Grubenholzes werden gewöhnlich pilztötende anische oder anorganische Giftstoffe in das Holz ein-ührt[1]).

Entsprechend dem Aufbau des Kiefernholzes, das im gbau am meisten angewendet wird, ist eine Durchträn-g des Holzes im günstigsten Falle nur bis an den n heran möglich. In vielen Fällen werden die Lösun-in axialer Richtung nur wenig eindringen und nur eine inge Splintdurchtränkung ermöglichen. Technisch sind i Tränkverfahren zu unterscheiden: die Tauchträn-g und die Drucktränkung. Bei der Tauchtränkung wird Holz in der gewöhnlich auf etwa 80 ° erwärmten Tränk-ssigkeit längere Zeit untergetaucht; hierbei wird an Stelle z. T. entweichenden Luft Tränkflüssigkeit in das Holz dringen. Die im Holz verbleibende Luft legt sich wie ein ffer um das Innere des Holzes und gestattet nur eine rchtränkung der äußeren Schichten des Holzes. Dieser ne Schutzring wird dann leicht durch Bearbeitung des lzes oder Entstehen von Trockenrissen unterbrochen, so die Pilze frische Angriffsflächen finden.

Diesen Nachteil will man bei den Druckverfahren ver-iden, bei denen man die Widerstände, die durch das rhandensein restlicher Luftmengen im Holz entstehen, rch Anwendung von Druck überwindet. Hierdurch er-cht man gegenüber bloßer Tauchtränkung einen fast ifach höheren Fäulnisschutz. Bei der Verwendung von erölen (mit mindestens 6 vH sauren Bestandteilen, von nen die fäulniswidrige Wirkung hauptsächlich ausgeht) als änkflüssigkeit wird gewöhnlich mit sogenannter Spar-nkung gearbeitet, bei der man das Holz zunächst einem uckluftdruck von 4 at aussetzt, so daß sich die Zellen-ren mit Druckluft füllen. Hierauf wird das Teeröl mit is 8 at in das Holz eingepreßt und nach der Entspannung s nicht aufgenommene und überschüssige Öl durch die uckluft im Innern des Holzes wieder herausgepreßt. Es ssen sich hierdurch 60 vH Teeröl gegenüber der Voll-nkung einsparen. Trotz guter fäulniswidriger Eigen-aften hat das Teeröl jedoch für den Grubenbetrieb ver-iedene Nachteile, u. a. Wetterverschlechterung, Er-hung der Brandgefahr. Im Gegensatz zur Teeröltränkung rd bei der Tränkung mit Salzen das Holz zur Entfernung Luft zunächst einem Unterdruck ausgesetzt und hierauf Salzlösung mit 5 bis 8 at in das Holz getrieben. Hier-rch wird eine vollständige Tränkung des Holzes erreicht, bis auf den Kern vordringt.

Von den wasserlöslichen Tränkmitteln werden im Berg-u angewendet: Kochsalz, Zinkchlorid, Sublimat, Basilit, iolith und Glückauf-Basilit. Bei der Verwendung von chsalz und Zinkchlorid wird mit konzentrierter Lösung tränkt. Trotz des durch den starken osmotischen Druck be-ngten hohen absoluten Hemmungswertes des Kochsalzes t sich wegen der leichten Auslaugbarkeit des Salzes nur ne Verdoppelung der Lebensdauer der Hölzer erreichen. s Zinkchlorid wird in der Hauptsache in den Vereinigten Staaten von Amerika angewendet und ist im Jahre 1925 in einer Menge von 11 800 t zur Holztränkung benutzt worden[2]). Das sehr giftige Sublimat wird in einer Lösung (0,66 vH) zur Tränkung verwendet und hat die größte pilzwidrige Wirkung. Es läßt sich überdies infolge chemischer Bindung an die Holzmasse nur schwer auslaugen[3]). Da das Sublimat sich durch Eisen zersetzt, wird bei gemischtem Ausbau (Holzstempel mit Eisenkappe) der Fäulnisschutz an diesen Stellen schnell verlorengehen und bereits nach kurzer Zeit ein Abfaulen der Stempelköpfe eintreten.

Das aus 89 vH Natriumfluorid und 11 vH Dinitrophenolanilin bestehende Basilit wird in einer Lösung von 2 vH angewendet. Das stark pilzwidrige Dinitrophenolanilin reichert sich infolge chemischer Bindung mit der Holzmasse im äußern Teil an, wodurch von außen angreifende Holzzerstörer abgehalten werden, während das Natriumfluorid bis auf den Kern vordringt und in diesem während der Standdauer des Holzes noch 1 bis 2 mm hineinzudiffundieren vermag. Das Ostro-Verfahren will durch eine punktweise Stichimpfung das pilztötende Dinitrophenol möglichst bis zum Kern im Holz verteilen und durch anschließende Behandlung mit Teeröl eine Splinttränkung erreichen. Das ebenfalls in einer Lösung von 2 vH zur Verwendung kommende Triolith enthält neben 85 vH Fluornatrium und 10 vH Dinitrophenol noch 5 vH Natriumbichromat, während das Glückauf-Basilit aus 15 vH Triolith und 85 vH Kochsalz besteht; letztes soll die Entflammbarkeit des Holzes herabsetzen.

Bei dem Velo- und dem Torkret-Verfahren wird das Holz mit einer 1 bis 2 mm starken Zementschicht umgeben, die ein Eindringen von Holzzerstörern in das Holz verhüten sollen. Bei dem Velo-Verfahren wird der Zement überdies mit konzentrierter Kochsalzlösung angerührt. Dieses Salz dringt jedoch nur sehr wenig in das Holz ein und ist daher von sehr geringer fäulniswidriger Wirkung. Durch das Abplatzen des spröden Zementüberzuges im rauhen Grubenbetriebe wie auch durch die Luftdurchlässigkeit des porösen Zementes dürfte im Grubenbetrieb ein Schutz des Holzes nach diesem Verfahren nicht zu erreichen sein. Außerdem vermindern die Verfahren die Festigkeit der Hölzer um etwa 13 vH.

Die übrigen Verfahren, die Salze zur Tränkung verwenden, führen nur eine unwesentliche Festigkeitsverminderung des Holzes herbei, während sich bei der Teeröltränkung sogar eine Erhöhung der Holzfestigkeit um etwa 10 vH ergibt; allerdings wird bei diesem Verfahren das Warnvermögen des Holzes vernichtet. Der Fäulnisschutz erstreckt sich bei Anwendung von Teeröl und Sublimat auf etwa zehn Jahre, von Basilit und Triolith auf mindestens zwanzig Jahre. Die Wirtschaftlichkeit einer Tränkung des Holzes ist gegeben, wenn man bei nicht zu hohem Gebirgsdruck mit einer Standdauer des Holzes von mindestens vier Jahren rechnen kann[4]). [N 2311] *Pr.*

[1]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 335 und 415; Bd. 68 (1924) S. 1273; Bd. 69 25) S. 375.

[2]) „Coal Age" Bd. 31 (1927) S. 298.
[3]) „Glückauf" Bd. 64 (1928) S. 1477.
[4]) „Coal Age" Bd. 33 (1928) S. 682.

Berichtigung

Neuerungen im Landmaschinenbau

In dem Aufsatz von Prof. *Holldack* in Z. Bd. 73 (1929) Nr. 4 muß es in der Unterschrift zu Abb. 13 S. 113 statt „60 m² Beregnungsfläche" **60 × 60 = 3600 m²** heißen. [N 2549]

Die praktische Bedeutung der Raumgetriebe

Von Prof. Dr.-Ing. H. ALT, Dresden

Vorgetragen am 24. September 1928 bei der Tagung für Getriebelehre in Dresden

Es wird ein Weg angegeben, um die für die Praxis wichtigen Raumgetriebe zu ordnen und die einfachsten Arten der Raumgetriebe aufzustellen. — Raumgetriebe von drei und vier Gliedern. — Die Analyse der Raumgetriebe ist bereits ausgebildet, aber auch die Synthese der Raumgetriebe erfordert wegen ihrer großen Bedeutung für die Aufgaben der Praxis eine entsprechende Bearbeitung und Entwicklung.

Zur Umformung von Bewegungen verwendet man in der Praxis fast ausschließlich e b e n e Getriebe, d. h. Getriebe, bei denen die Bahnen sämtlicher Punkte in Ebenen liegen, die einander parallel sind. Die ebenen Getriebe sind hinsichtlich ihrer Analyse, d. h. der Untersuchung der bei ihnen auftretenden Bewegungen, seit langer Zeit so gut wie erschöpfend behandelt worden, aber auch ihre Synthese hat man in nahezu allen für die Praxis wichtigen Fällen zu Lösungen geführt.

Von der Praxis wird häufig gefordert, Raumgetriebe statt der ebenen Getriebe zu verwenden, und zwar in denjenigen Fällen, in denen von der in der Regel gegebenen Drehbewegung einer Antriebswelle die Bewegung eines Gliedes abgeleitet werden soll; die Punkte dieses Gliedes sollen Bahnen beschreiben, die nicht mehr in Ebenen liegen, die zur Antriebwelle senkrecht stehen. Man kann zwei Gruppen von Raumgetrieben unterscheiden. Bei der einen führt jedes Glied des Getriebes eine komplane Bewegung aus, d. h. die Bahnen aller Punkte des Gliedes liegen in Ebenen, die einander parallel sind. Aber diese Bewegungsebenen der einzelnen Glieder sind einander nicht parallel, sondern unter bestimmten Winkeln gegeneinander geneigt. Diese Raumgetriebe, die ich als u n e i g e n t l i c h e Raumgetriebe bezeichnen will, bieten dem Konstrukteur den Vorteil, daß er jedes Glied in seiner Ebene und ferner das ganze Getriebe aufzeichnen kann, indem er je zwei Punkte sowie die Neigungswinkel der Ebenen der einzelnen Glieder gegen die zur Antriebwelle senkrechte Ebene angibt. Der Konstrukteur hat also die Möglichkeit, von den uneigentlichen Raumgetrieben Werkstattzeichnungen nahezu ebenso einfach und übersichtlich herzustellen, wie bei den ebenen Getrieben.

Wie schon erwähnt, kommt man mit den uneigentlichen Raumgetrieben in denjenigen Fällen aus, in denen jedes Glied des Getriebes eine ebene (komplane) Bewegung vollzieht. Wenn aber verlangt wird, daß ein oder mehrere Glieder nicht mehr komplane, sondern räumliche Bewegungen ausführen, erhalten wir Getriebe, die ich als e i g e n t l i c h e oder a l l g e m e i n e Raumgetriebe oder Raumgetriebe schlechthin bezeichnen will. Die u n e i g e n t l i c h e n Raumgetriebe stellen Sonderfälle der e i g e n t l i c h e n Raumgetriebe dar, ebenso sind die ebenen Getriebe als Sonderfälle der uneigentlichen Raumgetriebe anzusprechen. Die folgenden Darlegungen beziehen sich auf die allgemeinen Raumgetriebe.

Das Schraubenpaar

Bei der Behandlung der Raumgetriebe ist es für die in der Praxis auftretenden Aufgaben ausreichend, als Verbindungen der einzelnen Glieder nur n i e d e r e. keine höheren Elementenpaare vorzusehen. Bei Raumgetrieben ist das allgemeinste niedere Elementenpaar das Schraubenpaar, aus dem sich das Drehgelenk (das Drehkörperpaar) ergibt, indem man den Steigungswinkel der Schraube gleich null setzt. Nimmt man dagegen die Steigung der Schrau unendlich groß an, so erhält man das Prismenpaar. D Schraubenpaar ist ein zwangläufiges Elementenpaar, u daher ist auch die Relativbewegung zweier durch e Schraubenpaar verbundener Körper (Getriebeglied gegeneinander zwangläufig, besitzt also den Freihei grad $f = 1$. Bei den folgenden Untersuchungen benut ich die Gedankengänge von *Grübler*[1]).

Ein Körper K_0, Abb. 1, sei mit einem Körper durch ein Schraubenpaar S_1 verbunden. Die Relativbew gung von K_1 gegen K_0 hat daher den Freiheitsgrad 1. Ve bindet man mit K_1 durch ein Schraubenpaar S_2 einen Kö per K_2, so hat dessen Bewegung gegen K_1 den Freihei grad 1, aber gegen K_0 den Freiheitsgrad 2. Die Relat bewegung von K_2 gegen K_0 ist also nicht mehr zwan läufig. Mit K_2 soll durch das Schraubenpaar S_3 e weiterer Körper K_3, Abb. 2, verbunden werden, dess Relativbewegung gegen K_0 nunmehr den Freiheitsgrad besitzt. Verbindet man weiterhin mit K_3 durch d Schraubenpaar S_4 einen Körper K_4, dann mit K_4 dur

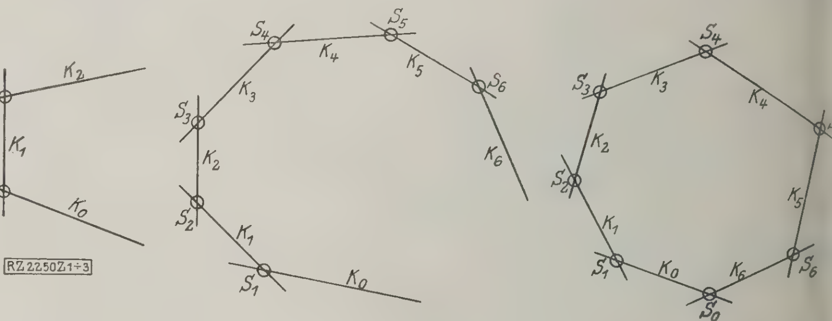


Abb. 1 Räumliche kinematische Kette mit 3 Gliedern und 2 Schraubenpaaren.

Abb. 2 Räumliche kinematische Kette mit 7 Gliedern und 6 Schraubenpaaren.

Abb. 3 Zwangläufige räumliche kinematische Kette mit 7 Gliedern und 7 Schraubenpaaren.

das Schraubenpaar S_5 einen Körper K_5 und schließlich m K_5 durch das Schraubenpaar S_6 einen Körper K_6, so h dieser gegen den Körper K_0 den Freiheitsgrad 6. Wen ein Körper gegen einen anderen den Freiheitsgrad 6 ha so ist er vollkommen frei beweglich, unterliegt also kein Bewegungsbeschränkung. Daher ist der Körper K_6, Abb. gegen K_0 vollkommen frei beweglich, er kann also gege K_6 in jede beliebige Lage gebracht werden. Über die B wegung von K_6 gegen K_0 kann man also noch beliebig ve fügen, insbesondere kann man dem Körper K_6 gegen K eine beliebige zwangläufige Bewegung erteilen, indem ma K_6 und K_0 durch ein Schraubenpaar S_0 miteinander ve bindet, Abb. 3. Hierdurch erhält man eine geschlosser räumliche Kette von $n = 7$ Gliedern und $s = 7$ Schraube paaren. Die Bewegung der Glieder K_1 bis K_6 dieser Kett gegen das Glied K_0 ist zwangläufig. Daraus folgt, da gegen irgendeines der sieben Glieder die Relativbewegun der sechs übrigen und daher die ganze kinematische Kett zwangläufig ist. Dabei ist vorausgesetzt, daß die siebe Schraubenpaare beliebig im Raum gelegene Achsen und be liebige Steigungen besitzen. Wenn zwischen den Lage der Schraubenachsen oder zwischen den Steigungen be sondere Bedingungen bestehen, z. B. derart, daß einige de sieben Schraubenachsen einander in einem Punkte schne den, so treten Abweichungen auf, die eine besondere, übe den Rahmen dieser Arbeit hinausgehende Untersuchun erfordern.

Wie *Grübler*[2]) allgemein nachgewiesen hat, läßt sic die Bedingung des Zwanglaufs der räumlichen kinema

[1]) Vergl. *M. Grübler*, Das Kriterium der Zwangläufigkeit de Schraubenketten, Berlin 1 16, S. 124 bis 133.
[2]) Vergl. *M. Grübler*, a. a. O., S. 125.

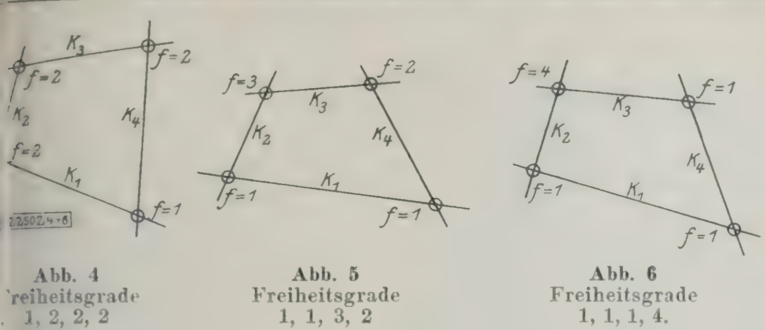


Abb. 4
…reiheitsgrade
… 1, 2, 2, 2

Abb. 5
Freiheitsgrade
1, 1, 3, 2

Abb. 6
Freiheitsgrade
1, 1, 1, 4.

Abb. 4 bis 6
Zwangläufige räumliche kinematische Ketten mit 4 Gliedern und 4 Elementenpaaren.

…en Ketten und daher der Raumgetriebe in der Form …eiben

$$5s - 6n + 7 = 0.$$

… den bereits behandelten Fall der einfachsten räum…n kinematischen Kette, die $s = 7$ Schraubenpaare und …7 Glieder besitzt, erkennt man sofort die Richtigkeit …angegebenen Beziehung. Diese liefert nun die sämt…n überhaupt möglichen zwangläufigen räumlichen …matischen Ketten, die sich aus der folgenden Übersicht …ben:

…der Glieder . . . . . s	7	12	17	22	. . .	$5i+2$	. . .
„ Schraubenpaare . n	7	13	19	25	. . .	$6i+1$	. . .

$i = 1, 2, 3, \ldots$

… die praktischen Anwendungen kommt in der Haupt…e nur die räumliche kinematische Kette mit geringster …derzahl, d. h. für $n = 7$ und $s = 7$, in Betracht.

Läßt man in Abb. 3 die Entfernung zweier aufeinander …nder Schraubenpaare, z. B. S_3 und S_4, zu Null wer… so verschwindet das Glied K_3 als selbständiges Glied … das Elementenpaar S_{34}, in dem die beiden Schrauben…e S_3 und S_4 vereinigt sind, muß die Beweglichkeit …r Schraubenpaare zusammengenommen aufweisen, … den Freiheitsgrad 2 besitzen, wenn der Zwanglauf er…n bleiben soll. Wir erhalten auf diese Weise also … räumliche kinematische Kette, die nicht mehr sieben, …lern nur noch sechs Glieder und ebenso nur sechs Ele…tenpaare besitzt. Von diesen hat aber eines den Frei…sgrad 2. Hieraus folgt, daß wir die Gliederzahl der …nlichen kinematischen Kette vermindern können, daß …i aber die Summe der Freiheitsgrade aller Elementen…re unverändert gleich sieben bleiben muß.

…Elementenpaare mit Freiheitsgrad größer als 1

Für die praktischen Anwendungen sind diejenigen …mlichen kinematischen Ketten am wichtigsten, deren …derzahl möglichst klein ist. Daher ist es erforderlich, … untersuchen, welche Ketten sich durch Verminderung … Gliederzahl ergeben und wie weit man mit der Ver…derung der Gliederzahl gehen kann. Bevor ich diese …rachtungen weiterführe, will ich zunächst auf die Ele…tenpaare eingehen, deren Freiheitsgrad größer als 1 … Die Elementenpaare, die zwangläufig sind, also den …iheitsgrad 1 haben, sind, wie bereits angegeben wurde, … Schraubenpaar und seine Sonderfälle. Soll ein Elementenpaar den Freiheitsgrad 2 haben, so sind folgende drei Fälle möglich:

1. zwei Drehungen: Kreuzgelenk;
2. eine Drehung und eine Schiebung;
3. zwei Schiebungen: Kreuzschieber.

Beim Freiheitsgrad 3 treten folgende Möglichkeiten auf:

4. drei Drehungen: Kugelgelenk oder kardanisches Gelenk;
5. zwei Drehungen und eine Schiebung: Kreuzgelenk in einer Hülse verschiebbar;
6. eine Drehung und zwei Schiebungen: Kreuzschieber mit einfachem Gelenk;
7. drei Schiebungen: dreifach. Schieber.

Beim Freiheitsgrad 4:

8. drei Drehungen und eine Schiebung: Kugelgelenk, das längs einer Geraden geführt ist;
9. zwei Drehungen und zwei Schiebungen: Kreuzgelenk und Kreuzschieber;
10. eine Drehung und drei Schiebungen: dreifacher Schieber mit einfachem Gelenk.

Und beim Freiheitsgrad 5:

11. drei Drehungen und zwei Schiebungen: Kugelgelenk mit Kreuzschieber;
12. zwei Drehungen und drei Schiebungen: Kreuzgelenk mit dreifachem Schieber.

Berühren sich zwei Körper in einer Ebene, so hat ihre Relativbewegung den Freiheitsgrad 3, da eine Drehung um eine Achse senkrecht zur Berührungsebene und zwei Schiebungen in Richtung dieser Ebene möglich sind. Wenn dagegen die beiden Körper mit Flächen ausgestattet sind, zwischen denen in jedem Augenblick die Berührung in einem Punkt erfolgt, so hat die Relativbewegung zwischen den beiden Körpern den Freiheitsgrad 5, da drei Drehungen um Achsen durch den Berührungspunkt und zwei Schiebungen in der Tangentialebene der beiden Flächen möglich sind. Welche von den eben angegebenen zwölf Möglichkeiten sich praktisch am besten verwirklichen lassen und wie die entsprechenden Elementenpaare konstruktiv auszubilden sind, soll hier nicht untersucht werden.

Räumliche kinematische Ketten

Die räumlichen kinematischen Ketten, d. h. die Arten der Raumgetriebe, mit vier Gliedern sind in den Abbildungen 4 bis 6 angegeben. In Abb. 4 hat nur eines der vier Elementenpaare den Freiheitsgrad 1, ist also zwangläufig, während die drei übrigen den Freiheitsgrad 2 aufweisen. Bei der kinematischen Kette nach Abb. 5 sind zwei Elementenpaare zwangläufig, die beiden anderen haben den Freiheitsgrad 2 bzw. 3. Man wird hier zweckmäßig das Glied K_1, das die beiden zwangläufigen Elementenpaare trägt, als ruhendes Glied (Gestell) und das Glied K_2 als treibendes Glied benutzen und das zwangläufige Elementenpaar K_2/K_1, das allgemein ein Schraubenpaar sein könnte, als Drehkörperpaar (Gelenk) ausbilden. In den Abbildungen 7 bis 10 sind die räumlichen kinematischen Ketten mit nur drei Gliedern angegeben. Abb. 11 zeigt das Modell eines Getriebes nach Abb. 10, das mir von Geheimrat Prof. Dr. *Grübler* zur Verfügung gestellt wurde. Am Gestell K_1 ist im Elementenpaar E_{12}, das den Freiheitsgrad 2 besitzt, das Glied K_2 gelagert, das sich gegen K_1 um eine feste Achse drehen und längs dieser Achse verschieben kann. Das Glied K_3, das mit dem Gestell K_1 durch ein kardanisches Gelenk E_{13} (Freiheitsgrad 3) verbunden ist, vollzieht gegen K_1 eine sphärische Bewegung. Schließlich sind die Glieder K_2 und K_3 miteinander durch das Elementenpaar E_{23} (Freiheitsgrad 2) verbunden, das von derselben Art ist wie

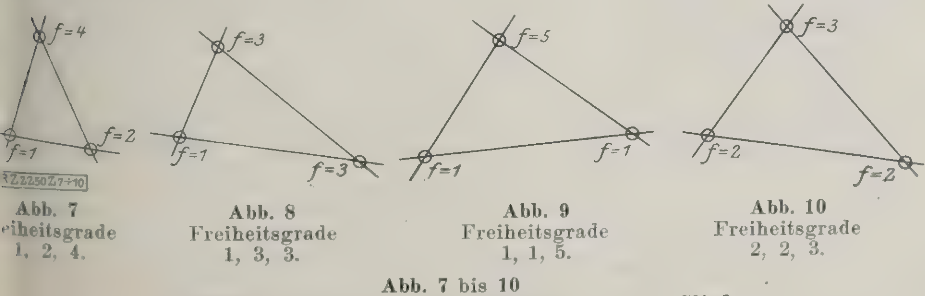


Abb. 7
…eiheitsgrade
1, 2, 4.

Abb. 8
Freiheitsgrade
1, 3, 3.

Abb. 9
Freiheitsgrade
1, 1, 5.

Abb. 10
Freiheitsgrade
2, 2, 3.

Abb. 7 bis 10
Zwangläufige räumliche kinematische Ketten mit 3 Gliedern und 3 Elementenpaaren.

das Elementenpaar E_{12}, also eine Drehung um eine Achse und eine Schiebung längs dieser Achse gestattet. In Abb. 11 ist deutlich zu erkennen, daß es in einfacher Weise möglich ist, durch ein Raumgetriebe, das nur zwei bewegliche Glieder besitzt, bestimmte räumliche Bewegungen zu verwirklichen. Die Weiterentwicklung der Lehre von den Raumgetrieben ist daher für die praktischen Anwendungen von großer Bedeutung.

Die Behandlung der räumlichen Getriebe wird durch die Schwierigkeiten der graphischen Darstellung sehr behindert. Durch *Federhofer*[3]), der das von *B. Mayor* und *R. v. Mises* entwickelte Abbildungsverfahren auf die räumlichen Getriebe angewendet hat, sind die genannten Schwierigkeiten im wesentlichen behoben worden. Durch die von *Federhofer* angegebenen graphischen Verfahren gelingt es, die Analyse der Raumgetriebe, d. h. die Untersuchung der bei ihnen auftretenden Bewegungen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen zu behandeln. Zweifellos bilden die Untersuchungen von *Federhofer* z gleich einen wesentlichen Beitr zur Entwicklung einer Synthe der Raumgetriebe, d. h. zur I handlung der Aufgabe, die A messungen und die Gestalt d Glieder eines Raumgetriebes za lenmäßig derart zu ermitteln, d bestimmte, vorgeschriebene Bed gungen erfüllt werden.

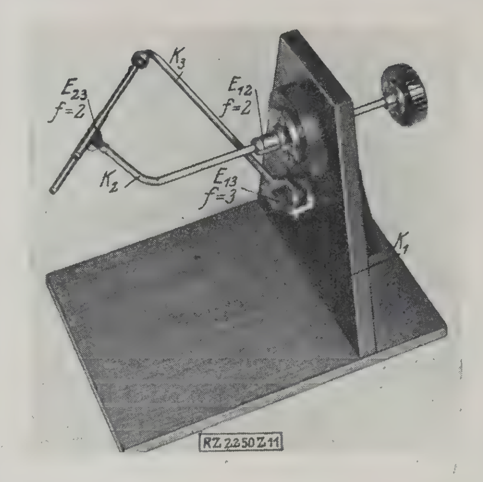


Abb. 11. Modell eines räumlichen Getriebes mit drei Gliedern nach Abb. 10.

K_1 Gestell K_2, K_3 Getriebeglieder
E_{12}, E_{13}, E_{23} Elementenpaare *f* Freiheitsgrad

Wenn wir imstande sein w den, diese Grundaufgabe der S these zu praktisch brauchbar Lösungen zu führen, dann werd die Raumgetriebe bei der K struktion von Getriebemaschin in umfassender Weise benu werden können. Während m jetzt beim Bau von Getriebemasc nen die häufig geforderten räu lichen Bewegungen meist nicht a ders als durch Zusammensetz ebener Bewegungen, d. h. mit Hi mehrerer ebener Getriebe verwi lichen kann, wird man bei Verwendung räumlich Getriebe einfachere und billigere Konstruktionen erh ten. Jedenfalls wird es einen wesentlichen technisch Fortschritt bedeuten, wenn der Konstrukteur befähi wird, außer den ebenen Getrieben auch die Raumgetrie zu verwenden und planmäßig für bestimmte vorgeschr bene Bedingungen zu konstruieren. [B 2250]



[3]) Vergl. *K. Federhofer*, Graphische Kinematik und Kinetostatik des starren räumlichen Systems, Wien 1928.

Neuerungen im Bau von Elektrohängebahnen

In neuester Zeit ist man dazu übergegangen, die Bahnen mit festen Zungenweichen zu versehen. Diese Weichen sind nur bei Unterflanschfahrt der Laufkatze möglich, und zwar muß der Unterflansch des I-Trägers, wenn man eine vollkommen wagerechte Lauffläche erreichen will, beiderseits mit Flachstahlschienen belegt werden, deren untere Begrenzung sich der Neigung des Trägerflansches anpaßt. Oberflanschfahrt der Laufkatze ist bei dieser Bauart nicht möglich. Sie scheidet also in allen den Fällen aus, wo Oberflanschfahrt mit Rücksicht auf fahrbare Brücken, die durch sogenannte Schleppzungenweichen mit festen Fahrbahnen in Verbindung stehen, unbedingt erforderlich ist. In diesem Falle müssen nach wie vor die bisher üblichen Ausführungen verwendet werden.

Die feststehende Zungenweiche[1]) der ATG, Allgemeinen Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H. in Leipzig, Abb. 1 bis 3, braucht nicht gestellt zu werden. Da sie keine beweglichen Teile hat, so sind auch keine Sicherheitsvorrichtungen zur Verhütung von Unfällen mehr erforderlich. Sie werden bei Laufkatzen mit Führerbegleitung angewendet und erfordern eine Sonderausführung mit lenkbarem Fahrwerk. Zum Lenken der Katze dient eine a Fahrwerk angebrachte Leitrolle *a*, die vom Führer dur Seilzug gehoben und gesenkt werden kann. Bei gesenkt Rolle behält die Laufkatze in der Weiche ihre Fahrtrichtu bei, fährt also geradeaus, durch die gehobene Rolle wird s in die Abzweigung abgelenkt. Die Weiche, ein einhe licher Stahlgußkörper, hat zu diesem Zweck eine a gegossene gebogene Führungsleiste *b*, in der die eingerück Leitrolle entlangläuft. Dabei dreht sie das Fahrwerk a der geraden Fahrtrichtung in die Richtung des abzweige den Stranges. Bei Laufkatzen mit zwei Fahrwerken len die Leitrolle *a* nur das vorausfahrende Fahrwerk a während das zweite durch den sich in der Krümmung schrä stellenden Windenrahmen mittels einstellbaren Anschlag selbsttätig in die Krümmung eingelenkt wird.

Feste Weichen und lenkbare Katzen ermöglichen ein freizügigen Förderbetrieb auf verzweigten Bahnen; denn gibt an den Weichen keine Bedienung und auch keine Fah unterbrechungen. Besondere Vorteile bieten die beschri benen Weichen bei dauernd wechselnden Fahrwegen, w sie z. B. beim Stückgutumschlag in Lagerhäusern vorko men, wo die ankommenden Güter zwecks Sortierung na Herkunft- oder Bestimmungsort, Art und Beschaffenh getrennt gestapelt werden müssen. [M 2125]

M. Freyberg



[1]) DRP Nr. 351 018 u. 338 870.

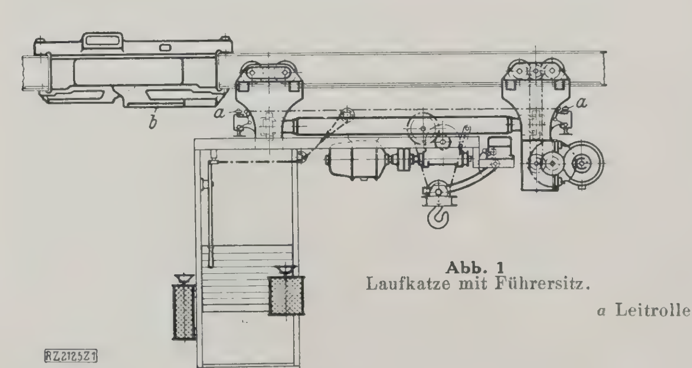


Abb. 1
Laufkatze mit Führersitz.

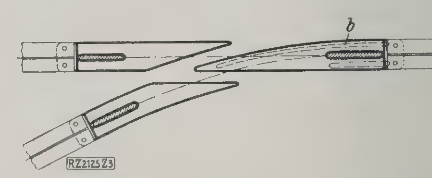


Abb. 2
Grundriß der Weiche.

Abb. 3 (rechts)
Führungsleiste.

a Leitrolle *b* Führungsleiste

Hafenverladung der Zeche „Fürst Hardenberg“
der Vereinigten Stahlwerke A.-G. bei Dortmund

Von Maschinendirektor Regierungsbaumeister a. D. P. SCHÖNFELD, Dortmund

Neue Einrichtungen für den Kohlenumschlag. Größe und Bauart von Klappkübeln für den Umschlag von Eisenbahnwagen in Kanalschiffe. Verladebrücke mit geradliniger Verladung (kein Drehkran), mit feststehendem Windwerk neuer Art und Drehstrom-Reihenschlußmotoren. Sichere und schnelle Bewegung der Lasten mit einfachsten Handgriffen. Kranbahn, Uferwand und schlitzloser Schleifleitungskanal sind mit Rücksicht auf Bodensenkungen neuartig ausgebildet.

ie Zeche „Fürst Hardenberg“ grenzt mit ihren Tages- anlagen an den Stichkanal Herne – Dortmund und an i im Eigentum der Stadt Dortmund befindliches Hafen- ken. Dieser Stichkanal ist für 600 t-Schiffe erbaut, so ein Großverkehr sich bisher noch nicht entwickeln nte, zumal von Dortmund bis Ruhrort sieben Schleusen das Hebewerk bei Henrichenburg überwunden werden ssen. Der Verkehr in der Richtung Münster – Emden aber beschränkt, weil der so oft schon erstrebte Hansa- ial, die Verbindung mit den Hansestädten, noch nicht iggestellt ist. Trotzdem legte man Wert auf eine gute ladeanlage, die auch gesteigerten Anforderungen in der kunft gerecht wird.

In erster Linie sollten Kohlen der Zeche „Fürst rdenberg“ auf dem Wasserwege ihrer Bestimmung efühlt werden, aber es war auch vorgesehen, Gruben- z u. dergl. durch Schiffe für den Bedarf der Zeche beziehen.

Klappkübel für Kohlenumschlag

Daß nur die in den Häfen des westlichen Kohlen- iers so vielfach bewährten Klappkübel zur Verladung Kohlen in Frage kommen konnten, stand fest, und es r zu prüfen, welche Form und Größe die Kübel erhalten lten. Nach Besichtigung verschiedener Häfen wurde die

Die Größe der Kübel festzulegen, war Gegenstand besonderer Erwägungen, da leider auf diesem Gebiet in früheren Jahren keine Normen geschaffen waren, so daß Kübel zwischen 6 und 15 m³ Inhalt in den verschiedensten Bauformen in den Häfen des Ruhrgebietes üblich sind. Weil die verfügbare Uferlänge nur sehr kurz ist, strebte man nach höchster Leistungsfähigkeit, auch um kurze Löschzeiten und die damit verbundenen Frachtnachlässe zu erreichen. Man war versucht, deshalb Kübel von 15 m³ Inhalt zu wählen.

Bei diesen Kübeln wurden aber folgende verschiedene Nachteile beobachtet. Ihre Bauhöhe ist so groß, daß beim Füllen infolge der Sturzhöhe eine starke Zerkleinerung weicher Kohle unvermeidlich ist. Die Verladebänder der Zeche können nicht in die Kübel bis auf deren Grund hinabgelassen werden, weil die üblichen Abmessungen der Verladebänder zu groß sind. Ferner läßt sich ein Kübel größten Inhalts gegebenenfalls nicht zwischen die Spanten bis auf den Boden eines kleineren Schiffes hinabsenken, so daß auch in diesem Fall wieder weiche Kohle stark zerkleinert werden würde. Schließlich wurde beobachtet, daß die schwersten Kübel schwieriger zu steuern sind als leichtere und daß sie bei starkem Pendeln und Anstoßen u. U. größeren Schaden anrichten. Gewählt wurden schließlich Kübel von 12,5 m³ Inhalt mit 1800 kg Eigengewicht.

Abb. 1 und 2
Klappkübel von je 12,5 m³ Inhalt. Stirnbleche 6 mm, Mantelbleche 7 mm dick, Eigengewicht 1800 kg.

auart der Waggonfabrik Uerdingen, Abb. 1 und 2, gewählt. Die geschweißten Kübel aus gepreßtem Blech haben eine scharfen Ecken und Vorsprünge mehr, an denen sich e Kohlen früher festsetzten. Steifigkeit und Festigkeit nd verbessert, das Eigengewicht ist vermindert. Zwei übel stehen auf einem normalspurigen Untergestell und nd so ausgebildet, daß sie voneinander nur einen geringen bstand haben. Infolgedessen kann nur wenig Kohle beim üllen der Kübel zwischen die Gleise fallen. Jeder Kübel ird durch vier warzenartige Wulste an seiner Unterseite uf dem Eisenbahn-Untergestell allseitig so festgehalten, aß ein Verrücken im Verschiebedienst verhindert und ester Schluß gesichert ist. Die Eisenbahn-Untergestelle, eliefert von der Firma Siegener Eisenbahnbedarf A.-G. in iegen, haben keine wesentlichen konstruktiven Besonerheiten. Es sei nur erwähnt, daß in der Mitte eine inne mit Abflußrohr vorgesehen ist, um das von der aschkohle sich trennende, zuweilen salzhaltige Wasser nter möglichster Schonung des Fahrzeuges zum Boden u leiten.

Die Verladebrücke

Da der Wunsch bestand, mit dem zu wählenden Kran auch den anstoßenden Lagerplatz bestreichen zu können, plante man zunächst einen Drehkran auf Portal über den Gleisen, der, mit Fahrwerk ausgestattet, auf eine größere, den Lagerplatz überspannende fahrbare Brücke, verfahren werden kann, Abb. 3. Von dieser Konstruktion wurde aber Abstand genommen in der Erkenntnis, daß ein fahrbarer Drehkran auf hohem Portale schwieriger mit der gewünschten Geschwindigkeit und Genauigkeit gesteuert werden kann. Auch wurde bei Nebel festgestellt, daß von einem so hoch gelegenen Führerstande aus die Beobachtung des Schiffes sehr schwierig wird. Ein einfacher, zu ebener Erde laufender Drehkran ist wesentlich wendiger, zumal bei kleinem Kübelinhalt, hat aber nur einen begrenzten Bestreichungshalbmesser und wurde ausgeschieden, weil der kurzen Uferlänge halber mehrere Aufstellgleise vorgesehen werden mußten.

Daher kam nur ein feststehender Drehkran auf fahrbarem Portal nach Abb. 4 oder ein Verlader nach Abb. 5 in Frage. Gewählt wurde der Verlader, dessen Ausleger zwei Kähne überspannt. Abb. 6 zeigt die von der Demag A.-G. Duisburg, gebaute Anlage nach ihrer Fertigstellung. Von einem Drehkran ist Abstand genommen worden, weil beim Abbremsen des Schwenkens bei größerer Ausladung ganz gewaltige Kräfte wirksam werden, die Beschädigungen herbeiführen können. Auch wurde angenommen, daß ein in gerader Richtung bewegter Kübel leichter genau an den Bestimmungsplatz,

sei es Schiff, sei es Eisenbahnwagen, gebracht werden kann als ein geschwenkter Kübel. Diese Annahme hat sich nach der Ausführung in vollem Umfang bestätigt. Es mag aber auch der Umstand, daß sämtliche Getriebelager als Wälzlager ausgebildet wurden, zu diesem Erfolge beigetragen haben. Bei Gleitlagern muß beim Anfahren jeweils die Reibung der Ruhe überwunden werden, die sofort nach Beginn der Bewegung etwa auf die Hälfte sinkt, und umgekehrt, so daß ein genaues Fahren viel schwieriger wird, als wenn die Reibung gleich bleibt, wie das bei Wälzlagern annähernd der Fall ist.

Eine fahrbare Katze mit Führerstand und Windwerk ist vermieden worden, weil durch deren Gewicht der wasserseitige Ausladearm von 19,37 m unverhältnismäßig schwer geworden wäre und außerdem das Gewicht der Katze mit sämtlichen Motoren bei jeder Bewegung hätte beschleunigt oder verzögert werden müssen. Man wählte feststehende Windwerke und ordnete sie auf der dem Lande zugekehrten Seite des Verladers an, während der Kübel nur mit einigen Laufrollenträgern den Weg über den Untergurt des Verladers zurückzulegen hat. Auf diese Weise wird die Stütze auf der Wasserseite etwas entlastet; sie ist als Pendelstütze ausgebildet, die andre Stütze ist fest. Der geringere Raddruck auf der Wasserseite entlastet die Ufermauer.

Der Führerstand ist, mit reichlich großen Fenstern und einer elektrischen Heizeinrichtung für die kalten Zeiten ausgestattet, vor der dem Wasser zugekehrten Stütze des Verladers angeordnet, also ungefähr in der Mitte zwischen vier Gleisen und dem etwa vorfahrenden zweiten Kahn; er gewährt gute Beobachtung des Kübels in allen Stellungen.

Das Windwerk ist, gemeinsam mit dem Katzfahrwerk, in einem feststehenden Maschinenhaus am Brückenende an der Landseite untergebracht. Es ist entsprechend den Anforderungen des Klappkübelbetriebes genau wie ein Greiferwindwerk mit zwei Trommeln ausgerüstet. Jeder Bewegungsart ist ein besonderer Motor zugeordnet; es ist also ein Motor für Heben und Senken, der andre für Öffnen und Schließen des Kübels bestimmt. Die Trommeln und die beiden Motoren sind über ein Differentialgetriebe[1]) derart miteinander verbunden, daß der für die gesamte Hubleistung bemessene Hubmotor immer beide Trommeln antreibt, während der etwa halb so starke Schließmotor nur die Schließtrommel antreiben kann. Laufen beide Motoren gleichzeitig, so überlagern sich die Trommelbewegungen. Man kann also während des Hebens und Senkens den Kübel öffnen und schließen. Zur Steuerung dienen lediglich die Fahrschalter der beiden Motoren, durch die auch die Magnetbremsen in der üblichen Weise betätigt werden. Eine Entleerbremse und elektrische oder mechanische Kupplungen zwischen den beiden Trommeln sind nicht vorhanden. Die vier Seile laufen von den Trommeln aus über vier Rollen in der Laufkatze und tragen an ihren Enden das Drehkreuz, das zum Aufnehmen der Klappkübel bestimmt ist.

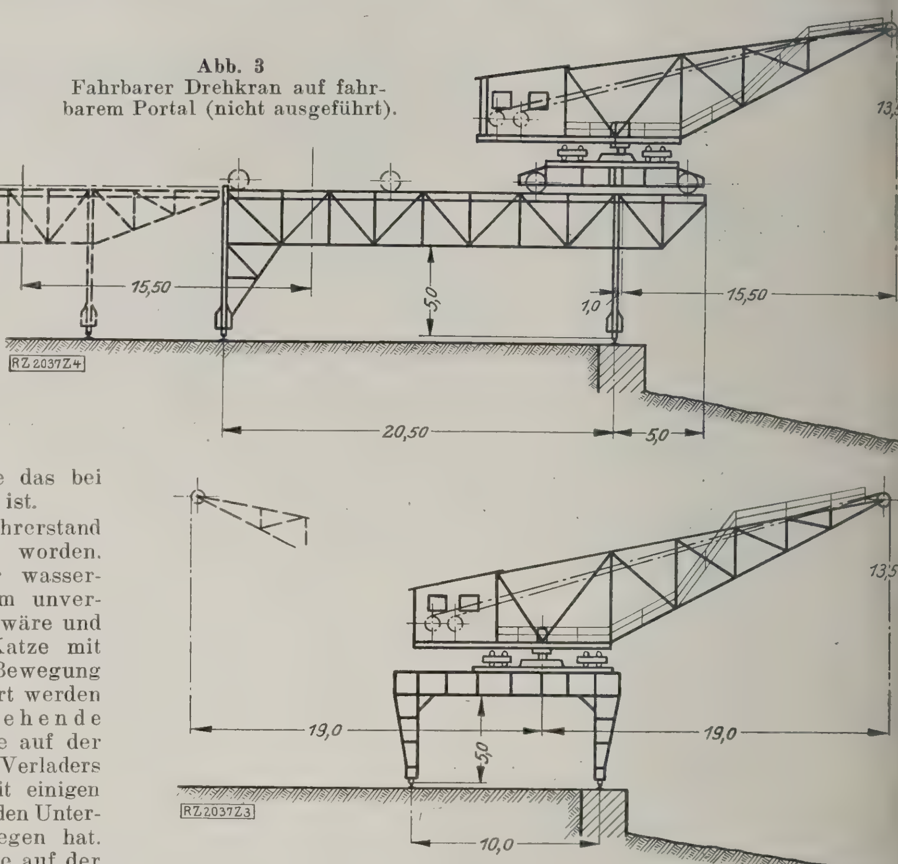


Abb. 3
Fahrbarer Drehkran auf fahrbarem Portal (nicht ausgeführt).

Abb. 4
Feststehender Drehkran auf fahrbarem Portal (nicht ausgeführt).

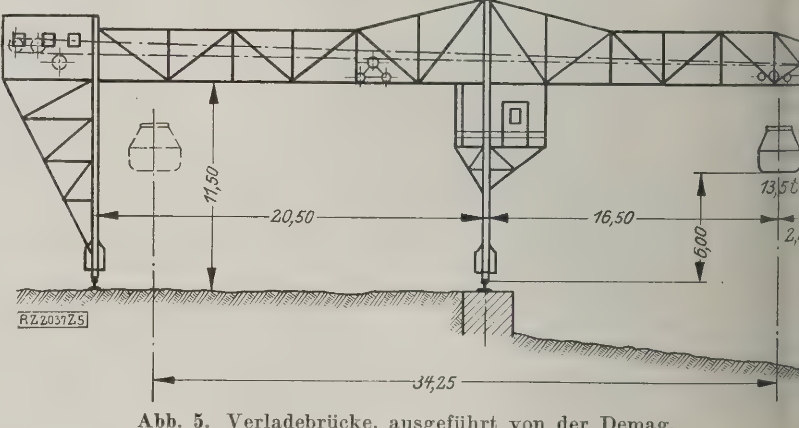


Abb. 5. Verladebrücke, ausgeführt von der Demag.

Abb. 3 bis 5.
Die für den Entwurf zu berücksichtigenden Bauarten der Umschlaganlag[e]

Zum Verfahren der Laufkatze sind zwei Seilsträng[e] von der Katze aus über Rollen am vorderen Ende de[s] Auslegers zu einer Trommel im Maschinenhaus geführt Diese Trommel wird durch den Katzfahrmotor bewegt Beim Anziehen der Seile fährt die Katze nach vorn, bei[m] Nachlassen der Seile gleitet sie infolge der Belastun[g] durch das Drehkreuz mit Kübel oder das Drehkreuz allei[n] nach rückwärts. Damit sich nun die Last beim Verfahren der Katze nicht hebt oder senkt, ist das Fahrwer[k] mit dem Windwerk durch ein zweites Differentialgetriebe derart gekuppelt, daß bei Bewegung der Fahrtrommel sich auch die beiden Windwerktrommeln i[m] Hub- oder Senksinne je nach Fahrtrichtung der Katz[e] drehen.

Das Schema dieses vereinigten Hub- und Fahrwind[werkes] werkes zeigt Abb. 7. Denkt man sich den Hubmotor un[d] den Schließmotor stillstehend, so stehen auch die Sonnenritzel d und k still. Wird nun der Fahrmotor angelassen

[1]) Über ein solches Differentialgetriebe werden wir demnächst ausführlicher berichten.



Abb. 6
Ansicht der Verladebrücke.

bringt er über Vorgelege *a b* das Umlaufrad *c* zum ...lauf um *d*; gleichzeitig dreht sich auch das Ritzel *e* ... treibt die Fahrtrommel an. Das Umlaufrad *c* ...setzt das Rad *f* in Umdrehung und dieses nimmt ... Ritzel *g* mit, das die Haltetrommel antreibt. Durch ... Rad *f* wird auch das Rad *h* angetrieben, das wiederum ... Umlaufrad *i* zum Umlauf um *k* bringt. Dadurch wird ... Ritzel *l* in Umdrehung versetzt und die Schließ...mmel angetrieben. Die Übersetzungen der Getriebe ... Durchmesser der Trommeln sind so gewählt, daß die ...ließ- und Halteseile um das gleiche Stück nachgelassen ...r angezogen werden, wie die Katze nach vorwärts ...r rückwärts fährt. Der Fahrmotor braucht also keine ...leistung abzugeben, sondern hat nur die Fahrwider...nde der Katze, Beschleunigungskräfte und die Rei...gswiderstände der Seilrollen und Getriebe zu über...den.

Zum Heben und Senken der Last läuft der Hubmotor ...ein. Da der Fahrmotor abgestellt ist, steht auch die ...rtrommel still und das Umlaufrad *c* wird in seiner ...ge festgehalten. Das Ritzel *d* treibt also über *c* das ... *f* an. Dieses nimmt das Ritzel *g* mit, das die Halte...mmel treibt und dreht das Rad *h*, das das Umlaufrad *i* ...n Umlauf um das stillstehende Sonnenritzel *k* bringt. ...durch wird das Ritzel *l* und damit die Schließtrommel ...getrieben.

Der Schließmotor dient nur zum Öffnen und Schließen ... Kübels. Läuft er, während die andern Motoren still...hen, so bewegt sich nur der innere Teil des einen ...laufgetriebes. Das Umlaufrad *i* wälzt sich auf dem ...eren Zahnkranz des Rades *h* ab und treibt über Ritzel *l* ... Schließtrommel.

Es ist natürlich nicht erforderlich, daß immer zwei ...toren stillstehen, wenn der dritte läuft. Diese An...hme wurde nur bei der Beschreibung zugrunde gelegt, ... das Verständnis der Wirkungsweise zu erleichtern. ...r Hauptvorteil dieser Art der Kupplung von verschie...nen Triebwerken besteht sogar darin, daß man mehrere ...wegungen überlagern kann. Es ist also z. B. ohne wei...res möglich, Fahren und Heben, ...nken und Öffnen oder auch He...n, Schließen und Fahren gleich...itig vorzunehmen.

Fast das ganze Getriebe ist in ...nem ölgefüllten Kasten aus Stahl...ß untergebracht; Abb. 8. Die ...ei Motoren sind an der einen ...ite, die Trommeln an der andern ...ite des Kastens nebeneinander ...geordnet. Die Zahnräder sind ...t Genauigkeitsverzahnung ver...hen und aus Stahlguß, die Ritzel ...s geschmiedetem Stahl gefräst. ...uf leichte Zugänglichkeit und ...sbaumöglichkeit aller Teile ist ...ößter Wert gelegt.

Die Tragfähigkeit an den Seilen beträgt 13,5 t. Die für das Anhängen der Kübel bestimmte Vorrichtung ist als Drehkreuz mit Kugellagerung ausgebildet. Das Anschlagen an die Kübel geschieht durch eine kleine Drehbewegung, wobei sich die vier Haken der Vorrichtung gleichzeitig in die Haken oder Ösen des Kübels einhaken.

Der Führerstand weist nur vier Hebel für Heben und Senken, Öffnen und Schließen, Katzfahren und Brückenfahren auf. Die Hebel sind besonders übersichtlich angeordnet. Als Sicherheitsvorrichtung für Gefahr und Unglücksfälle ist noch ein Fußtrittschalter zum plötzlichen Ausschalten des Stromes vorhanden.

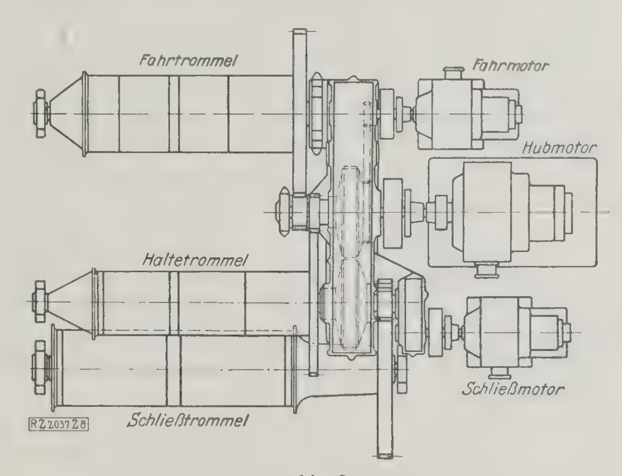


Abb. 8
Vereinigte Hub- und Katzfahrwinde.

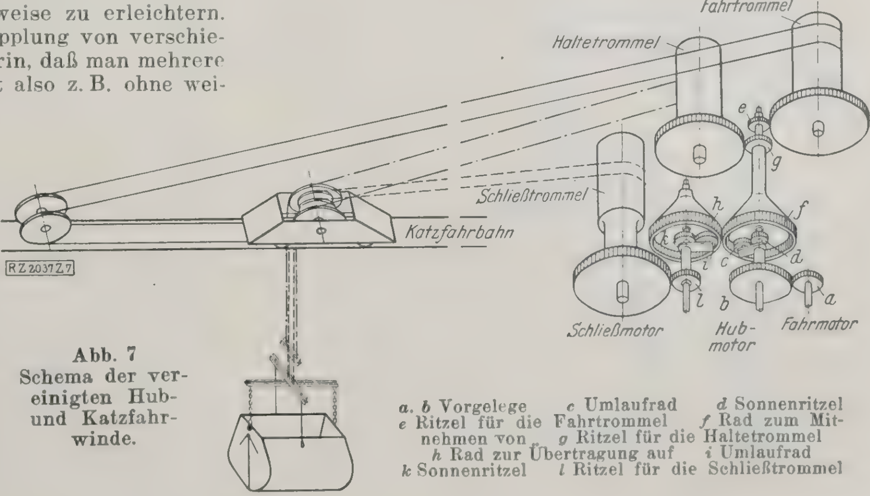


Abb. 7
Schema der vereinigten Hub- und Katzfahrwinde.

a, b Vorgelege *c* Umlaufrad *d* Sonnenritzel *e* Ritzel für die Fahrtrommel *f* Rad zum Mitnehmen von *g* Ritzel für die Haltetrommel *h* Rad zur Übertragung auf *i* Umlaufrad *k* Sonnenritzel *l* Ritzel für die Schließtrommel

Elektrische Einrichtungen

Für die Verladeanlage sind Drehstrom-Reihenschlußmotoren mit doppeltem Bürstensatz der Siemens-Schuckertwerke, Berlin, verwendet. Zum Heben mit 37 m/min dient ein Motor von 100 kW Stundenleistung bei 590 U/min und je ein gleicher Motor von 50 kW Stundenleistung und 725 U/min zum Schließen mit 25 m/min, für Katzfahren mit 120 m/min und Brückenfahren mit 70 m/min.

Die Kollektoren sind mit zwei Bürstensätzen ausgerüstet, nämlich einem verschiebbaren und einem zweiten feststehenden, wobei die Sekundärwicklungen des Transformators zwischen gegenüberstehende Bürsten geschaltet sind. Diese Ausführung gibt diesem Kollektormotor gegenüber einem solchen mit nur einem verschiebbaren Bürstensatz den Vorteil stetigen Verhaltens, auch bei kleinsten Bürstenverschiebungswinkeln, eine Eigenschaft, die für den Kranbetrieb besonders wertvoll ist.

Das Anlassen und Steuern geschieht lediglich durch Bürstenverschiebung. Die Drehzahlregelung beim Heben ist genau so gut wie beim Gleichstrommotor mit Hauptstromwicklung. Insbesondere ist die selbsttätige Drehzahlregelung in Abhängigkeit von der Größe der Last bei einer und derselben Bürstenverstellung — leichte Lasten werden rascher gehoben als schwere — eine willkommene Eigenschaft des Kollektormotors. Hinzu kommt die Fähigkeit, das Fünffache des normalen Drehmomentes ausüben zu können.

Die SSW haben für das Senken eine besondere Schaltung ausgebildet, durch die erreicht wird, daß der Kollektormotor bei derselben Bürstenverschiebung als Motor oder als Stromerzeuger arbeitet. Demzufolge kann der leere Haken bei derselben Steuerhebelauslage mit nahezu gleicher Geschwindigkeit wie größere Lasten gesenkt werden. Das kann sonst nur mit dem Gleichstrom-Reihenschlußmotor oder bei der Leonard-Schaltung erreicht werden. Die höchste Senkgeschwindigkeit beträgt beim Senken der Vollast und bei größter Steuerhebelauslage etwa das Doppelte der normalen Hubgeschwindigkeit und kann vom Kranführer auf keinen Fall überschritten werden. Da innerhalb des Senkbereiches keine Umschaltungen vorgenommen werden, ist keine Freifallstellung oder Gefahrstellung vorhanden. Zus… liche Apparate wie Fliehkraftschalter und dergl. wer… vollständig vermieden[2]).

Die Beleuchtungseinrichtung der Krananlage w… von einem Einphasen-Trockentransformator, der … Betriebspannung von 380 auf 110 V umspannt, gesp…

Bauliche Einzelheiten

Der Ausbau der Ufermauer war ebenfalls Gegenst… von Reisebeobachtungen und Überlegungen. Die B… stelle liegt im Bergbaugebiet, und es muß mit der M… lichkeit von Bodensenkungen gerechnet werden. Sol… Senkungen betrugen z. B. in Ruhrort, Wanne usw. … und mehr. Es stand deshalb fest, daß man die Fahrschi… nicht fest auf einen Unterbau verlegen darf, sondern … man die Möglichkeit des Nachrichtens offenhalten m… Infolgedessen wurde eine Fahrbahnkonstruktion, Abb… und 10, ausgeführt; diese legt sich mit verstärk… Schwellen auf ein Schotterbett, das sich jederzeit na… stopfen läßt. Das Schotterbett wurde, da der Baugrund … geschüttet war, auf der Wasser- und auf der Landse… in einen Betontrog eingefüllt, der erforderlichenfalls o… Betriebstörung erhöht werden kann. Die Abstützung … Schottertroges an der Wasserseite ist beachtenswert.

Die von den Vereinigten Stahlwerken, A.-G., Abt… lung Dortmunder Union, gerammte und geliefe… Larsenwand ließ sich am schnellsten und billigs… bauen. Beobachtungen an ausgeführten Larsenwänd… zerstreuten die ursprünglich gehegten Befürchtung… über schnelles Verrosten: Ein geringer Kupferzusatz … Stahl der Larsenwände ist außerdem ein vorzüglich… Rostschutz. In dem weichen, oben angeschütteten u… unten mit Fließ durchsetzten Boden war eine sorgfälti… Verankerung der Uferwand erforderlich. Obwohl d… Baugrund als ungewöhnlich schlecht bezeichnet werd… muß, Abb. 11, sind dank dieser sorgfältigen Bauwei… die von der Firma A.-G. für Hoch- und Tiefbauten, vor… Gebr. Helfmann, in Essen, ausgeführt wurde, nicht … geringsten Schäden aufgetreten.

Die Ausbildung des Schleifleitungskana… ist bemerkenswert. Fest verlegte Stromzuleitungen hab… sich im bergbaulichen Senkungsgebiet als nachteilig … wiesen. Zugleich ist der übliche Schli… durch den ein Stromabnehmer an die unte… irdischen festverlegten Stromschienen h… anführt, von Nachteil. Der von der Fir… Elektrotechnische Industrie G. m. b. … Duisburg, entworfene Schleifleitungskan… ist als langgestreckter unten offener Ble… kasten mit Winkeleisenversteifung a… geführt und zum Zweck guter Entwä… serung und leichten Nachrichtens a… Schotter gelagert. Die Abdeckung des K… nals weist keinen durchgehenden Schlitz auf, sondern … deckt den Kanal vollständig zu, Abb. 12 bis 14.

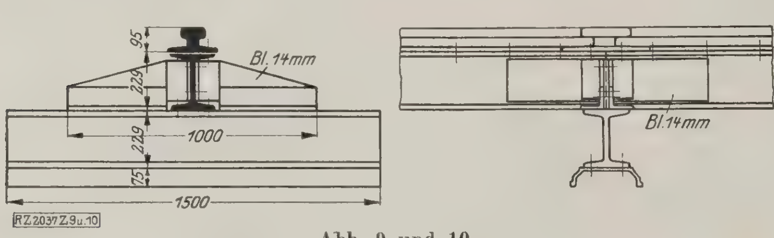


Abb. 9 und 10
Konstruktion der Kranfahrbahn.

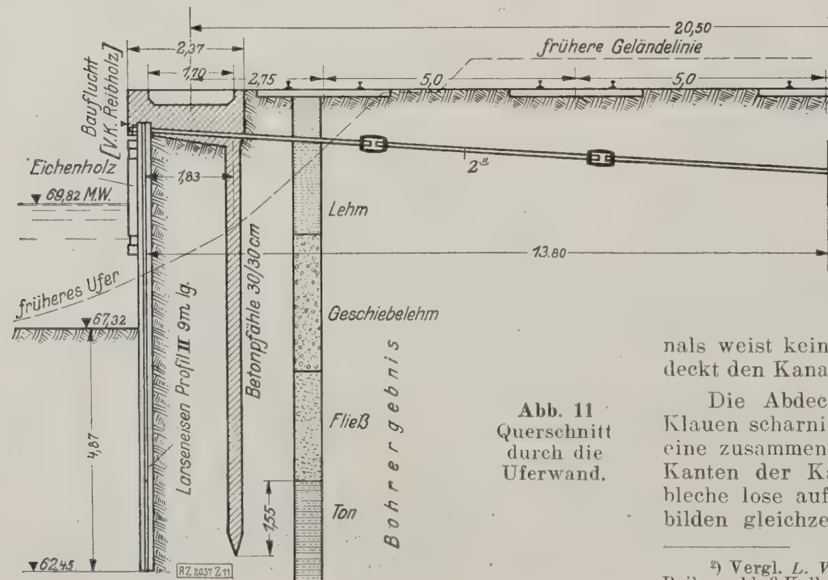


Abb. 11
Querschnitt durch die Uferwand.

Die Abdeckung besteht aus Blechplatten, die … Klauen scharnierartig ineinandergehängt sind, so daß … eine zusammenhängende Plattenkette bilden. Die ober… Kanten der Kasten-Seitenwände, auf denen die Bel… bleche lose aufliegen, sind mit U-Eisen versteift. Die… bilden gleichzeitig die Fahrbahn für ein wagenarti…

[2]) Vergl. *L. Weiler*: „Kranhebewerk-Schaltungen für Drehstr… Reihenschluß-Kollektor-Motoren“, Druckschrift der SSW.

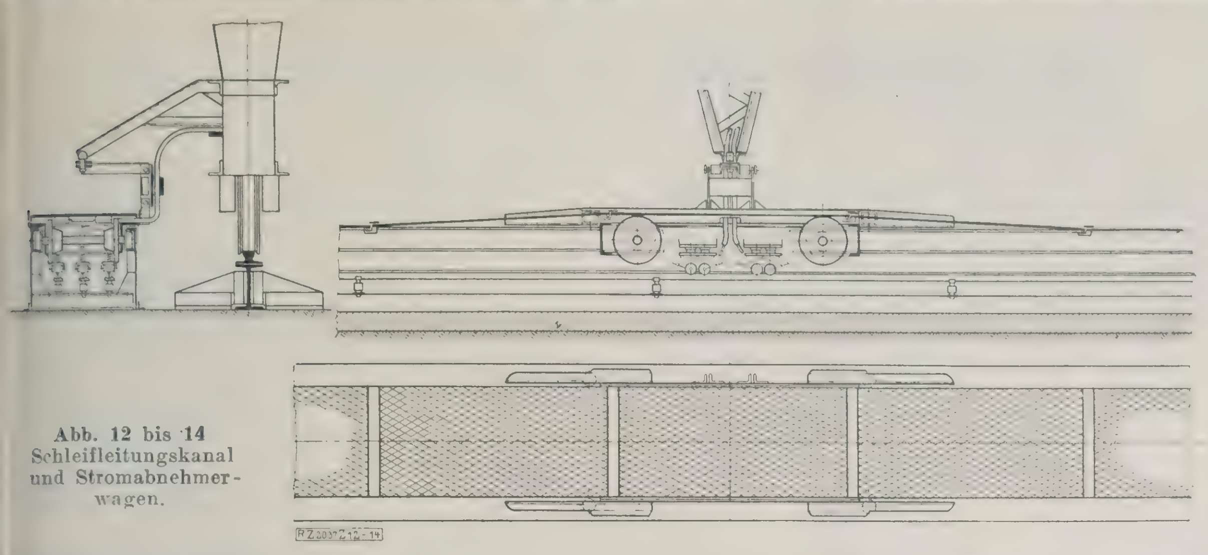


Abb. 12 bis 14 Schleifleitungskanal und Stromabnehmerwagen.

teil, das die Stromabnehmer trägt und mit der Ver-brücke durch ein Gelenkstück verbunden ist. Fährt Brücke, so wird also der Stromabnehmerwagen mit-ommen. Dabei werden durch besondere Lüftungs-en. die auf den Achsen der Laufrollen sitzen, die leckplatten des Kanals nacheinander so weit an-ifiet, daß das Verbindungsgelenkstück und der gen darunter hindurchstreichen kann. Der Kanal ibt dabei stets geschlossen. Da die senkrechten icke von den Laufrollen aufgenommen werden, bleibt Anpreßdruck der Stromabnehmer an die Schleif-ungen immer gleich, auch wenn infolge von Boden-kungen und Verlagerungen der Schleifleitungskanal ht mehr mit der Kranfahrbahn genau parallel läuft. gelenkige Verbindungsstück zwischen Brückenfuß l Stromabnehmerwagen dient also nur zum Mitnehmen Wagens; Abweichungen des Abstandes zwischen den den Fahrbahnen in wagerechter oder senkrechter htung beeinträchtigen das Arbeiten der Stromabneh-r nicht.

Will man zwecks Überprüfung der Schleifleitungen r Überholung der Stromabnehmer die Abdeckplatten Kanals entfernen, so werden die Befestigungsschrau-der Verbindungsklauen um einige Gewindegänge öst, worauf man die Platten mit einem Hebel an-en und abnehmen kann. Die oberen Flansche der Fahrbahn für den Stromabnehmerwagen dienenden Eisen sind an mehreren Stellen mit je vier Aus-rungen versehen, so daß auch der Stromabnehmer-wagen im Bedarfsfalle leicht herausgehoben werden kann. Die Erwartungen, die an diesen Stromabnehmer geknüpft wurden, sind in vollem Umfang erfüllt.

Betriebserfahrungen

Die gesamte Einrichtung des Kranes hat bisher gut und ohne Störung gearbeitet. Im Betrieb macht sich vor allem die leichte und einfache Steuerung vorteilhaft bemerkbar. Gegenüber andern Windwerken und andern Kupplungsarten zwischen Windwerk und Katzfahrwerk bedeutet es eine große Erleichterung für den Kranführer, daß er bei dieser Winde für jede Bewegungsart nur einen Steuerhebel hat, den er unabhängig von den andern bewegen kann. Er kann, ohne Umschaltungen vornehmen zu müssen, von einer Bewegung zur andern übergehen und die vier verschiedenen Bewegungsarten (Brückenfahren, Katzfahren, Heben—Senken, Öffnen—Schließen) beliebig ineinanderfließen lassen. Die Handgriffe der vier Steuerhebel liegen zu je zweien dicht nebeneinander, wodurch die Handhabung noch weiter erleichtert wird. Mißgriffe, die Betriebstörungen zur Folge haben könnten, sind ausgeschlossen.

Der Betrieb mit dem Verlader wurde mit Schlossern aufgenommen, die niemals vorher als Kranführer tätig gewesen waren. Dank der einfachen Konstruktion und außergewöhnlichen betrieblichen Anordnung gelang es diesen, innerhalb acht Tagen eine solche Sicherheit in der Bedienung zu erreichen, daß bis zu 300 t/h Leistung von ihnen mühelos bewältigt werden konnte. [B 2037]

ie thermische Ausdehnung von Magnesium und Magnesiumlegierungen

P. Hiduert und *W. T. Sweeney*[1]) berichten über sehr ein-ende und sorgfältige Untersuchungen der thermischen sdehnung von Magnesium und Magnesiumlegierungen. hrere Sorten des Magnesiums mit einem Reinheits-d von 99,97, 99,99 und 99,996 vH wurden zwischen 183° und + 500 °C nach verschiedenen Meßverfahren tersucht. Die thermische Ausdehnung der einzelnen gnesiumsorten ist nur unwesentlich voneinander ver-ieden. Zwischen Zimmertemperatur und + 500 °C läßt sich durch die Gleichung

$$L_t = L_0 (1 + \beta\, t) = L_0 \left[1 + (24{,}80 \cdot t + 0{,}00961\, t^2)\, 10^{-6}\right]$$

edergeben. In Zahlentafel 1 sind die einzelnen Werte der sdehnungszahlen angegeben.

Der Vergleich mit älteren Beobachtungen, die haupt-hlich in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt *rüneisen, A. Schulze, Disch*) und im Bureau of Standards *iduert)* ausgeführt sind, zeigen eine sehr gute Über-timmung.

Von den Magnesiumlegierungen sind die Magnesium-uminium-Legierungen untersucht worden. Hierbei hat h ergeben, daß ein Zusatz bis über 10 vH Al die thermi-e Ausdehnung des Magnesiums nicht verändert. Stellt man also die Ausdehnungszahlen in Abhängigkeit von dem Al-Gehalt dar, so erhält man für alle Temperaturen gerade Linien. Da die Löslichkeit des Aluminiums in Magnesium nach dem Zustandschaubild von *Hanson* und *Gayler*[2]) bei 435 ° etwa 11 vH und bei Zimmertemperatur etwa 8 vH beträgt, so machte sich bei den Legierungen mit 10 vH Al das Überschreiten der Löslichkeitslinie durch Hysteresiserscheinungen in der Kurve der thermischen Ausdehnung in der Gegend von 200 °C bemerkbar.

Zahlentafel 1
Thermische Ausdehnungszahlen von Magnesium

Temperaturgebiet °C	$\beta \cdot 10^{-6}$	Temperaturgebiet °C	$\beta \cdot 10^{-6}$
Zwischen 20 und +100	26,0	Zwischen 20 und 200	26,9
„ 100 „ 200	27,7	„ 20 „ 300	27,9
„ 200 „ 300	29,6	„ 20 „ 400	28,8
„ 300 „ 400	31,5	„ 20 „ 500	29,9
„ 400 „ 500	33,4	„ 20 „ —183	21,5

Fügt man zu den Magnesium-Aluminium-Legierungen etwas Mangan (0,3 oder 0,9 vH) hinzu, so verringert sich die thermische Ausdehnung ein wenig. [N 2517]

Berlin *A. Schulze*

[1]) Journal of Bureau of Standards, Research Pap. 1928 Nr. 29 S. 771.

[2]) Journ. Inst. of Metals (London) Bd. 24 (1920) S. 201.

Anwendungen des Spektrographen in der Metallindustrie

Von F. TWYMAN, London, Dr.-Ing. E. HONEGGER, Dozent an der Eidg. Techn. Hochschule. Zürich, und D. M. SMITH, Birmingham

Vorteile der spektrographischen Analysenverfahren besonders bei Verwendung der ultravioletten Linien. Die Schwankung der Linienzahl und Liniendicke führt zu einem zahlenmäßig begründeten Urteil. Beispiele neuzeitlicher Spektrographen und Spektroskope. Der zu prüfende Stoff muß zum Leuchten gebracht werden. Unmittelbar übereinanderliegende Spektra sind für den Vergleich besonders vorteilhaft. Das Verfahren ist für Nichteisenmetalle besser geeignet als für Stähle, da Eisen ein sehr verwickeltes Spektrum aufweist; bei Anwendung photometrischer Verfahren wird die Spektralanalyse auch für eisenhaltige Legierungen anwendbar.

Im Gegensatz zur gewöhnlichen chemischen Metallanalyse, deren Durchführung z. T. umständlich und zeitraubend ist, arbeitet man mittels der Spektralanalyse sehr schnell. Das Verfahren gibt gewöhnlich in einem Bruchteil einer Stunde ein vollständiges qualitatives Bild der vorhandenen Metalle, unabhängig von deren Legierungs- oder Verbindungszustand, und gelegentlich auch Anhaltpunkte über die vorhandenen Nichtmetalle. Über das hinaus gewährt es auch einen Einblick in die zahlenmäßige Zusammensetzung, ohne allerdings vorläufig mit der quantitativen chemischen Analyse in Wettbewerb treten zu können. Die raschen Fortschritte der letzten Jahre machen die quantitative Spektralanalyse heute schon zu einem wertvollen technischen Hilfsmittel und berechtigen zu den größten Hoffnungen für deren künftige Entwicklungsmöglichkeiten.

Bis dahin hat sich die Spektralanalyse bei der Lösung folgender Aufgaben, die über die rein qualitative Untersuchung hinausgehen, bestens bewährt:

1. für die angenäherte quantitative Untersuchung, z. B. für die Unterscheidung verschiedener Legierungen,
2. für die Bestimmung kleiner und kleinster Gehalte, insbesondere für die Prüfung auf Reinheit,
3. für Untersuchungen an kleinsten Probemengen, die für eine chemische Untersuchung nicht mehr ausreichen würden.

Berücksichtigt man ferner noch, daß die rasch durchgeführte qualitative Analyse ganz allgemein die Arbeit im chemischen Laboratorium weitgehend erleichtert, daß man ferner mittels des Spektrographen im Laboratorium auch oft Niederschläge, Lösungen oder Rückstände prüft, so wird an der großen praktischen Nützlichkeit dieses Verfahrens kaum mehr gezweifelt werden können. Trotzdem ist der Spektrograph heute bei weitem nicht in allen metallanalytischen Laboratorien zu treffen, was wohl gewöhnlich darauf zurückzuführen ist, daß die Vorteile, die aus der Verwendung dieses Gerätes erwachsen, noch nicht genügend bekannt sind.

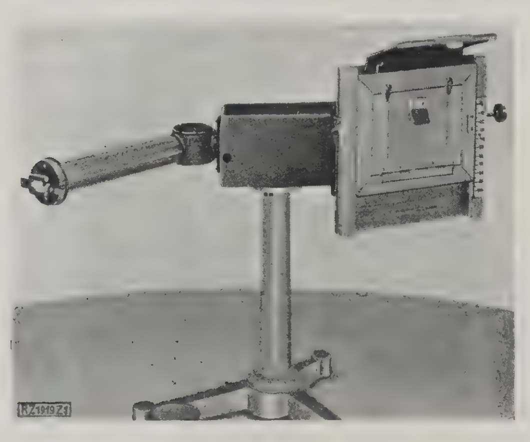


Abb. 1
Kleiner Quarzspektrograph.

Grundlagen der quantitativen Spektralanalyse

Für die neuere Entwicklung der Spektralanalyse die Einführung der Quarzspektrographen von gr Bedeutung, da man jetzt auch die unsichtbaren, u violetten Linien photographisch aufnehmen kann. sichtbaren Linien des Lichtspektrums reichen von bis rd. 8000 Ångström; mittels Quarzprismen und Li kann man außerhalb des violetten Gebietes liegende nien bis auf 2100 Ångström oder noch etwas weiter unter (1850) photographisch festhalten. Diese Er terung ist um so wertvoller, als zahlreiche für die kennung der Metalle besonders kennzeichnende Li gerade im ultravioletten Gebiete liegen.

Die quantitative Spektralanalyse nutzt vor allem von *de Gramont* und von *Hartley* beobachteten Umst aus, daß bei zunehmendem Gehalt einer Legierung Lösung an einem bestimmten Metall, dessen Linien n alle gleichzeitig, sondern in ganz bestimmter Reihenf auftreten. Das Vorhandensein gewisser Linien und Fehlen andrer gestattet einen Schluß über die enthalt Menge an dem betreffenden Element, vorausgesetzt, stets genau gleiche Bedingungen eingehalten werden, Licht, Spalt, Belichtungszeit, Platte usw. gleichbleiben. für ein Element zuerst erscheinenden oder bei abnehm dem Gehalte zuletzt verschwindenden Linien hat *Har* als beständige, *de Gramont* als letzte Linien bezeich Auf diese wird die Aufmerksamkeit in allererster Li gerichtet sein, da sie anzeigen, ob das betreffende Elem überhaupt in feststellbarer Menge vorhanden ist. N *Hartleys* Feststellung an Funkenspektren metallischer S lösungen sind nicht immer die kräftigsten Linien auch beständigsten. Neuere Untersuchungen *Gerlachs* ha



Abb. 2
Mittlerer Quarzspektrograph, Ganzmetallausführung.

allerdings gezeigt, daß starke Linien oft nur Übere anderlagerungen verschiedener Linien sind, die bei st kerer Dispersion als unabhängige Linien erkannt werd In diesen weitergehend aufgelösten Spektren schei Beständigkeit und Lichtstärke ausnahmslos parallel gehen[1]). Im sichtbaren Spektrogramm gelegene best dige Linien zeichnen sich oft durch große Lichtstärke a

Neben dem Auftreten der Linien läßt sich auch der Stärke bestimmter Linien ein Schluß auf den Geh an dem betreffenden Metall ziehen. Als Maßstab w dazu am besten eine bestimmte benachbarte Linie Grundmetalles benutzt, mit der der Vergleich bequ durchführbar ist. Nach *Schweitzer* und *Gerlach* kann Spektrum eines Hilfsmetalls zur Erleichterung des V gleichs überlagert werden[2]).

Hartley und seine Nachfolger *Pollok* und *Leon* untersuchten eine ganze Reihe von Metallspektren, stell deren wichtigste Linien in Zahlentafeln zusammen und

[1]) Z. f. anorganische und allgemeine Chemie Bd. 142 (1925) S.
[2]) Z. f. anorganische und allgemeine Chemie, Bd. 164 (1927) S. und Bd. 165 (1927) S. 364. In einem neueren Aufsatz, Z. f. Metallk. Bd (1928) S. 248, weisen *Gerlach* und *Schweitzer* nochmals auf die Vort überlagerter Hilfsspektren hin. Als homologe Paare bezeichnen Linien zweier verschiedener Elemente, die bei bestimmtem Mengen hältnis gleiche Intensität zeigen.

neten die Beständigkeit der Linien mit griechischen staben:

τ = im Metall sichtbar, nicht in starken Lösungen,
σ = in starken Lösungen sichtbar, nicht in Lösungen von 1 vH,
β = in Lösungen von 1 vH sichtbar, nicht in Lösungen von 0,1 vH,
λ = in Lösungen von 0,1 vH sichtbar, nicht in Lösungen von 0,01 vH,
ρ = in Lösungen von 0,01 vH sichtbar, nicht in Lösungen von 0,001 vH,
ω = in Lösungen von 0,001 vH sichtbar.

Die Lichtstärke wird gewöhnlich durch Zahlen an- ben 1 bis 10 oder 1 bis 100.

Eine gewisse Menge eines Metalls muß jedenfalls zu- n sein, bis dessen beständigste Linie unter bestimm- Versuchsbedingungen auftritt; daraus ergibt sich die re Grenze der Beobachtungsmöglichkeit, die von ll zu Metall verschieden ist. Mit wachsendem Gehalt n nun mehr und mehr Linien auf und die vorhan- n Linien nehmen an Lichtstärke zu, bis man eine be-

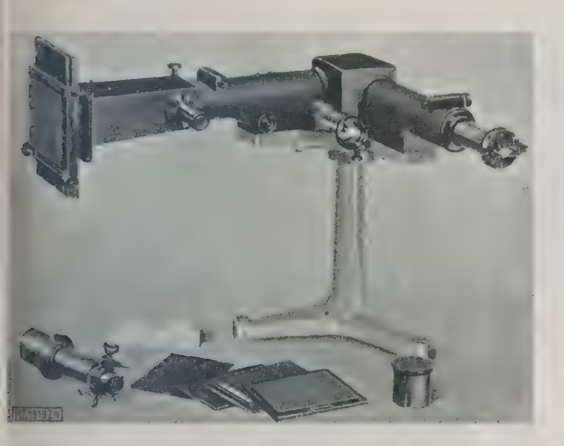


Abb. 4
Wellenlängen-Spektrometer.

mte obere Beobachtungsgrenze erreicht, über der e weitere Veränderung im Spektrum mehr feststell- ist. Zwischen den erwähnten beiden Grenzen läßt der Gehalt an dem betreffenden Metall abschätzen; Genauigkeit, mit der dies möglich ist, hängt von den Verfügung stehenden Vergleichsspektren und in rsichten zusammengestellten Beobachtungen ab[3]).

Die untere Grenze liegt meistens sehr tief, so daß meisten technisch bemerkenswerten Mengen ohne eres spektrographisch festgestellt werden können, in Tat reicht unsere Untersuchung oft weiter als die mische Analyse. Zu wenig Unterlagen sind z. Z. zu- mengestellt, um auch über die obere Grenze schon sicheres Urteil zu fällen, doch läßt sich schon ver- en, daß sie oft tiefer liegt als uns erwünscht wäre, daß der Bereich der quantitativen Spektralanalyse in er Richtung eher eng begrenzt erscheint. Erwähnt aber, daß nach Prof. *Henris* Feststellung diese Grenze ch Einschaltung einer wachsenden Selbstinduktion er- t werden kann.

In dem zwischen beiden Grenzen liegenden Gebiete d man stets vor allem jene Linie berücksichtigen, die der Nachbarschaft des vorhandenen Gehaltes die größ- Schwankungen aufweist.

[3]) In einer sehr beachtenswerten Arbeit „Die Schnellbestimmung Legirungsbestandteilen in Eisen durch quantitative Emissions- tralanalyse" weisen *G. Scheibe* und *A. Neuhäuser*, Z. f. angew. nie, Bd. 41 (1928) S. 1218, auf die eile der Photometrierung mit logarithmischen Sektor gegen- der Beurteilung der Intensität Linien mit bloßem Auge hin. erreichbare Meßgenauigkeit kann rch, ohne vergrößerten Zeitauf- d, wesentlich gesteigert werden. es verbesserte Verfahren macht spektrographische Analyse auch sen und Stahl weitgehend an- thar.

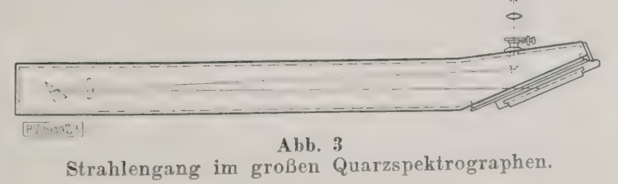


Abb. 3
Strahlengang im großen Quarzspektrographen.



Abb. 5
Sonderspektrograph für die rasche Beurteilung des Nickel-Chrom-Gehalts des Stahls.

Neuzeitliche Spektrographen und deren Benutzung

Obschon einzelne Forscher schon früher mit Quarzspektrographen gearbeitet haben, wurden in jeder Weise zweckmäßige Konstruktionen von der Firma Adam Hilger, Ltd., London, 1909 erstmals auf den Markt gebracht. Abb. 1 zeigt einen kleineren Spektrographen in der ursprünglichen Ausführung, Abb. 2 eine neue, ganz metallene Ausführung des mittleren Gerätes, Abb. 3 das 1912 hergestellte große Gerät sehr starker Dispersion.

Die kleinen Geräte, Abb. 1 und 2, sind mit Wellenlängeneinteilung ausgerüstet; unmittelbar unter das Spektrum wird die Einteilung auf die photographische Platte aufgenommen. Natürlich können die Wellenlängen an der Hand der Einteilung nur näherungsweise abgelesen werden. Das große Gerät, Abb. 3, hat keine Wellenlängeneinteilung. Das Spektrum wird in diesem Gerät in vier aufeinanderfolgende Teilstücke zerlegt, deren Bereiche etwa sind: 1950 bis 2100 Ångström, 2100 bis 2600 Ångström, 2600 bis 3500 Ångström, 3500 bis 8000 Ångström. Die einzelnen Teilstücke erhält man durch Verschieben und Verdrehen des Prismas. Auf der gleichen Stelle im Spektrum erscheinen also je nach der Prismenstellung Linien ganz verschiedener Wellenlängen. Mittels Vergleichspektren kann man die Wellenlängen der einzelnen Linien sehr genau bestimmen.

Der Vollständigkeit halber sollen noch einige weitere Geräte angeführt werden[3a]). Abb. 4 zeigt einen Wellenlängen-Spektrometer, aufgebaut auf dem von der Firma Hilger 1904 eingeführten Grundsatz unter Anwendung eines Prismas mit fester Ablenkung. Abb. 5 zeigt das für die Untersuchung von Ni-Cr-Stählen besonders konstruierte Gerät. Das Spektroskop ist so gebaut, daß die für Nickel kennzeichnenden Linien im einen, die für Chrom im andern Okular sichtbar sind.

Lichtquellen

Die spektrographische Metallprüfung beruht ausschließlich auf der Untersuchung von Emissionsspektren. Man unterscheidet vier verschiedene Möglichkeiten, um einen zu prüfenden Stoff in passender Weise zum Leuchten zu bringen, so daß die ausgesandten Strahlen, spektrographisch analysiert, ein Urteil über den Stoff erlauben: durch Erhitzen in der Flamme, durch elektrische Lichtbogenentladung, durch elektrische Funkenentladung und durch Entladung in der Vakuumröhre.

Nur gewisse Metalle senden in der Flamme für Spektralanalysen geeignete Strahlen aus: die Alkali-Metalle und die Metalle der alkalischen Erden, ferner Indium und Tantal. Die Bunsenflamme wird daher wenig benutzt.

Alle Metalle und die fünf Nichtmetalle: Kohlenstoff, Silizium, Bor, Phosphor und Arsen kann man durch die Strahlung des Lichtbogens nachweisen; ein Lichtbogen läßt sich aber nur zwischen

[3a]) R. Fuess, Berlin-Steglitz, Dr. C. Leiß, Berlin-Steglitz, Carl Zeiß, Jena, stellten u. a. gleichfalls Spektrographen und vollständige Geräteanordnungen für quantitative Metallanalysen her.

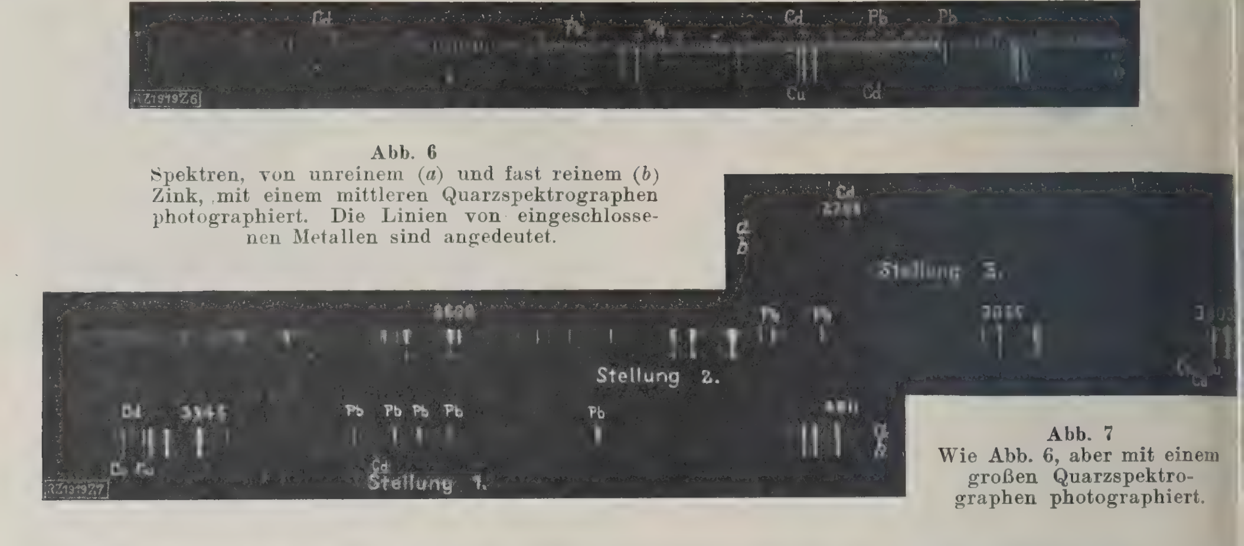


Abb. 6
Spektren, von unreinem (*a*) und fast reinem (*b*) Zink, mit einem mittleren Quarzspektrographen photographiert. Die Linien von eingeschlossenen Metallen sind angedeutet.

Abb. 7
Wie Abb. 6, aber mit einem großen Quarzspektrographen photographiert.

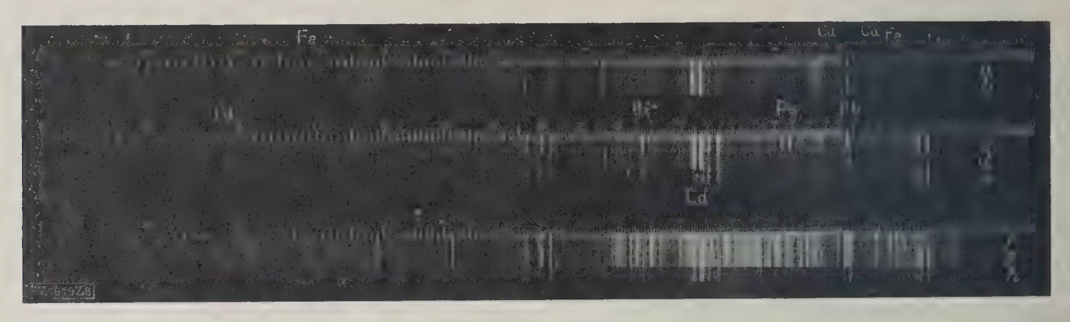


Abb. 8
Vergleichsspektrum, photographiert mit einem mittleren Quarzspektrographen.

a Handelskupfer
b ziemlich reines Kupfer
c 60:39 Messing mit 1,5 vH Pb
d 72:28 Messing
e reines Zink
f 85:15 Kupfer-Nickel
g 61:18:21 Kupfer-Nickel-Zink
h 72:28 Messing

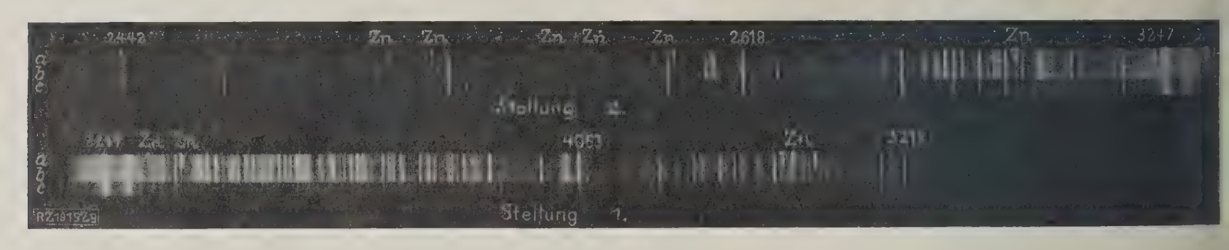


Abb. 9
Vergleichsspektrum, photographiert mit einem großen Quarzspektrographen.

a 61:18:21 Kupfer-Nickel-Zink *b* 85:15 Kupfer-Nickel *c* elektrolytisches Kupfer

festen Körpern herstellen. Gewöhnlich wird der Lichtbogen zwischen zwei Stücken des zu prüfenden Metalles gezogen oder zwischen einem Metallstück und einer Elektrode aus Kohle oder einem reinen Metall.

Im Gegensatz dazu kann eine elektrische Funkenentladung auch auf eine Lösung übergehen. Neben allen Metallen, verrät sie die Anwesenheit sehr vieler Nichtmetalle, z. B. Fluor, Chlor, Brom, Jod, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Selen. Bei Funkenentladungen kommen gewöhnlich auch die Luftlinien zum Vorschein, doch lassen sie sich durch Einschalten einer Induktionsspule fernhalten.

Für Analysen wendet man Entladungen in Vakuumröhren kaum an. Bei den Entladungen werden nur die Linien des verdünnten Gases sichtbar, während das Metall der Elektroden im Spektrum nicht vorgefunden wird.

Vergleichsspektren

Für genaues Arbeiten ist es zweckmäßig, mehrere Spektren unmittelbar übereinander aufzunehmen, so daß man die Linien unmittelbar zum Vergleich heranziehen kann. Soll z. B. festgestellt werden, ob ein bestimm Metall ein andres enthält, so nimmt man zuerst das Sp trum des Grundmetalles in chemisch reinem Zusta auf, unmittelbar darunter das Spektrum des zu prüfen Metalles und hierauf das des darin vermuteten Metal Aus dem Vergleich der ersten beiden Spektren kann fort ein Schluß auf den Reinheitsgrad des Metalles zogen werden. Zeigt das zweite Spektrum viele im ers nicht enthaltene Linien, so ist offenbar das geprü Metall unrein. Aus der Lage der Linien stellt man d die Art der Verunreinigungen fest. Stimmen die Lin mit denen des dritten Spektrums überein, so ist das v mutete Metall tatsächlich vorhanden; kommen noch w tere Linien vor, die weder im ersten noch im drit Spektrum vertreten sind, so sind neben dem vermute verunreinigenden Metall noch weitere metallische B mengungen vertreten, Abb. 6 bis 11.

Natürlich kann man das gleiche Verfahren wied holt anwenden, unter Benutzung verschiedener Meta für das dritte Spektrum, bis man alle Linien kannt hat.



Abb. 10
Teilvergleichsspektrum von Chrom-Eisen-Legierungen mit steigendem Chromgehalt.

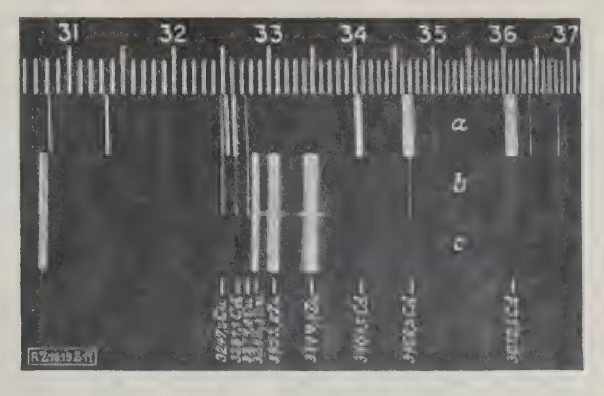


Abb. 11
Teilvergleichsspektren.
a reines Kadmium *b* Handelszink *c* reines Zink

Beispiele quantitativer Spektralanalysen

Bei der quantitativen Spektralanalyse vergleicht man) die Anzahl und die Lichtstärke der auftretenden ien mit Spektrogrammen von Legierungen bekannter sammensetzung; damit also spektrographisch eine ntitative Analyse ausgeführt werden kann, müssen als ßstab verwendbare Spektrogramme von ähnlichen Le- rungen vorhanden sein.

Nichteisen-Metalle

Für die Prüfung des Zinkes auf Kadmium, Blei- und engehalte sind zahlreiche Spektrogramme in den La- atorien der Firma Adam Hilger Ltd. im Auftrage der tish Non-Ferrous Metals Research Association aufge- nmen worden. Der geprüfte Bereich reicht für Kad- ım von 0,001 vH, die noch nicht feststellbar sind, bis 0,75 vH, für Blei 0,009 bis zu 0,1 vH. Die Prüfung Eisengehaltes wird durch die große Zahl der Eisen- ien etwas erschwert: 0,0032 vH Fe sind gerade noch bachtbar. Als Beispiele sind die wichtigsten, im Licht- enspektrum auftretenden Kadmiumlinien in Zahlentafel 1 sammengestellt.

Die Einhaltung großer Reinheit ist für viele Anwen- ngsgebiete des Kupfers von ausschlaggebender Bedeu- ıg; Arsen und Eisen vermindern die elektrische Leit- igkeit sehr stark, während schon die kleinsten Spuren Wismut Rotbruch und 0,1 vH dieses Metalles auch ltbruch hervorrufen. Im Gegensatz zur chemischen üfung ist aber die spektrographische Untersuchung Kupfers auf Grund nachfolgender Beobachtung sehr sch und einfach durchführbar. Bei 0,1 vH Bi ist die ismut-Linie 3067,7 etwa gleich dick wie die daneben genden Kupfer-Linien 3073,8, während diese Linie bei 5 vH Bi gerade noch sichtbar ist. Auch die Arsen- ien werden am zweckmäßigsten mit benachbarten Cu- nien verglichen.

Infolge der wachsenden Verwendung von Leicht- tallen mit Magnesium als Grundlage ist die Prüfung eses Metalles technisch wichtig geworden, insbesondere der Bestimmung des Kalziumgehaltes. Kalzium ver- ndet man bei der Herstellung des Magnesiums als Des- ydationsmittel, der Gehalt darf aber 0,1 vH nicht über- igen. In gleicher Weise kann der Antimongehalt ner Zinn-Antimon-Legierung, sowie der Aluminium-gehalt des Messings abgeschätzt werden. *Meggers, Kieß* und *Stimson*[4]) haben Zinn spektrographisch auf Reinheit geprüft.

Die Untersuchungen von *F. A. Hull* und *J. J. Steel*[5]) wurden mittels eines großen Hilgerschen Gerätes ausgeführt. Das Metall wurde entweder im Lichtbogen oder durch Funkenentladung zum Leuchten gebracht. Im Spektrographen wurde vorwiegend das Gebiet zwischen 2100 und 5000 Angström benutzt, wovon also der größte Teil im ultravioletten Teil des Spektrums liegt. *Hull* und *Steel* haben den Spektrographen im Laboratorium der General Electric Co., Schenectady, für folgende Untersuchungen verwendet:

1. Auseinanderhalten verschiedener Al-Legierungen: Gewöhnliches Al, amerikanische Legierung, Duralumin und Silumin. Als Skala wird gewöhnlich entweder ein Kupfer- oder ein Eisenspektrum auf der gleichen Platte aufgenommen. Ein Blick auf das aufgenommene Spektrum zeigt an, welche Legierung vorlag.

2. Die Bleiweißprüfung auf Reinheit läßt sich in einer Stunde durchführen, während die übliche chemische Untersuchung mehrere Tage erforderte. Als Vergleichsspektren werden neben dem Spektrum des Bleiweißes mit Vorliebe Kalzium- und Bariumsulfat aufgenommen, da Kalzium und Barium gelegentlich als Verunreinigungen auftreten.

3. Die zahlenmäßige Bestimmung von Beimengungen, die in Mengen zwischen 0,003 und 0,25 vH vorhanden sind, ist bei vielen Metallen erfolgreich durchführbar. Als Beispiel wird Blei mit steigendem Gehalt an Wismuth (zwischen 0,0025 und 0,008 vH), ferner an Kadmium, Nickel, Silber und Zink angeführt.

Eisen und Stahl

Für die Untersuchung von Stahl benutzt man den Spektrographen bisher wenig, da die zahlreichen Linien des Eisenspektrogramms die Auswertung wesentlich erschweren. Immerhin liegt auch hier eine Reihe von wertvollen Ergebnissen vor. So zeigt Abb. 12 die wichtigsten Manganlinien in Abhängigkeit von dem Mangangehalt. Das Sonderspektroskop für die Unterscheidung

[4]) Bureau of Standards Scientific Paper 444. Vergl. *W. Gerlach*, Z. f. Metallk. Bd. 20 (1928) S. 248. In der Arbeit werden u. a. Untersuchungen von Gold mitgeteilt. Der Gehalt an Blei im Gold wurde spektrographisch auf 10 vH des genauen Wertes festgestellt; schon 0,0001 vH dieser Verunreinigung im Gold konnten beobachtet werden.

[5]) Proceedings of the American Society for Testing Materials 1927, 2. Teil.

Zahlentafel 1
Lichtbogenspektrum des Kadmium's in Zink

Cd vH									
0.75	3610,5	3466.2	3403.6	3261.1	2980,6	2880.0	2288,0	2265,0	2144,4
0.25	,,	,,	,,	..	schwach	kaum sichtbar	,,	,,	,,
0.10	,,	,,	,,	,,	..		..	,,	schwach
0.01	—	kaum sichtbar	—	,,	—	—	..	schwach	—
0.001	—	—	—	—	–	—	..		

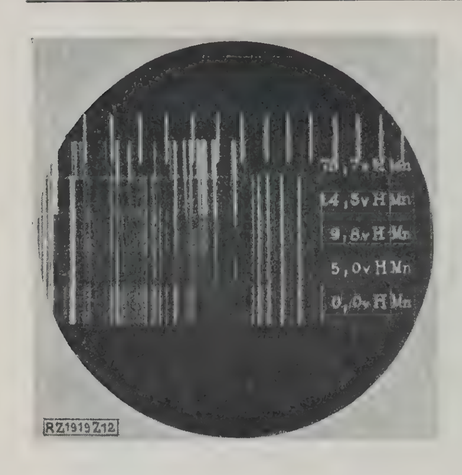
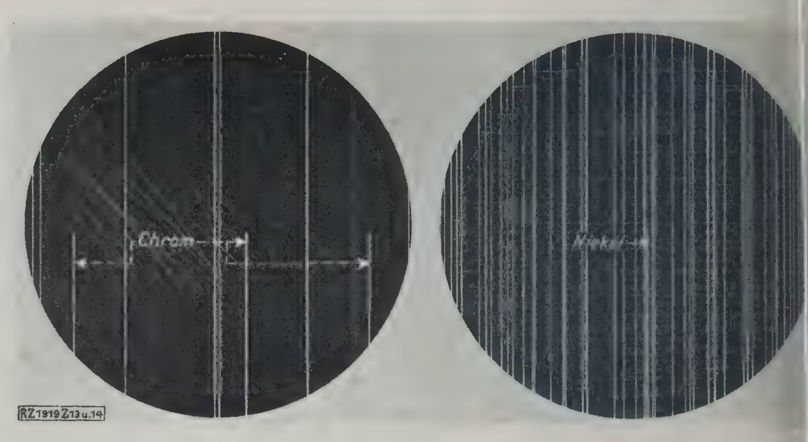


Abb. 12
Stahl mit abnehmendem Mangangehalt.



Gesichtsfeld des linken Auges. Gesichtsfeld des rechten Auges.
Die charakteristischen Linien treten in der unteren Hälfte der beiden Gesichtsfelder

Abb. 13 und 14. Sonderspektroskop zur Untersuchung von Chromstah[...] Nickelstahl oder Chrom-Nickel-Stahl.

von Nickel-Stahl und Chrom-Stahl wendet man bei der Sortierung von Schrot in großem Maßstab an. Das Gerät, Abb. 5, ist so eingerichtet, daß in einem Okular nur Chrom-, im andern nur Nickel-Linien sichtbar sind. Ein ungelernter Arbeiter kann daher sofort Chrom-Stahl von Nickel-Stahl oder Nickel-Chrom-Stahl unterscheiden. Mit einiger Übung kann er sogar den Gehalt an beiden Elementen in den nachfolgenden Grenzen: 1, 2, oder 4 vH Nickel und 0,5, 1 oder 1,5 Chrom abschätzen, Abb. 13 und 14.

Zusammenfassung

Die spektrographische Analyse ergibt in kurzer [...] alle in einer Legierung vorhandenen Metalle; oft gesta[...] sie auch ein gutes Urteil über die zahlenmäßigen Ante[...] Die Analyse eisenhaltiger Metalle ist erschwert infolge [...] zahlreichen Linien dieses Elementes. Die Nichtmeta[...] werden von ihr nur zum Teil festgestellt. Als wese[...] liche Vorteile sind anzuführen: geringer Zeitaufwand; M[...] lichkeit kleinste Gehalte festzustellen, sehr kleiner We[...] stoffbedarf.

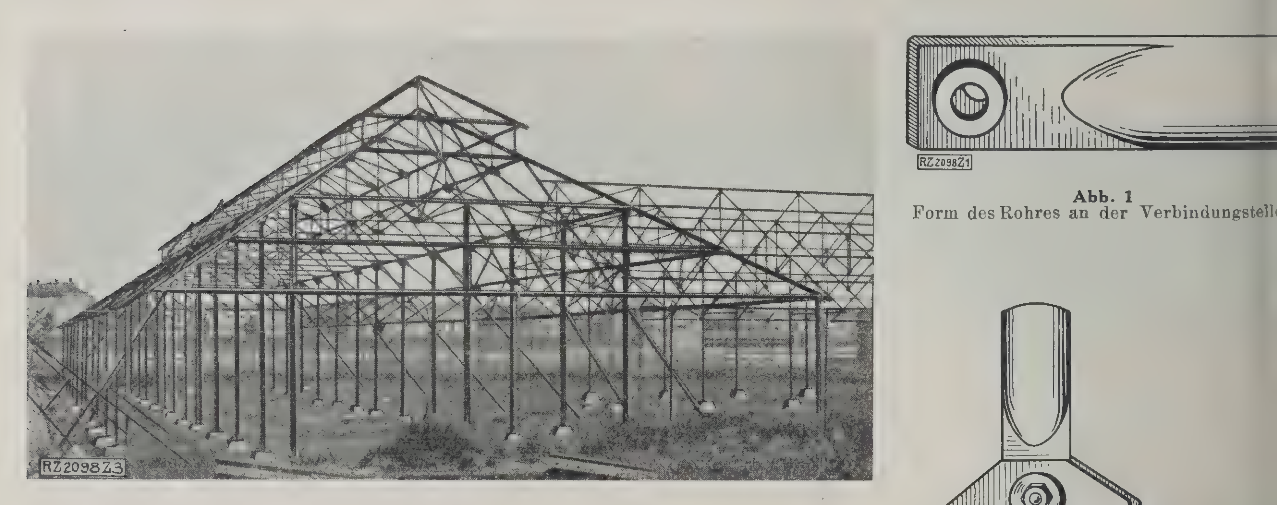


Abb. 1
Form des Rohres an der Verbindungsstell[...]

Abb. 3
Kulibaracken für Niederländisch-Indien, ausgeführt in Rohrkonstruktion.
Grundfläche der Baracken je 33 × 16 m².

Fachwerk in Rohren

In Z. Bd. 72 (1928) S. 1107 weist *A. Bung* auf die Schwierigkeiten hin, die sich bei Rohrkonstruktionen bezüglich der Verbindung der Rohre ergeben. *Bung* schlägt vor, die Rohrenden flach zu drücken, auf die Knotenbleche zu legen und zu umschweißen.

Die Firma N. V. Buiswerken, Den Haag (Holland) führt die *Stiftsche* Bauart[1]) aus, bei der die nahtlosen Rohre mit flachen Enden versehen werden, die nach Abb. 1 an beiden Seiten ringförmige Vorsprünge tragen. Diese passen in Bohrungen der Knotenbleche, Abb. 2, so daß die Stabkräfte unmittelbar auf die Bleche übertragen werden. Die Bolzen, die die Bleche zusammenhalten, sind sonach von Schubkräften entlastet.

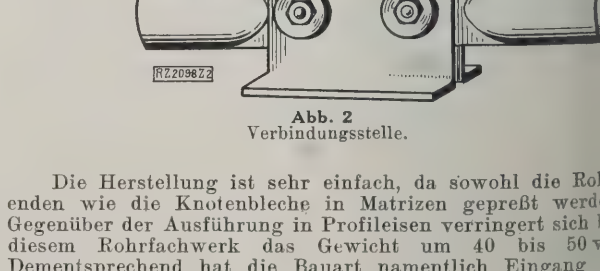


Abb. 2
Verbindungsstelle.

Die Herstellung ist sehr einfach, da sowohl die Ro[...] enden wie die Knotenbleche in Matrizen gepreßt werd[...] Gegenüber der Ausführung in Profileisen verringert sich [...] diesem Rohrfachwerk das Gewicht um 40 bis 50 v[...] Dementsprechend hat die Bauart namentlich Eingang [...] Niederländisch-Indien gefunden, Abb. 3; in Holland sel[...] ist u. a. die Flugzeughalle in Soestenberg (70 m Länge [...] 20 m Breite) nach Bauart *Stift* ausgeführt worden.

[M 2098] *P. J[...]*

[1]) Holl. Patente Nr. 9128, 32151.

RUNDSCHAU

Metallbearbeitung

Sonderfräswerk für Rippenplatten

Die Rippenplatten für Eisenbahnschienen[1]) haben in Rippen schwalbenschwanzförmige Aussparungen, die dem Vollen herausgefräst werden müssen. Für diese arbeit baut die Maschinenfabrik Schieß-Defries, A.-G., sseldorf, eine Sondermaschine, Abb. 1, die in ununterbro- er selbsttätiger Arbeit stündlich rd. 60 Platten ausfräst. Rippenplatten werden auf einem um eine wagrechte se drehbaren würfelförmigen Aufspannkopf mittels zen festgespannt, und zwar auf jeder der vier Seiten Kopfes zwei Rippenplatten oder eine breite Stoßplatte. Zu beiden Seiten des Tisches arbeiten die Fräswerk- ge, rechts zwei senkrechte Spindeln, von denen jede zwei teckige Scheibenfräser zum Vorfräsen der Nuten trägt, rend die gegenüberliegenden Fingerfräser die Schwalben- vanzform fertig fräsen. Ab- und aufgespannt werden Platten während des Fräsens. Der Aufspannkopf wird rend des Tischrücklaufes mit der Hand gedreht. Der svorschub des Aufspannkopfes beträgt 45 mm/min, der klauf ist beschleunigt. Abb. 2 stellt schematisch die eitsweise der Fräsmaschine dar.

Abb. 3 zeigt einen Schnitt durch die Spindelkästen. Der riebmotor, der 30 PS leistet, treibt die beiden senkrech- Frässpindeln mit 52 U/min mittels einer wagrechten und r senkrechten Welle über spiralgezahnte Kegel- und nräder an. Der Fräsdorn wird mittels Kegelzapfens ein- etzt und von oben mit einem durch die Spindel gehenden zen festgezogen; zur senkrechten Feineinstellung der ndeln dient eine Gewindebüchse in der oberen Haube Spindelkastens. Unten wird der Fräsdorn in einem ht abnehmbaren Lager am Spindelkasten geführt.

Die vier wagrechten Spindeln können gemeinsam durch stellen des Spindelkastens wagerecht verschoben wer- . Jede einzelne läßt sich in der Achsrichtung mittels vindehülsen im hinteren Lager fein einstellen. Die gerfräser in der vorderen Kegelbohrung der wagrechten

[1]) Z. Bd. 72 (1923) S. 510.

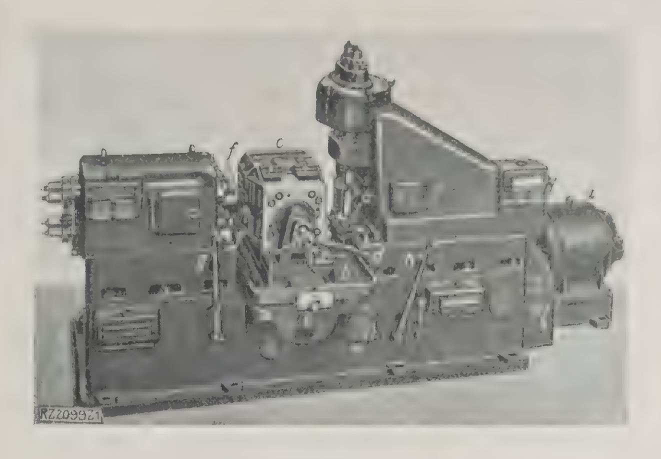


Abb. 1
Fräsmaschine für Rippenplatten von Schieß-Defries, A.-G.

a Motor 30 PS
b Aufspanntisch
c Spannkopf für 8 Rippenplatten
d Kreuz zum Schwenken des Spannkopfes
e Vorfräser, 52 U/min
f Fertigfräser, 160 U/min
g Schalthebel für den Vorschub
h Schalthebel für die Hauptkupplung

Spindeln, die 160 U/min machen, werden mittels Gewindebüchse befestigt. Die Hauptantriebstellen werden von vier selbsttätigen Preßölern geschmiert.

Als sich die Notwendigkeit ergab, die neuen Rippenplatten in großen Mengen wirtschaftlich zu bearbeiten, war man durchaus noch nicht überzeugt, daß man mit dem Fräser günstige Ergebnisse erzielen würde, weil einerseits großer Fräserverbrauch und viele Fräserbrüche, anderseits zu geringe Leistungsfähigkeit befürchtet wurden. Zunächst wurden die Platten auf andern Maschinen vorgefräst und dann fertiggefräst auf einer Fräsmaschine mit vier wagrechten Fräsern, von denen je zwei einander gegenüberstanden.

Eine weitere Entwicklungstufe bedeutete die Konstruktion eines Vierfach-Fräswerkes zum Vor- und Fertigfräsen. Bei dieser Maschine werden vier Platten derart aufgespannt, daß je zwei hintereinander liegen und die beiden Plattenpaare einander gegenüberstehen, so daß die hintereinander aufgespannten Platten von je zwei Fräsern bearbeitet werden. Abb. 4 zeigt den Grundriß dieser Maschine. Mittels zusammengesetzter Formfräser kann aus dem Vollen gefräst werden. Nach dem Ausfräsen zweier Platten werden neue Platten eingesetzt, während das zweite Plattenpaar gefräst wird. Diese Maschine wird von einem Motor für 20 PS angetrieben und fräst bei rd. 135 U/min stündlich rd. 40 nicht vorgefräste oder rd. 60 vorgefräste Rippenplatten.

Die weitere Verbesserung bestand darin, daß die Aufspannvorrichtung um eine wagrechte Achse drehbar und zum Aufspannen von acht Platten eingerichtet wurde. Ferner

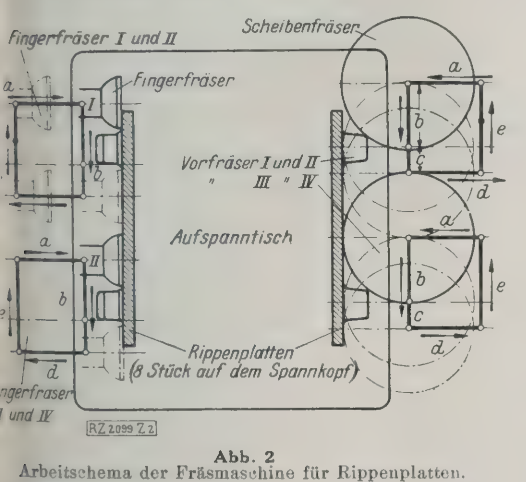


Abb. 2
Arbeitschema der Fräsmaschine für Rippenplatten.

Fräservorschub
Frásgang 45 mm/min } (hierbei wird der Aufspanntisch vorgeschoben)
Durchfahren des Fräsers }
Zurückziehen " "
schnelles Zurückfahren in die Anfangstellung (der Aufspanntisch fährt zurück)

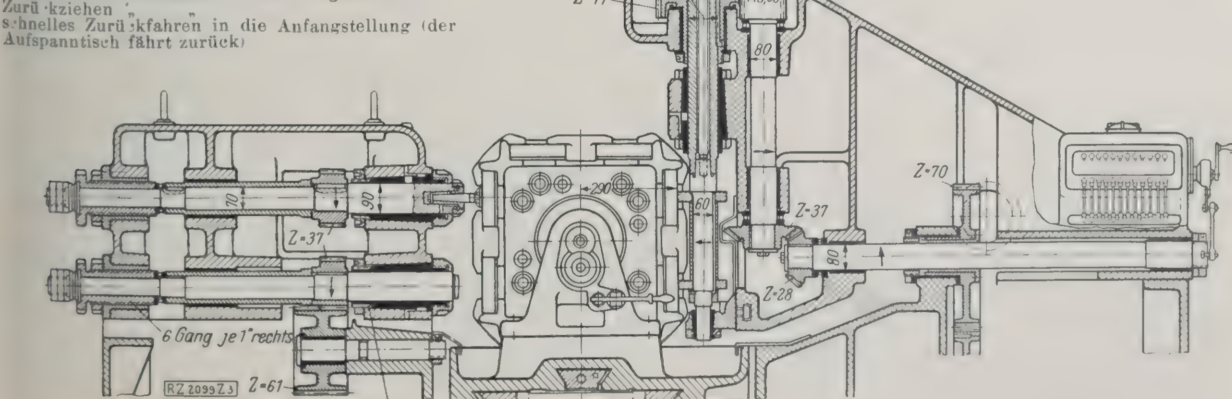


Abb. 3
Schnitt durch die Spindelkästen.

wurde statt der zwei wagrechten Fingerfräser rechts eine senkrechte Frässpindel angeordnet mit zwei Scheibenfräsern an einem Dorn zum Vorfräsen und mit selbsttätigem Fräsvorschub. Hierbei erhielt der Tisch mit dem Spannkopf einen Vorschub von 37 mm/min, der Schlitten mit den beiden Vorfräsern einen Relativvorschub von 137 mm/min. Um die Leistung noch zu steigern und die infolge der großen Schrupp-Vorschubgeschwindigkeit erhebliche Abnutzung der Fräser zu vermindern, erhielt die beschriebene neue Bauart zwei Vorfrässpindeln mit je zwei Scheibenfräsern. Der ungünstige Relativvorschub zwischen Vor- und Fertigfräsarbeit fällt hierbei fort; nur der Tisch mit dem Spannkopf wird vorgeschoben.

Frankfurt a. M. [M 2099] *S. Weil*

Abb. 4
Grundriß der Fräsmaschine mit vier Fingerfräsern, einer Vorstufe der Maschine nach Abb. 1 bis 3.

Holzbearbeitung

Über künstliches Holztrocknen[1])

Die grundlegende Erkenntnis des Holztrocknens ist: Holz, gleich welcher Art, stellt sich bei hinreichend langer Einwirkung von Luft einer gewissen Temperatur und relativen Feuchtigkeit auf einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt (Nässegehalt) ein. Diese Beziehung ist in Abb. 5 dargestellt[2]). Das Schaubild zeigt, daß Unterschiede der relativen Luftfeuchtigkeit weit mehr den Nässegehalt des Holzes beeinflussen als die Temperatur, ferner, daß der unbestimmte Begriff „Lufttrockenheit" mit etwa 13 vH Holzfeuchtigkeit zahlenmäßig festlegbar ist.

Bei künstlicher Trocknung spielen genau die gleichen Mittel wie bei natürlicher Trocknung eine Rolle. Dies ist die Bewegung, Feuchtigkeit und Wärme der Luft. Das Verfahren des Trocknens mit überhitztem Dampf ist grundsätzlich gleicher Natur. Bei künstlichem Trocknen kann man diese Mittel nur viel gleichmäßiger, also ohne die Schwankungen, die der Atmosphäre eigen sind, und weit wirksamer anwenden. Genaue Untersuchungen über die Luftgeschwindigkeiten in der Trockenkammer liegen noch wenig vor. Die Bemühungen sind vorerst noch darauf gerichtet, einen gleichmäßigen, die ganze Kammer bestreichenden Luftstrom zu erzielen. Die vorteilhaftesten für die einzelnen Holzarten und für ungleich lange Wege über das Trockengut zweifellos verschieden großen Luftgeschwindigkeiten sind noch nicht eingehend untersucht.

Die einzelne Holzzelle schwindet erst, nachdem sie das freie Wasser abgegeben hat und die Zellwände auszutrocknen beginnen. Dies nennt man den Fasersättigungspunkt, der bei 25 bis 30 vH Nässegehalt liegt. Das Schwinden setzt sich von da ab gemäß der Abgabe von Feuchtigkeit fort. Das Schwindmaß steht ungefähr im Verhältnis zu dem spezifischen Gewicht der betreffenden Holzart. Die Schwindung ist in tangentialer Richtung einhalb- bis dreimal so groß wie in radialer. Beim Trocknen entsteht und besteht dauernd ein Feuchtigkeitsgefälle dadurch, daß Wasser an der Oberfläche verdampft

[1]) Auszug aus dem gleichnamigen Aufsatz des Verfassers in der Zeitschrift „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) Heft 23 S. 1089.
[2]) Nach *A. Koehler* und *Rolf Thelen*: The Kiln Drying of Lumber New York, Mc Graw Hill Book Co.

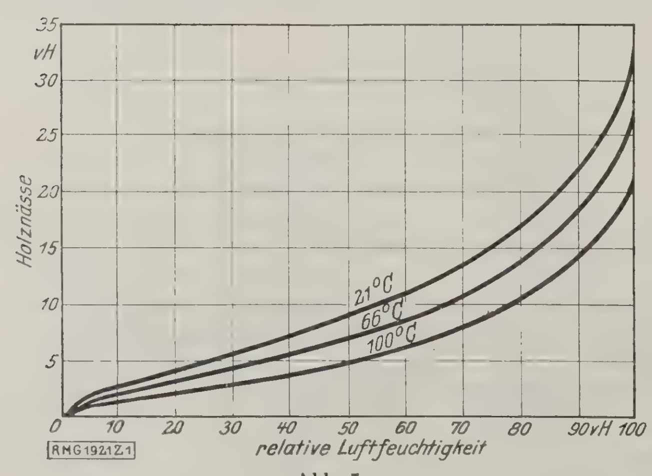


Abb. 5
Beziehung zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Nässe des Holzes bei verschiedenen Temperaturen.

und von innen fortwährend nachströmt. Der Fasers… gungspunkt wird demnach in den einzelnen Schichten… verschiedenen Zeiten unterschritten. Über den Holzq… schnitt hin besteht also im Schwinden eine Phasen… schiebung.

Zwei Ursachen der inneren Trockenspannungen … zu unterscheiden:

1. Der durch die Holzart gegebene Schwindungsun… schied innerhalb der einzelnen Schichten inf… des größeren Schwindmaßes in tangentialer ge… über demjenigen in radialer Richtung. Die hier… sich ableitende Spannung kann man nicht unmi… bar beeinflussen. Der Trockenvorgang muß erm… lichen, daß die Spannungen ihren Ausgleich du… innere Zellenverlagerungen finden.
2. Der Schwindungsunterschied zwischen den … zelnen Schichten infolge des Feuchtigkeitsgefälles, … hängig von der Größe dieses Gefälles. Diese Sp… nung kann man planmäßig regeln. Vergleicht … die Durchflußmenge an Feuchtigkeit durch die H… schichten in der Zeiteinheit mit der Stromstärk… das Feuchtigkeitsgefälle mit der Spannung *E*, so … die inneren Kräfte (Spannungen) bei gleichbleiben… Produkt *IE*, also bei gleicher Trockenleistung, um… kleiner, je größer *I* und je kleiner *E* ist. Das zu … reichen, ist die Hauptaufgabe des Holztrocknens.

Die Zahlentafeln 1 und 2[3]) zeigen das Ergebnis … gehender Versuche, deren Zweck es war, für die versc… densten Holzarten diejenigen Temperaturen und relati… Luftfeuchtigkeitsgehalte (Maß des Unterschiedes der Wä… und der relativen Luftfeuchtigkeit gegenüber den dem … zeitigen Zustand des Trockengutes entsprechenden Grad… ausfindig zu machen, unter deren Einwirkung auf … Trockengut bei den jeweiligen Nässegehalten des Ho… ein starker Feuchtigkeitsfluß bei kleinem Feuchtigke… gefälle stattfindet.

Jedoch ist auch beim Arbeiten nach diesen Troc… tafeln ein Eintreten von Spannungen nie ausgeschlos… Eine geringe Zugspannung in der äußeren Schicht … eine unabänderliche Folge des Voreilens des Trockn… und damit auch Schwindens dieser Schicht. Bei sehr s… kem Feuchtigkeitsgefälle findet das äußere Schwinden … seiten der inneren Schichten, die den Fasersättigungspu… noch nicht unterschritten haben, heftigen Widerstand. … äußeren Schichten trocknen „stehend", d. h. ohne v… Auswirkung des der Feuchtigkeitsabgabe entsprechen… Schwindens, und legen sich wie eine Schale um das Inn… Wenn nunmehr auch die inneren Schichten allmählich … Fasersättigungspunkt unterschreiten, so erzeugen sie du… ihr Schwinden in der „Schale" Druckspannungen, was … als „Verschalung", unzutreffend mit „Oberflächenhärtu… bezeichnet. Sie wirkt nicht nur stark verzögernd auf … Trockenvorgang, sondern hat auch vor allem bei der V… arbeitung höchst unangenehme Folgen, die meist irrtüm… auf ungenügenden Trockengrad zurückgeführt werden.

Zum Verfolgen der Spannungszustände während … Trocknens gibt es einfache Verfahren. Die Verschal… wird durch Behandlung des Trockengutes mit hoher r… tiver Luftfeuchtigkeit, unter Umständen von 100 vH, … kämpft. Diesem Zweck dient in erster Linie … Dämpfen, nicht aber, wie vielfach geglaubt wird, ei… „Auslaugen" des Holzes, das ziemlich zwecklos, nach … sicht vieler sogar schädlich ist und außerdem bei …

[3]) Kiln Drying Handbook a. a. O.

Zahlentafel 1
Trockentafel für Hartholz.

…tigkeits-…alt des …es in vH	8		7		6		5		4		3		2		1	
	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH
…er 40	41	85	43	85	46	80	49	80	52	80	54	80	57	80	60	80
40	43	80	46	80	49	75	52	75	54	75	57	75	60	75	63	75
30	46	75	49	75	52	70	54	70	57	70	60	70	63	70	66	70
25	49	70	52	65	54	65	57	65	60	60	63	60	66	60	68	60
20	52	60	54	55	57	55	60	55	63	50	66	50	68	50	71	50
15	54	50	57	45	60	45	63	45	66	40	68	40	71	35	74	35
… weniger	57	40	60	35	63	30	66	30	68	25	71	25	74	20	77	20

Sp. 1 gültig für Linde, Birke, Pappel
„ 2 „ „ Esche, Ulme, Weide
„ 3 „ „ Buche, Ahorn
„ 4 „ „ Mahagoni
„ 5 „ „ Buchsbaum, Kirsche, Hickory, Akazie, Maulbeer, Walnuß
„ 6 „ „ }
„ 7 „ „ } Eiche verschiedener Härte
„ 8 „ „ }

T = Temperatur im Trockenofen F = relative Luftfeuchtigkeit im Ofen

Zahlentafel 2
Trockentafel für Weichholz.

…chtigkeits-…lt des …lzes vH	03		02		01		004		003		002		001		0004		0003		0002		0001	
	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH	T °C	F vH
…eginn	57	85	57	85	57	85	71	85	71	85	71	85	71	85	82	85	82	85	82	85	82	85
40													77	60							88	60
35											77	60							88	60		
30					66	60			77	60							88	60				
25			66	60			77	60							88	60						
20	66	60			79	40							82	30							93	30
16			79	40							82	30							93	30		
15					79	30																
13	79	40					82	30	82	30					93	30	93	30				
12			79	30																		
10	79	30																				

mm
Sp. 03 gültig z. B. f. Spruce 64 bis 76
„ 02 „ „ „ Zeder „ „ „
„ 01 „ „ „ Zypr. „ „ „
„ 004 „ „ „ Douglas 25 „ 50
„ 003 „ „ „ Zeder 45 „ 57
„ 002 „ „ „ Hemlock „ „ „
„ 001 „ „ „ „ 25 „ 38
„ 0004 „ „ „ Spruce 45 „ 57
„ 0003 „ „ „ Nord. Kiefer 32 „ 57
„ 0002 „ „ „ „ 25 „ 38
„ 0001 „ „ „ Fichte „ „ „

T = Temperatur im Trockenofen F = relative Luftfeuchtigkeit im Trockenofen

…maß, in dem es in Trockenanlagen zur Anwendung …mt, nur in recht unvollkommener Weise erreicht wird. … Ofenarten unterscheidet man nach der Arbeitsweise …al- und Kammeröfen, nach der Art der Regelung der …tiven Luftfeuchtigkeit Öfen mit natürlicher oder künst…er Lüftung und mit Kondensation.

In Kanalöfen, in denen man das Trockengut be…t und der Ofen in seiner Längsrichtung Luft aller …en von naß-kühl bis trocken-warm enthält, kann man …t so fein regeln, wie s zum Erzielen guter Trocknungs…ebnisse notwendig ist. Sie sind daher nur für grobes …cknen, z. B. von Kistenholz, oder zum Vortrocknen …cks Frachtersparnis geeignet.

Die Kammeröfen, in denen das Trockengut nicht …egt wird und die Stufen von naß-kühl bis zu trocken…m zeitlich fortschreiten, herrschen entschieden vor. … Wärme und die relative Luftfeuchtigkeit kann man leicht …au regeln. Die Wärmewirtschaft ist in zahlreichen …len ohne große Bedeutung, da in vielen Holzbetrieben …ampf zur Verfügung steht. Die größte Schwierigkeit …t stets in der Erzielung einer gleichmäßigen Luftfüh…, die, abgesehen von guter Zu- und Abfuhr, weitgehend …h entsprechendes Stapeln des Holzes bedingt ist.

Für den Trockenheitsgrad, bis auf den herabzutrocknen… und der zwischen 4 und 15 vH liegt, ist nicht die Holz… sondern allein Zweck und Ort der Verwendung der …eugnisse maßgebend. [M 2262]

…eidelberg-Rohrbach Dipl.-Ing. *P. Warlimont*

Elektrische Öfen

Über Wolframöfen

Für Untersuchungen bei hohen Temperaturen kann man … das Temperaturgebiet bis zu 1500 °C Öfen mit Platin…klung, sowie Öfen mit Leuchtgas- oder Sauerstoffgebläse …wenden. Für Arbeiten bei Temperaturen zwischen 1500 … 3000 °C benutzt man folgende Ofenbauarten: Öfen mit …lenrohren oder Kohlengrieß in Kurzschlußanordnung, Ge…eöfen aus Zirkonoxyd, Iridium-, Molybdän-, Wolframöfen …ie Induktionsöfen. Temperaturen über 3000 °C erreicht … mittels des elektrischen Lichtbogens. — Von besonderer …eutung sind in den letzten Jahren die Wolframöfen ge…rden. Die Höhe der in diesen Öfen erreichbaren Tem…aturen wird von der Temperaturbeständigkeit der übrigen …nbaustoffe begrenzt; bei Verwendung freistehender Wolf…heizkörper kann man Temperaturen von mehr als 3000 °C …ichen.

In gleicher Weise wie Molybdän[1]) kann man auch Wolfram bei hohen Temperaturen nicht in oxydierender Atmosphäre verwenden. Daher müssen sich die Heizkörper bei allen Wolframöfen im Vakuum oder in reduzierender oder neutraler Atmosphäre befinden. Die Öfen werden entweder als Kurzschlußöfen gebaut oder mit einer Drahtwicklung versehen (Widerstanderhitzung). Zusammenfassende Darstellungen mehrerer Ofenarten finden sich in Arbeiten von *v. Wartenberg*[2]), *Ruff*[3]) und *C. Müller*[4]).

Kurzschlußöfen. Abb. 6 zeigt einen von *v. Wartenberg*[5]) entwickelten Wolfram-Kurzschlußofen. Ein gepreßter und gesinterter Zylinder aus Wolframmetall ist freitragend zwischen den Stromzuführungen angeordnet. Ähnliche Ofenbauarten haben *Podszus*[6]), *Fehse*[7]) u. a. entwickelt.

Öfen mit freistehender Spirale. Bei einer andern Ausführungsform von Wolframöfen benutzt man frei zwischen Stromzuführungsklemmen ausgespannte Spiralen aus Wolframdraht; Abb. 7 zeigt einen derartigen Ofen nach *v. Wartenberg* und Mitarbeitern[8]). Die bei hoher Temperatur zu untersuchende Masse wird unmittelbar oder auf einer Unterlage aus einem hochschmelzenden Oxyd (Zirkonoxyd oder dergl.) in die Spirale gebracht.

Innenwicklungsöfen. Ein Wolframofen mit Widerstandspirale nach *Fehse*[7]) — ähnlich gebaut wie z. B. ein Chromnickel- oder Platinwiderstandofen — ist in Abb. 8 dargestellt.

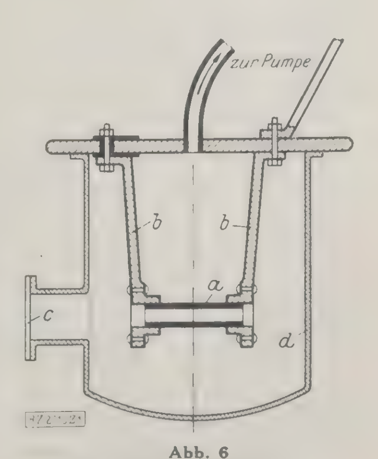


Abb. 6
Wolfram-Kurzschlußofen
a Wolframrohr *b* Stromzuführungen
c Schauglas *d* gasdichtes Gehäuse

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 556
[2]) Z. f. Elektrochemie Bd. 30 (1924) S. 351.
[3]) Z. f. Elektrochemie Bd. 30 (1924) S. 356.
[4]) Handbuch der Physik (*Geiger-Scheel*), Berlin 1926, 11. Bd. S. 340.
[5]) Z. f. Elektrochemie Bd. 15 (1909) S. 866.
[6]) Sprechsaal Bd. 50 (1917) Heft 8.
[7]) *W. Fehse*, Elektrische Öfen mit Heizkörpern aus Wolfram, Braunschweig 1928.
[8]) *H. v. Wartenberg, J. Broy* und *R. Reinicke*, Z. f. Elektrochemie Bd. 29 (1923) S. 214; *H. v. Wartenberg* und *H. Moehl*, Z. f. phys. Chemie Bd. 128 (1927) S. 439.

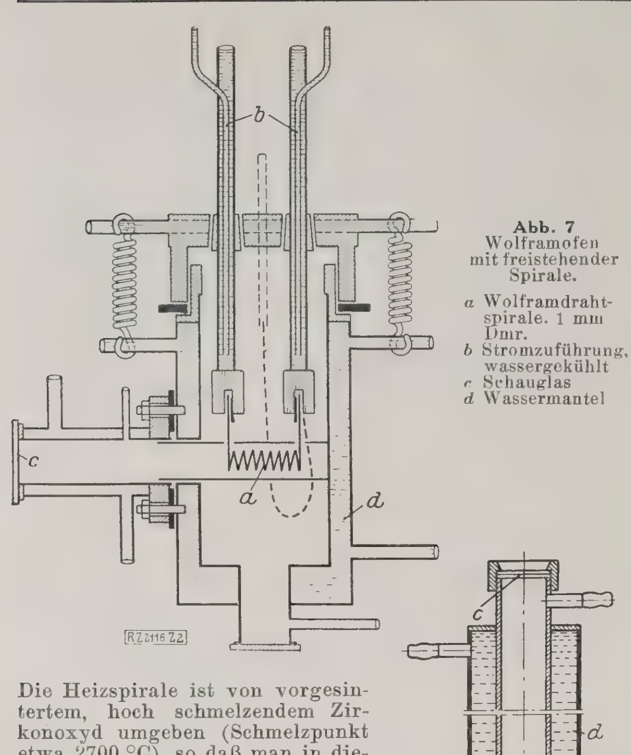


Abb. 7
Wolframofen mit freistehender Spirale.
a Wolframdrahtspirale. 1 mm Dmr.
b Stromzuführung, wassergekühlt
c Schauglas
d Wassermantel

Die Heizspirale ist von vorgesintertem, hoch schmelzendem Zirkonoxyd umgeben (Schmelzpunkt etwa 2700 °C), so daß man in diesem Ofen bedeutend höhere Temperaturen erreicht als im Platinofen. Der Ofen kann auch in der gleichen Art gebaut, jedoch mit einem Wolframband ausgerüstet werden, wie es z. B. *Goetz*[9]) angegeben hat.

Ein wesentlicher Nachteil der Innenwicklungsöfen liegt darin, daß die zu untersuchende Masse, in gleicher Weise wie bei den Kurzschlußöfen und den Öfen mit freigespannter Spirale, nur im Vakuum oder in reduzierender oder neutraler Atmosphäre untersucht werden kann. Mit den Innenwicklungsöfen wurden bisher etwa 1800 °C unter Verwendung von Alundum erreicht (nach Angaben von *Bidwell*[10]); *Fehse*[7]) und *W. M. Cohn*[11]) kamen unter Verwendung von Zirkonoxyd auf 2000 °C.

Außenwicklungsöfen. Abb. 9 zeigt eine kürzlich von mir[11]) entwickelte Bauart von Wolframöfen mit Außenwicklung: Die Wolframspule befindet sich zwischen zwei gasdichten Rohren, deren Zwischenraum mit Schutzgas durchspült wird. Im eigentlichen Ofenraum kann man daher Untersuchungen in beliebiger Atmosphäre durchführen. Die Höhe der mit diesem Ofen erreichbaren Temperatur hängt nur davon ab, Schutzrohre zu erhalten, die bei hohen Temperaturen gasundurchlässig sind. Bisher wurden etwa 2000 °C mit Zirkonoxydrohren erreicht.

Abb. 8
Wolframofen mit Innenwicklung.
a Wolframdraht
b Zirkonoxyd
c Schauglas
d gekühlte Ofenmäntel
e Stromzuführungen

Ersatz von Platin. Zum Ersatz der teuren Platinöfen für Arbeiten bis zu 1500 °C kann man die beiden zuletzt erwähnten Ofenbauarten mit Innen- oder Außenwicklung benutzen, da Wolframdraht bedeutend billiger als Platindraht ist. Die Herstellung der Spiralen gestaltet sich insofern etwas schwieriger, als Wolframspiralen am besten in der Wärme (schwach rotglühend) gewickelt werden müssen. Bis zu 1500 °C benutzt man die üblichen keramischen Massen auch für Wolframöfen, wobei sie für Außenwicklungsöfen genügend gasundurchlässig sein müssen.

[9]) Z. f. Phys. Bd. 42 (1927) S. 329 und Bd. 43 (1927) S. 531.
[10]) J. of Opt. Soc. Amer. Bd. 12 (1926) S. 495; Bd. 13 (1926) S. 502.
[11]) Z. f. techn. Physik Bd. 9 (1928) S. 110.

Wolframöfen verwendet man u. a. bei Gleichgewic
untersuchungen, bei Fragen der Mineralsynthese und C
chemie, bei dem großen Gebiet der spektroskopischen
astrophysikalischen Untersuchungen, bei der Bestimm
thermischer Eigenschaften der Materie und bei Strahlur
messungen. Auch in der Technik haben sich Wolfram
für manche Zwecke eingeführt; hier sei nur auf die
terung der Wolframstäbe verwiesen, die man für die Gl
lampenherstellung verwendet. Mit der weiteren Verv
kommnung der Öfen werden sich für die Technik wei
Anwendungsmöglichkeiten ergeben. [M 2116]

Berlin-Dahlem Dr.-Ing. *W. M. Coh*

Werkstoffe

Neue Untersuchungen über das NICO-Metall

In dieser Zeitschrift[1]) wurden die metallographisc
und mechanischen Eigenschaften der NICO-Legierun
unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens bei Gl
beanspruchungen nach dem Verfahren von Prof. *Kamme*
bei flüssiger und nach dem Blöckchenverfahren bei h
flüssiger Reibung behandelt. Da als wesentliches Betri
moment noch das Verhalten eines Lagermetalles bei a
setzender Schmierung zu betrachten ist, wurden von P
Dr.-Ing. *Rötscher*[2]) im Vergleich zu dem anerkannten
Metall mit 83,4 vH Zinn, 5,6 vH Kupfer und 11 vH Antin
und den hauptsächlichsten Lagermetallen des Normblat
DIN 1703 mit steigenden Zinngehalten Versuche bei v
ständig trockener Reibung ausgeführt.

Abb. 10 zeigt schematisch die Versuchsanordnung. M
tels Wasserandruckes, den man mit der Meßdose *a* bestim
werden die zwei im pendelnd aufgehängten Rahmen
einander genau gegenüberliegenden Proben c_1 und c_2
steigenden Flächendrücken gegen die Bremsstahlscheib
von 500 mm Dmr. gepreßt. Die Abnutzungsversu
wurden bei 10 m/s Gleitgeschwindigkeit = rd. 380 U/
durchgeführt. Die Proben (30 × 30 × 12 mm) mit R
flächen von 30 × 12 = 360 mm² arbeiteten, nachdem sie e
gelaufen waren, je eine halbe Stunde bei gleichem Fläch
druck, anfangend mit 1,5 kg/cm² bis zu 12 kg/cm². Abb.
zeigt die Versuchsergebnisse. Bis zu 12 kg/cm² Flächendr
sind die NICO-Legierungen allen DIN-Weißmetallen von 5
83 vH Zinn bei versagender Schmierung weit überleg
Die Grenze für das zähere NICO 2 mit rd. 100 vH höhe
spezifischer Schlagfestigkeit als NICO 1 liegt hier
zwischen 10 bis 11 kg/cm² entsprechend einem $p\,v = 110$ k
bei vollständig trockener Reibung, wobei diese Legieru
die niedrigste Abnutzung von kaum 0,2 cm³/h aufweist.

Auffällig und die Gleitversuche mit halbflüssi
Reibung nach dem älteren Blöckchen-Kurzverfahren[3]) v

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1691.
[2]) Ausgeführt im Laboratorium für mechanische Technologie
der Techn. Hochschule Aachen unter Mitwirkung von Dipl.-Ing.
mermann, denen auch an dieser Stelle für die eingehende Durchprüf
gedankt sein soll.
[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1692 Abb. 10; vergl. hierzu Bd. 72 (1928) S.

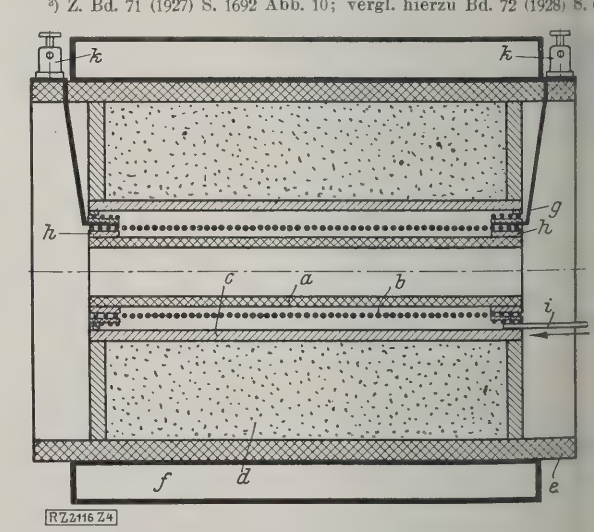


Abb. 9
Wolframofen mit Außenwicklung.
a inneres Zirkonoxydrohr
b Wolframspule
c äußeres Zirkonoxydrohr
d Mischung von hoch und niedrig gebranntem Zirkonoxydpulver
e Schamottezylinder
f Wassermantel
g Band aus Wolframblech
h Ringkörper aus hochfeuerfestem Werkstoff
i Schutzgasleitung
k Stromzuführungen

..tigend ist der Befund, daß auch bei trockener Reibung die ..erung WM 42 die größte Abnutzung zeigt. Weiterhin ..isen diese Versuche, wie außerordentlich günstig der ..ose Ersatz des Kupfers durch Nickel auf die Gleiteigen-.. ften wirkt und die Betriebsicherheit erhöht. Die WM 10-..ierung mit 1,5 vH Kupfer und 10 vH Zinn weist gegen-.. der Legierung NICO 2 mit 1 vH Nickel und ebenfalls ..H Zinn (neben mehreren andern verfestigenden Kom-..onten) bei einem $p\,v$ von nur $60\,\frac{\text{kg/m}}{\text{cm}^2\,\text{s}}$ mit rd. 1 cm³/h .. fünfmal größere Abnutzung auf als die NICO-Legierung ..nur 0,2 cm³/h bei einem $p\,v$ vom 110.
..ortmund. [M 2149] Dipl.-Ing. *Ackermann.*

Angewandte Mathematik

Näherungsrechnung für kritische Drehzahlen

Zuschrift an die Schriftleitung

Zu der Abhandlung von Dr.-Ing. *Karas*, Brünn, Z. Bd. 72 ..28) S. 1648, möchte ich bemerken, daß ich im Jahre 1917 ..einer Veröffentlichung[1]) auf die Verwendbarkeit des ..*schen* Verfahrens zur angenäherten Berechnung kri-..ner Drehzahlen hingewiesen habe. Insbesondere ist .. dort der Fall längsbelasteter Wellen, Kompressoren .. Turbinenantrieb, Schiffswellen, meines Wissens zum ..en Mal eingehender behandelt und als Grenzintegral der ..druck

$$J_n = \frac{1}{2}\left[\int_0^{x_0} y''^2\,\mathrm{d}\,x - \int_0^{x_0} c^2\,y\,y''\,\mathrm{d}\,x - \frac{\mu\,\omega_k^{\,2}}{E\,J}\,y_1^{\,2}\right] = \text{Min}$$

..wandt worden. Es wurde mit dem sehr einfachen An-.. $y = f(a_i)$ der Sinusreihe, wie die dort gebrachten Ab-..ungen zeigen, schon in der ersten Näherung gute Über-..timmung mit den theoretischen Werten gefunden. Die ..retisch richtige Lösung der aus dem Variationsproblem ..ittelten Differentialgleichung

$$y'' - c^2\,y + k_1\,,\quad x = 0$$

.., $c^2 = \frac{H}{E\,J}$, H Horizontalschub, für die Durchbiegung ..er längsbelasteten Welle mit der Querkraft P in der ..te lautet

$$y = \frac{1}{2}\,\frac{P}{H}\left\{x - \frac{1}{c}\,\frac{\mathfrak{Sin}\,h\,(c\,x)}{\mathfrak{Cos}\,h\,(c\,b)}\right\} \text{ mit } b = \tfrac{1}{2} \text{ Wellenlänge.}$$

..eichnet man mit ω_{0k} die kritische Drehzahl erster Ord-..g einer Welle ohne Längsbelastung ($\pm H = 0$), so wird .. kritische Drehzahl bei Längsbelastung

$$\omega_{k(1)} = \sqrt{\omega^2_{0k(1)} \pm \frac{H}{P}\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \frac{2\,g}{2}}$$

.. brauchbare Näherungslösung für den einfachsten Fall.

$$\omega_{0k\,(1)} = \frac{\pi^4\,E\,J}{2\,l^3\,\mu}$$

..erster Näherung ist, so erhalten wir ungefähr die Werte ..“ der Zahlentafel, die *Karas* auf S. 1649 zum Beweis der ..nauigkeit der Verfahren von *Hencky* und *Ritz* anführt. In meiner Abhandlung habe ich aber auch nachgewiesen, daß im praktischen Maschinenbau eine wesentliche Beeinflussung der kritischen Drehzahl durch Längsdruck oder Zug nur selten festzustellen ist. Das Verfahren des genialen, leider viel zu früh verstorbenen Mathematikers *W. Ritz* hat aber wieder seine große praktische Bedeutung bewiesen, auf die schon früher oft hingewiesen wurde[2]).

[1]) Z. d. ö. I. u. A. V. Bd. 69 (1917) S. 610.

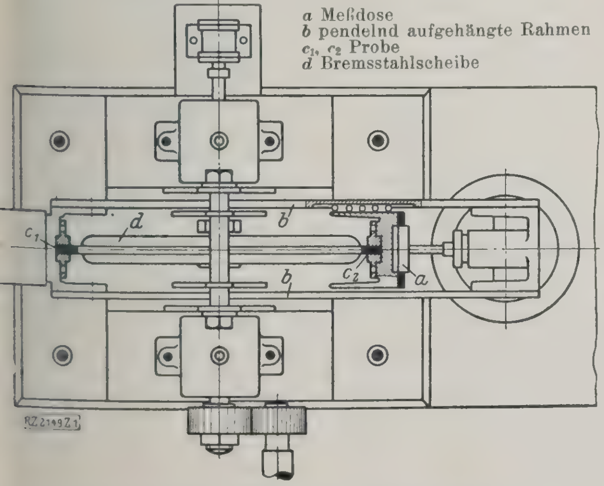


Abb. 10
Versuchsanordnung zur Prüfung von Lagermetallen bei trockener Reibung.

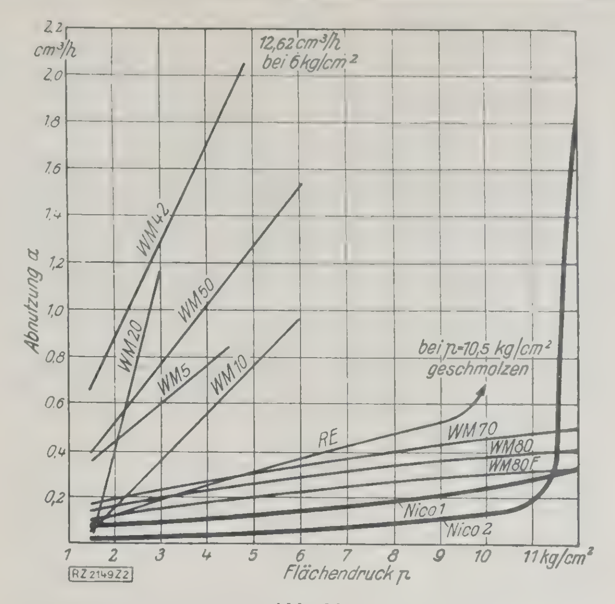


Abb. 11
Ergebnisse von Abnutzungsversuchen verschiedener Lagermetalle.

Auch die Schiefstellung der Radscheibe kann mit dem *Ritzschen* Verfahren behandelt werden. Fällt der Scheibenschwerpunkt mit der Wellenmitte zusammen, so entsteht ein Zusatzmoment $\mathfrak{M} = \Theta\,\omega^2\,y' = H\,y$, das durch eine Horizontalkraft H hervorgerufen gedacht werden kann. Der Arbeitsbetrag ist gleich

$$\frac{1}{2}\int_0^{x_0} \Theta\,\omega^2\,y'^2\,\mathrm{d}\,x\,.$$

und die Änderung des Grenzintegrals

$$J_n = \frac{1}{2}\left[\int_0^{x_0} y''^2\,E\,J\,\mathrm{d}\,x + \int_0^{x_0} \Theta\,\omega^2\,y'^2\,\mathrm{d}\,x - \int_0^{x_0} \mu\,\omega^2\,y^2\,\mathrm{d}\,x\right]$$

ergibt

$$y''''\,E\,J - \Theta\,\omega^2\,y'' - \mu\,y\,\omega^2 = 0$$

die mit *Stodola* übereinstimmende Differentialgleichung[3]), in der wieder in bekannter Weise die (a_i) nach *Ritz* in dem Ansatz $y = f(a_i)$ gerechnet werden können. Auch für Schaufelschwingungsrechnungen bei ND-Laufrädern von Dampfturbinen kann das Verfahren mit Erfolg verwendet werden. Besonders bemerkenswert erscheint mir in der Originalarbeit von *Karas*, daß dort der Nachweis gebracht wird, daß bei Stabilität der Faktor λ im Integral J_n gleich 1 wird. Bei diesen Aufgaben hört bekanntlich der Integrand auf, eine definite Form zu sein. Nach *Ritz* ist die Lösung nicht mehr eindeutig[4]), die Werte a_i kommen nur quadratisch vor, doch ist das Verfahren gut zu verwenden, wenn auch der Konvergenzbeweis von *Ritz* nicht erbracht worden ist.

Berlin-Siemensstadt *H. Melan*

Erwiderung

Auf obige Zuschrift von Dr.-Ing. *H. Melan* möchte ich erwidern[5]), daß ich in meiner Originalarbeit allerdings nicht klar genug hervorgehoben hatte, daß Dr.-Ing. *Melan* darin bereits auf die gute Verwendbarkeit des *Ritzschen* Verfahrens in diesen Fällen hingewiesen und auch mit Erfolg Gebrauch davon gemacht hatte, was hiermit gerne nachgeholt sei. Darauf, sowie auf die Mitbeachtung der Kreiselmomente aufgekeilter Scheiben werde ich außerdem noch an anderer Stelle ausführlicher zurückkommen.

[D 2261] *Karas*

[2]) Vergl. *Karman*, Z. Bd. 55 (1911) S. 1889; *Pöschl*, „Armierter Beton“ Bd. 5 (1912) S. 169; *H. Lorenz*, Z. Bd. 57 (1913) S. 543; *Stodola*, Schw. Bauztg. Bd. 63 (1914) S. 251 u. a.
[3]) Vergl. *Stodola*, Dampfturbinen, 3. Aufl. S. 160.
[4]) Vergl. *Ritz*, Paris 1913, S. 246.
[5]) Vergl. *Karas*, Zeitschrift für Bauwesen Bd. 78 (1928) S. 252, wo in Anm. [5]) bei Anführung von Arbeiten, die sich des *Ritzschen* Verfahrens bedienen, auch die Arbeit von *Melan* erwähnt ist.

Kleine Mitteilungen

Fernheizwerk für die Technische Hochschule Zürich

Da die Heizanlagen der Eidgenössischen Technischen Hochschule z. T. ersetzt und erweitert werden müssen, beauftragte das Departement des Innern die Direktion der eidg. Bauten Entwürfe für ein Fernheizwerk auszuarbeiten. Diese liegen nunmehr vor. Der erste sieht ein Fernheizwerk mit, der zweite ein solches ohne elektrische Krafterzeugung vor. Obwohl das Kraftheizwerk für Betrieb und Unterricht die beste und wirtschaftlichste Lösung darstellen würde, entschied man sich mit Rücksicht auf seine hohen Kosten von rd. 2½ Mill. ℛℳ für das reine Heizwerk. Dieses wird auf 1,17 Mill. ℛℳ veranschlagt; davon entfallen auf das Kesselhaus mit Regelraum 342 000 ℛℳ, auf die Fernheizkanäle 135 000 ℛℳ, auf die Kesselanlage 348 000 ℛℳ und auf die Heizanlage 302 000 ℛℳ.

Der Dampfkessel von 330 m² Heizfläche und 35 at Überdruck wird mit selbsttätiger Rostbeschickung und zur Aushilfe mit Ölfeuerung versehen. Seine Wärmeleistung beträgt 11 Mill. kcal/h und genügt für den Heizbedarf sämtlicher Bauten der Hochschule und des Kantonspitals, das ebenfalls angeschlossen werden soll, bis zu — 9,5 ° Außentemperatur. Zur Deckung der Spitzen bei noch tieferer Temperatur soll ein Teil der alten Heizkessel in das neue Kesselhaus verlegt werden. („Schweizerische Bauzeitung 26. Januar 1929 S. 46*.) [N 2550 a] *Lc.*

Elektrische Lokomotive von 4000 PS für die Lötschbergbahn

Zur Beförderung schwerer Schnellzüge über die Tunnelstrecke der Lötschbergbahn haben die schweizerischen Bundesbahnen vor kurzem eine elektrische Lokomotive von 4000 PS Leistung in Dienst gestellt. Sie hat sechs von je zwei Motoren angetriebene Achsen, insgesamt also zwölf Motoren, die wagerecht gelagert sind, und je eine Laufachse vorn und hinten. Die Motoren leisten je 375 PS und ergeben zusammen 24 300 kg Stunden- und 34 000 kg Anfahrzugkraft. Die beiden Achsmotoren sind in Reihe geschaltet. Die Fahrdrahtspannung beträgt 15 000 V und wird im Transformator auf 880 V herabgesetzt. Über zwölf luftbetätigte Schützen wird der Strom den Motoren zugeführt.

Das Gesamtgewicht beträgt rd. 140 t, das Reibungsgewicht 115 t, die Achsbelastung rd. 19 t, die Länge über die Puffer 20 260 mm, der Gesamtradstand 16 800 mm und der feste Radstand 4100 mm. Die Schwierigkeiten der Konstruktion, die sich aus der Notwendigkeit ergaben, die Treibräder bei 10 t Raddruck mit Rücksicht auf die starken Krümmungen möglichst klein zu halten, konnte man durch eine neue Anordnung der die Radreifen und Achse nachgiebig verbindenden Federn beheben, und zwar sind die Federn paarweise angeordnet. Das für die große Achsbelastung erforderliche Federspiel ist somit reichlich. Bei den Versuchsfahrten beförderte die Lokomotive 550 t Zuggewicht über 37 vT Steigung mit 50 km/h Fahrgeschwindigkeit. Den elektrischen Teil lieferten die Ateliers de Sécheron, Genf, den mechanischen die Breda-Werke, Mailand. („The Engineer" 25. Januar 1929 S. 97*.) [N 2550 c] *Ro.*

Straßenabnutzung durch Lastkraftwagen

Versuche des Deutschen Straßenbauverbandes, bei denen zwei Lastkraftwagen mit je 5 t Belastung und 45 km/h Geschwindigkeit, ein Lastkraftwagen mit 10 t Belastung und 35 km/h Geschwindigkeit und ein Lastkraftwagen mit 15 t Belastung und 25 km/h Geschwindigkeit vier Monate hindurch auf drei verschiedenen Versuchsbahnen und Rädern mit hochelastischen Vollgummireifen erprobt wurden, haben ergeben, daß die Straßen durch den 10 t-Wagen um 10 vH weniger als durch die beiden 5 t-Wagen abgenutzt wurden und der 15 t-Wagen die Straßen nicht wesentlich stärker abnutzte als die beiden 5 t-Wagen. Dabei war die Verkehrsbelastung der Straßen mit 2100 t täglich nahezu das Neunfache der mittleren Beanspruchung einer entsprechenden Strecke im braunschweigischen Straßennetz. Gleichzeitig mit drei Pferdefuhrwerken in Braunschweig in Angriff genommene Versuche mußten schon nach fünf Tagen abgebrochen werden, da die Straße durch die Eisenreifen beschädigt war.

Die Ergebnisse dieser Versuche dürften für die nächst bevorstehenden Beratungen über die Erhöhung zulässigen Gesamtgewichts eines Kraftfahrzeuges voll sein. [N 2550 d]

Straßenbrücke mit durchlaufendem Fa werkträger von 276 m Länge

Über den Mississippi bei St. Joseph, Mo., ist ge wärtig eine Straßenbrücke im Bau, deren zwei Ha öffnungen von je 138 m l. W. von einem durchlaufe Fachwerkträger aus Si-Stahl überspannt werden. Für Wahl des durchlaufenden Fachwerkträgers entschied Erwägung, daß sich gegenüber zwei getrennten Tragwe 25 000 $ oder rd. 7 vH der Gesamtbaukosten ersparen lie Die Ersparnis, die man durch die Verwendung von Si-S erzielte, betrug sogar 37 000 $. Alle Tragverbindu sind genietet. („Engineering News-Record" 17. Januar S. 100*.) [N 2550 e] *S*

Achtstöckiges Kühlhaus

In Chikago wurde ein achtstöckiges Kühlhaus erb in dem man in 56 630 m³ gekühlten und gelüfteten Räu rd. 1300 bis 1500 Wagenladungen lagern kann. Das bäude selbst ist rd. 78 m lang und rd. 34 m breit. Alle K räume, die den zweiten bis achten Stock umfassen, sind Kork isoliert. Den Warenverkehr bewältigen vier elektr betriebene Lastenaufzüge von je rd. 2¼ t Tragfähigkeit.

In die stärker zu kühlenden Räume wird die Sole einer Temperatur von rd. — 29 °C und in die wenige kühlenden Räume mit — 12 °C gepumpt. Obgleich das bäude vollständig feuersicher gebaut ist, hat man in a Räumen eine Sprinkleranlage eingebaut, die, da re Wasser in den Röhren einfrieren würde, mit einer K lösung gefüllt ist. Bei einer Feuersbrunst wird die An nach Verbrauch der Kalklösung selbsttätig an die Was leitung angeschlossen. („Railway Age" 12. Januar S. 140.) [N 2550 b] *Sch*

Sondergießerei für Kolbenringe

Die Firma Perfect Circle Co., Newcastle, Ind., hat Sondergießerei für Kolbenringe eingerichtet, in der täg 175 000 Kolbenringe gegossen werden können. Die For werden auf 58 Hebelpreß-Formmaschinen hergestellt, w man für die 2500 verschiedenen Größen der Kolbenri nur drei verschiedene, aber in der Befestigungsvorricht der Formmaschine gleich durchgebildete Formkästen einen, vier und sechs einzelne Kolbenringe verwendet. In halb 8 h kann ein Former täglich 1000 bis 1200 Formen stellen. Zwei Kuppelöfen von je 1524 mm Innendurchme verarbeiten täglich, von zwei Mann bedient, 24 bis 28 t stoffe, und zwar wird dreimal innerhalb 24 h gegos („The Iron Age" 17. Januar 1929 S. 201*.) [N 2550 f] *G*

Walzen von Stabeisen aus gebraucht Schienen

Die Schienen werden warm mitten zwischen Kopf Fuß gespalten. Die Walzen der Walzgerüste sind so geordnet, daß Kopf und Fuß, an denen noch ein Teil Steges sitzt, gleichzeitig gewalzt werden können. Ein Laufkran läuft durch die ganze Länge des 185 m langen 30 m breiten Gebäudes. Lange Schienen werden auf e 4,5 m gebrochen und mittels des Kranes zu einem doppel ölgefeuerten Ofen gebracht, der etwa 9 m breit und 4, lang ist. Die Schienen werden mittels Entladevorricht über einen Rollgang zur Spaltvorrichtung gebracht. Walzwerk besteht aus sechs Triogerüsten mit Walzen 255 mm Dmr., von denen vier Vorgerüste sind. Diese mit einander gekuppelt und werden unmittelbar von ei 500 PS-Gleichstrommotor angetrieben. Die zwei Fer gerüste sind ebenfalls mit einander gekuppelt und wer von einem 300 PS-Motor angetrieben, der zwischen 225 450 U/min geregelt werden kann. Ein Walzenende ist das Walzen der Köpfe und das andre zum Walzen der Schien füße kalibriert. Die Leistung des Walzwerkes beträgt 20 in neunstündiger Schicht. Gewalzt werden Rundeisen 6 bis 50 mm Dmr., Vierkanteisen ähnlicher Abmessun und Winkel von 20/20 mm bis 75/75 mm. Die Rundei werden in der Hauptsache für Eisenbeton verwendet. („ Iron Age" 17. Januar 1929 S. 208*.) [N 2550 g] *St*

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15904).

Experiment, sein Wesen und seine Geschichte. Von …go *Dingler.* München 1928, Ernst Reinhardt. 262 S. …eis 8,80 *RM.*

Es ist ein erfreuliches Zeichen, daß sich der Forscher … wieder stärker als vor einigen Jahrzehnten um die …dlagen seiner Wissenschaft bemüht. Der Gefahr ein…gen Spezialistentums wird damit entgegengetreten. …m ist die Möglichkeit gegeben, sich den Zusammenhang …r Teilarbeit mit dem Ganzen vor Augen zu führen. …tverständlich wird jeder diesen Zusammenhang anders …en. Doch liegt darin keine Gefahr. Die Sinngebung …ine Angelegenheit der Person. Erst die aus der Sinn…ng entspringenden Kräfte dienen der Gesamtheit. Sie …en es, ohne einander zu stören. Obgleich ihr Ursprung …ersönlichen wurzelt, wird die Richtung ihres Wirkens durch das objektiv Gegebene, d. h. für alle gleichmäßig, …mmt. Das vorliegende Buch bemüht sich um das eben …nzeichnete Erlebnisgebiet. Wer soll es daher anschaf…und lesen? Antwort: Jeder experimentell Arbeitende, sich mit dem Sinn seines Tuns auseinandersetzen will sich bei der Lektüre eines Buches nicht daran stößt, … die Person des Verfassers etwas stark in den Vorder…d tritt. Das läßt sich bei solchen im Persönlichen wur…len Fragen nicht immer vermeiden. Im systematischen …wird der Leser alles erfahren, was der Verfasser über …n und Bedeutung des Experiments zu sagen vermag. …kurzer Anhang spricht über die Entwicklung des Ex…ments im Verlauf der Wissenschaftsgeschichte. Gerade …Betrachtung des historischen Ablaufs kann die Heraus…itung der eigenen Stellungnahme und damit die Aus…ndersetzung mit den vorgetragenen Ansichten wesent…erleichtern. Doch nicht nur allgemein interessierte Ex…mentatoren werden zu dem Buch greifen, jeder Erkennt…eoretiker wird sich mit ihm auseinandersetzen müssen. …äre zu wünschen, daß es dieser „Erkenntnistheoretiker" …llen Berufen recht viele gäbe. [E 2299]

Viktor Engelhardt

…tsche Hochschulstatistik, Sommerhalbjahr 1928, mit text…chen Erläuterungen und graphischen Darstellungen. …erausgeg. von den Hochschulverwaltungen. Berlin 1928, …ruppe & Winkler. 459 S. Preis 18 *RM.*

Zum ersten Mal ist die Statistik der deutschen Hoch…len — Universitäten, Technische Hochschulen, Forst…, Landwirtschaftliche, Tierärztliche und Handelshoch…len sowie Bergakademien und andre Akademien — ge…melt erschienen, nachdem die Zahlen bisher nach Hoch…len oder Ländern getrennt herausgegeben wurden oder …haupt kaum zugänglich waren. Die Statistik bringt die …aben sowohl nach Hochschulen gesondert als auch nach …hschularten gesammelt; die Zahlen der Studierenden … aufgeteilt nach Fachrichtungen (Fakultäten), nach dem …ens- und Studienalter, dem Bekenntnis, der Vorbildung, …er nach dem Berufsziel, der Staatsangehörigkeit, der Be…iftigung (als Werkstudent) und nach dem Beruf des …ers; außerdem ist angegeben, wieviel Studierende un…elbar zur Hochschule gegangen sind und wieviele vor… einen Beruf ausgeübt haben. Man ersieht schon aus …er Aufzählung den Umfang des bearbeiteten Stoffes, …en Wert sich erst in der Zukunft noch recht zeigen wird, …n sich diese einheitliche Hochschulstatistik über Jahre …reckt, so daß weitgehende Vergleiche möglich sind. Er…scht wäre es, wenn die Statistik noch ausgebaut würde, …laß z. B. auch die Zahl derer erfaßt wird, die die Hoch…len nach bestandener Prüfung verlassen haben.

Die umfangreichen Zahlenangaben wie die eingehende …wertung im Text und in den Schaulinien werden allen … großem Nutzen sein, die sich irgendwie mit Fragen der …demischen Ausbildung oder des Nachwuchses zu be…en haben. [E 2480] *Parcy*

…ographien aus dem Gebiete der Fett-Chemie. Heraus…g. von *K. H. Bauer.* 10. Bd.: **Die natürlichen Harze.** …on *H. Wolff.* Stuttgart 1928, Wissenschaftliche Verlags…esellschaft. 379 S. m. 5 Abb., 4 Taf. und 5 Tab. Preis … *RM.*

Der vorliegende Band schildert den neuesten Stand der …zforschung. Da auch die analytischen Verfahren ein…end dargestellt sind, ist das Buch für den Gebrauch im …oratorium äußerst anregend und wertvoll. Der Ver…er ist fast 25 Jahre auf dem Gebiete der Harzanalyse …g, und seine reichen Erfahrungen kommen dem Inhalt …r zugute. Die Auswahl des Darzustellenden geschah einerseits nach der chemischen und anderseits nach der praktischen Bedeutung der Harze. Im allgemeinen Teile sind die chemische Erforschung, die Kennzahlen und die Löslichkeit sowie die Harze als Kolloide behandelt. Der Sonderteil umfaßt folgende, nach den Pflanzenfamilien eingeteilten Harze der Gymnospermae, Monocotylae und Dicotylae, ferner den Stocklack als tierisches Erzeugnis und Rohstoff des Schellacks. Den Schluß bilden einige Beispiele über Untersuchung von Harzgemischen, Füllungspunkt der Harze, Kapillaranalyse von Harzen und Harzgemischen und Untersuchungen über das Verhalten der Harze im Ultraviolettlicht der Analysenquarzlampe. [E 2410] *Schr.*

Die Entwicklung der elektrischen Lokomotiven und Triebwagen. Von *F. X. Saurau.* 3. Aufl. Wien 1928, „Vienna" Rudolf Jamnig. 144 S. m. 76 Abb. Preis 5,60 *RM.*

Innerhalb kurzer Zeit hat dieses Buch eine dritte Auflage erfahren, ein Zeichen, wie gern gelesen sein Inhalt ist. Mit der neuen Auflage verbindet der Verfasser eine bedeutende Erweiterung des Inhalts, indem er alle Fortschritte, insbesondere auf dem Gebiete der elektrischen Zugförderung, neu aufnimmt. Die Geschichte der Umstellung von Vollbahnen auf elektrischen Betrieb in allen beteiligten Ländern ist bis in die neueste Zeit behandelt. [E 2407] *Ro.*

Jahrbuch für Luftfahrt 1928. Herausgeg. vom Reichsverband der Deutschen Luftfahrt-Industrie unter Mitwirkung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt, des Deutschen Luftfahrt-Verbandes, des Aero-Clubs von Deutschland und des Deutschen Luftrates in Berlin. München 1928, Richard Pflaum. 277 S. m. 34 Abb. Preis 16,50 *RM.*

Das Jahrbuch für Luftfahrt 1928 enthält aus der Feder hervorragender Sachverständiger hauptsächlich den Luftverkehr behandelnde Arbeiten. Nach Aufsätzen über die Luftfahrtindustrie Deutschlands und des Auslandes folgt eine Übersicht des Luftverkehrs in fünf Weltteilen mit besonderen Abhandlungen über Deutschland, Frankreich, Italien, Holland, Österreich und Polen. Weitere Berichte erörtern die wirtschaftlichen Grundlagen des Luftverkehrs, die Verkehrsflughäfen, die Luftpost, die Bordgeräte des neuzeitlichen Verkehrsflugzeuges, die wissenschaftliche Forschung, die Wetterkunde, das Luftrecht und die Luftversicherung. Das Schlußkapitel bildet eine Zusammenstellung der Luftfahrtliteratur. Das gemeinfaßlich geschriebene Jahrbuch ist für alle am Luftverkehr Interessierten unentbehrlich. [E 2435] *Gw.*

Aus 34 Jahren Luftfahrt. Von *Georg v. Tschudi.* Berlin 1928, Reimar Hobbing. 186 S. m. 50 Abb. Preis 9 *RM.*

Das Erscheinen seiner Lebenserinnerungen hat *Tschudi* nicht mehr erlebt. Er, der nach vielen, schweren Arbeiten der Vorbereitung die erste Internationale Luftfahrt-Ausstellung 1909, Frankfurt a. M., geleitet hat, ist am 8. Oktober 1928 gestorben, ohne der Eröffnung der „Ila" 1928, Berlin, beiwohnen zu können. Selbsterlebtes wird in diesem Werk in der von *Tschudi* bekannten fesselnden und lebensfrischen Form dargestellt. Man erlebt die Entwicklung des Luftschiffes und des Flugzeuges und ersieht, daß *Tschudi* sein Leben der deutschen Luftfahrt vollkommen gewidmet hat. [E 2434] *Gw.*

Enzyklopädie der technischen Chemie. Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgeg. von *Fritz Ullmann.* 2. Aufl. 2. Bd.: Auslaugapparate bis Calciumcarbid. Berlin und Wien 1928, Urban & Schwarzenberg. 785 S. m. 309 Abb. Preis 48 *RM.*

Der vorliegende 2. Band umfaßt die Stichworte „Autogene Metallbearbeitung" bis „Calciumcarbid". Eigentlich sollte die Schreibweise von Wörtern wie Kalzium, Kadmium u. a. für alle Nachschlagewerke einheitlich geregelt werden. Es wäre zu überlegen gewesen, ob man nicht auch hier, wie es nunmehr in dem zur Zeit in neuer Auflage erscheinenden „Lexikon der gesamten Technik" von *Lueger* der Fall ist, die amtliche deutsche Rechtschreibung auf diese Wörter hätte anwenden und auf die sogenannte „gelehrte" hätte verzichten können. Manche Abbildungen entsprechen nicht dem sonstigen Hochstand des Werkes. Autotypien sind zum Teil recht schlecht wiedergegeben, zum Teil sieht man ihnen zu sehr die kritiklose Übernahme aus irgendwelchen Firmenschriften an. Im übrigen muß man nochmals die glückliche Anordnung des Stoffes in zusammengehörige Gebiete und die sehr tiefgehende Bearbeitung hervorheben. Auch die zahlreichen Angaben über Quellen und Schrifttum erhöhen den Wert des Werkes sehr, so daß es für alle Ingenieure,

deren Interessen sich irgendwie mit denen der Chemie schneiden, sowie allen Chemikern, die in der Industrie, wenn auch rein wissenschaftlich, tätig sind, ein ausgezeichneter Führer und Wegweiser bleibt. [E 2413] *Schr.*

Wie schütze ich meinen Betrieb vor Feuerschaden? Von *Rudolf Bethke.* 2. Aufl. Nürnberg 1928, E. Nister. 297 S. Preis 10 *RM.*

Die überaus günstige Beurteilung der ersten, in 14 Monaten vergriffenen Auflage dieses trefflichen Buches wird auch der soeben erschienenen 2. Auflage zuteil werden. Wenn diese auch keine grundlegenden Änderungen aufweist, so ist doch der maschinentechnische Teil des Buches, der sich mit den Wärmekraftanlagen, ihren Betriebstoffen und ihrem Feuerschutz befaßt, sachgemäß erweitert worden; auch sind die Abschnitte über den Brandschutz bei technologischen Fabriken und bei Anlagen, die mit verdichteten Gasen und feuergefährlichen Stoffen, besonders mit brennbaren Flüssigkeiten arbeiten, sehr eingehend bearbeitet.

Auch bei der zweiten Auflage des wertvollen Buches fehlt leider eine Auswahl von guten Zeichnungen und Abbildungen der wichtigsten technischen Einzelheiten des Buchinhaltes. Zweifellos würde die „Sprache des Ingenieurs" manche Erklärung kürzer und leichter verständlich gestalten, ohne daß damit Preis und Buchumfang wesentlich erhöht werden müssen. Es ist zu wünschen, daß diese Verbesserung des empfehlenswerten Buches bei der wohl bald erforderlich werdenden 3. Auflage berücksichtigt werden kann.
[E 2380] *M. Gercke*

Die Betriebspraxis der Eisen-, Stahl- und Metallgießerei. 6. H.: **Die Praxis der Herstellung von Hartguß.** Von *F. W. Friese.* Halle a. d. Saale 1928, Wilhelm Knapp. 74 S. m. 89 Abb. Preis 7 *RM.*

Die Betriebspraxis der Eisen-, Stahl- und Metallgießerei. 7. H.: **Die metallurgischen und metallographischen Grundlagen des Gußeisens.** Von *K. von Kerpely.* Halle a. d. Saale 1928, Wilhelm Knapp. 120 S. m. 135 Abb. Preis 8,90 *RM.*

Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik. 7. Bericht: **Die Eigenschaftsänderungen von Kupfer, insbesondere elektrolytisch hergestellter Kupferbleche durch Kaltwalzen und Ausglühen.** Zürich 1927. Eidgenössische Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. 43 S. m. 62 Abb. Preis 6 Fr.

Fachausschuß für Anstrichtechnik beim Verein deutscher Ingenieure, 1. H.: **Vergleichende Versuche mit Farbspritzpistolen.** Von *Paul Nettmann.* Berlin 1929, VDI-Verlag. 24 S. m. 59 Abb. und 9 Zahlentaf. Preis 3,50 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 3,15 *RM.*

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Herausgeg. von *F. Auerbach* und *W. Hort.* 7. Bd., 2. Lfg. Leipzig 1929, Johann Ambrosius Barth. 252 S. m. 68 Abb. Preis 24 *RM.*

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Herausgeg. von *F. Auerbach* und *W. Hort.* 4. Bd. 1. Lfg. Leipzig 1929, Johann Ambrosius Barth. 198 S. m. 186 Abb. Preis 20 *RM.*

Lehrbuch der physikalischen Chemie in elementarer Darstellung. Von *John Eggert.* 2. Aufl. gemeinsam bearb. mit *Lothar Hock.* Leipzig 1929, S. Hirzel. 552 S. m. 123 Abb. Preis 27 *RM.*

Engineering Chemistry. Von *Thomas B. Stillman.* 6. erweiterte Aufl. bearb. von *Albert L. Stillman.* Easton, Pa. 1928, The Chemical Publishing Co. 1093 S. m. 235 Abb. Preis 12,50 $.

Taschenbuch für Gaswerke, Kokereien, Schwelereien **Teerdestillationen 1929.** Herausgeg. von *H. Winter* Mitarbeit von *W. Fitz, L. Alberts, Fr. Müller* und *H.* *novsky.* 4. Jg. Halle a. d. Saale 1929, Wilhelm K 604 S. m. 126 Abb. Preis 7,20 *RM.*

Méthodes et Procédés Métallurgiques. Von *M. Régn* Paris 1929, Gauthier-Villars & Cie. 342 S. m. 107 Preis 60 Frcs.

Oil Refinery Specifications. Von *A. L. Nugey.* Easton The Chemical Publishing Co. 210 S. m. 34 Abb. 3,50 $.

American Lubricants. Von *L. B. Lockhart.* 3. Aufl. Ea Pa. 1927, The Chemical Publishing Co. 408 S. m. Preis 5 $.

Manuale dell' Ingegnere progettista e costruttore di Cen **Armati.** Von *G. Arosio.* Milano 1928, Ulrico Ho 396 S. m. 613 Abb. Preis 28 Lire.

Die Entwicklung der bremischen Hafenanlagen bis Baugeschichtliche Entwicklung der bremischen H anlagen. Von *Peter Hedde,* unter Mitarbeit von *Paul* Die Entwicklung der Umschlageinrichtungen in den mischen Häfen. Von *Tillmann,* unter Mitarbeit von *dressen* und *Agatz.* Sonderdruck aus dem Jahrbuch Hafenbautechnischen Gesellschaft 1926, ergänzt bis 165 S. m. 135 Abb.

Mitteilungen des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wa kraft-Verbandes, E. V. Nr. 23: **Preußische Wass nutzungsrechte, erworben durch unvordenkliche Ve rung, Ersitzung oder Verleihung staatlichen Regals.** *Leo Sternberg.* Berlin-Halensee 1928. Verbandsgesch stelle. 42 S. Preis 2 *RM.*

Précis de Construction, Calcul et Essais des Avions et dravions. Von *J. Guillemin.* Paris 1929, Gauthier-Vi & Cie. 442 S. m. 583 Abb. Preis 100 Frcs.

Schlachtblut- und Abfallstoff-Verwertung. Von *Karl Gu Turck.* Berlin 1928, Allgemeiner Industrie-Verlag. 1 m. 100 Abb. u. Tab. Preis 12 *RM.*

Deutsche Wirtschaftsbücherei 8. Bd.: **Die deutsche Te Industrie im Besitze von Aktien-Gesellschaften.** Her geg. auf Veranlassung maßgebender Textilverbä 26. Aufl. Berlin u. Leipzig 1929, Verlag für Börsen- Finanzliteratur. 603 S. Preis 25 *RM.*

Heimtechnik. Von *Ludwig Schultheiss.* München Berlin 1929, R. Oldenbourg. 158 S. m. 127 Abb. 8,50 *RM.*

Kali-Kalender 1929. 4. Jg. Bearb. von *C. Hermann.* a. d. Saale 1929, Wilhelm Knapp. 173 S. m. Tab. 5,20 *RM.*

La Pratica delle Misure Radiotecniche (Die Praxis der f technischen Messungen). Von *Giuseppe Pession.* 2. Milano 1929, Ulrico Hoepli. 411 S. m. 184 Abb. 42 Lire.

Zwölf Jahre Ruhrbergbau. Von *Hans Spethmann.* 2. Aufstand und Ausstand vor und nach dem Kapp-Pu bis zur Ruhrbesetzung. Berlin 1928, Reimar Hobb 355 S. m. Abb. Preis 8 *RM.*

Jahrbuch des Deutschen Postverbandes 1929. Bearb. *Looß.* Berlin 1928, Selbstverlag. 396 S. Preis 3 *RM.*

Meyers Lexikon. 7. Aufl. 9. Bd.: Oncken bis Reche Leipzig 1928, Bibliographisches Institut. 1659 S. m. Preis 30 *RM.*

Der Große Brockhaus. Handbuch des Wissens in zwa Bänden. 15. Aufl. 1. Bd.: A bis Ast. Leipzig F. A. Brockhaus. 780 S. m. Abb. Preis mind. 25 *RM* (skriptionspreis 22,50 *RM*).

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
EUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

3 SONNABEND, 16. FEBRUAR 1929 Nr. 7

ttätige Lichtbogen-Schweißmaschinen

Von Prof. Dr. F. NIETHAMMER, Prag

Fortschritte auf dem Nachbargebiet, dem selbsttätigen Betrieb von Widerstand-Schweißmaschinen. Die wesentlichen Teile der selbsttätigen Lichtbogen-Schweißmaschine sind der Schweißautomat, der aus dem Schweißkopf und dem Steuerkasten besteht, und der selbsttätig bewegte Schweißwagen oder das selbsttätig bewegte Tragorgan des Schweißstückes. Bei den halbselbsttätigen Schweißmaschinen fehlt in der Regel dieses zweite Element. Als Elektrode benutzt man meist Stahldraht, der von einem Bund abgewickelt wird, aber auch Kohle. Die Schweißautomaten dienen sowohl der Auftragschweißung abgenutzter Maschinenteile, vor allem der Spurkränze, aber auch der Nahtschweißung; es werden Längs-, Kreis- und Nähte beliebiger Kurven selbsttätig gezogen. Besonders erwähnt ist das Aufschweißen von Unterlegplatten auf Schwellen. Weitverbreitet ist schon die Herstellung der Gehäuse und Läufer elektrischer Maschinen und der Apparategestelle mittels selbsttätiger Lichtbogen-Schweißmaschinen. Beim selbsttätigen Schweißen ist auf besondere Güte des Schweißdrahtes zu achten; es hat sich die Benutzung einer Wasserstoff-Atmosphäre um den Lichtbogen sowie von magnetischen Blasfeldern eingebürgert. Gleichstrom ist allgemein üblich.

:hr Sie mit dem Lichtbogen schweißen, desto mehr 'en Sie." Dieser Ausspruch ist in Amerika schon prichwort geworden. Da nur geübte Facharbeiter htbogen-Handschweißung einwandfrei ausönnen, ist angesichts der schnellwachsenden Verg und der ausgezeichneten Erfolge der Lichtbogenßung das Bestreben, selbsttätig arbeitende LichtSchweißmaschinen (Schweißautomaten) zu ent-ı, ohne weiteres begreiflich. Mit den selbsttätig ıden Schweißmaschinen kann man die Arbeitsindigkeit wesentlich steigern und bei größerer tärke eine bessere, gleichförmigere Schweißarbeit en[1]).

e elektrischen Widerstand-Schweißmaschinen[2]) schon seit geraumer Zeit Einrichtungen, mittels sie mehr und mehr selbsttätig arbeiten. Die Werk- werden selbsttätig durch Vorrichtungen mit en, Nocken und Magnethaltern ein- und ausnt. Das Anpressen der Elektroden an das Werkder Vorschub des Werkstückes oder der Elektroden fortlaufend über geeignete Übersetzungselemente Druckluft oder Druckwasser oder mit Elektroma-

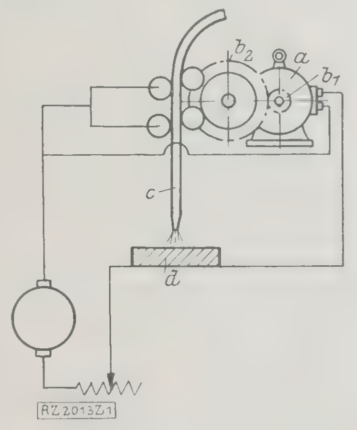


Abb. 1
Schema einer selbsttätigen Lichtbogen-Schweißanlage (General Electric Co.).

a Hilfsmotor
b_1, b_2 Zahnräder
c Schweißdraht
d zu schweißendes Werkstück

gneten und vor allem mit Elektromotoren, so daß man nur Druckknöpfe oder sinnfällig bewegte Hebel zu bedienen braucht. Die Leistungsfähigkeit wird so leicht um 40 bis 50 vH gesteigert und die Gleichmäßigkeit der Ware gesichert. Beim Rollenschrittverfahren für Längsnähte kommt man auf Schweißgeschwindigkeiten von 6 m/min. Es gibt amerikanische Punktschweißmaschinen zur Herstellung feuersicherer Türen, die 17 Paare Elektroden und 9 Schweißtransformatoren haben; sie stellen 1088 Schweißstellen in 1 min her. Die Bleche und Werkstücke führt man der Schweißmaschine mittels absatzweise arbeitender Walzen- oder Bandförderung zu.

Die vollkommen selbsttätig arbeitende Lichtbogen-Schweißmaschine, der „Vollautomat", gleicht im Aufbau der selbsttätig arbeitenden Werkzeugmaschine mit angebauten Hebe- und Fördervorrichtungen, allerdings ist die Schweißgeschwindigkeit wesentlich geringer als die Dreh- und Hobelgeschwindigkeit. Gegenüber den Handschweißgeräten handelt es sich bei der Schweißmaschine um zwei wesentliche Einrichtungen: den Schweißautomaten sowie den selbsttätig bewegten Schweiß- oder Tragwagen.

a) Der Schweißautomat.

An Stelle des mit der Hand geführten Schweißkolbens (der Schweißzange) mit kurzem oft zu erneuerndem Elektrodenstift tritt das selbsttätige Zünden und Nachstellen des Lichtbogens einer endlosen Eisenelektrode, die fortlaufend von einer Schweißdrahtrolle, von

[1]) Vergl. *E. Rosenberg:* Maschinelle Auftrags- und Nahtschweißung trischem Lichtbogen; „Elektrotechnik und Maschinenbau" Wien nderheft Schweißtechnik S. 29.
[2]) Z. Bd. 72 (1928) S. 305.

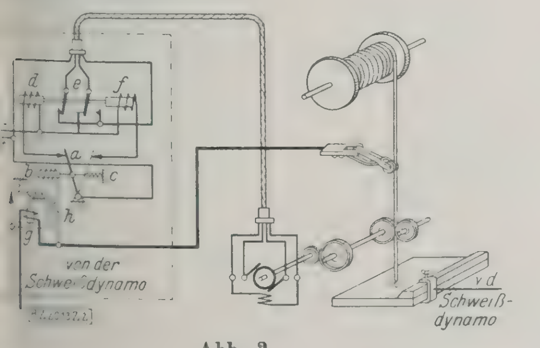


Abb. 2
Schema der selbsttätigen Schweißvorrichtung der Siemens-Schuckertwerke.

ontaktrelais
ule an Lichtbogenspannung
egenfeder
ule zum Verkürzen
s Lichtbogens
e doppelpoliger Umschalter
f Spule zum Verlängern des Lichtbogens
g Stromrelais
h Widerstand

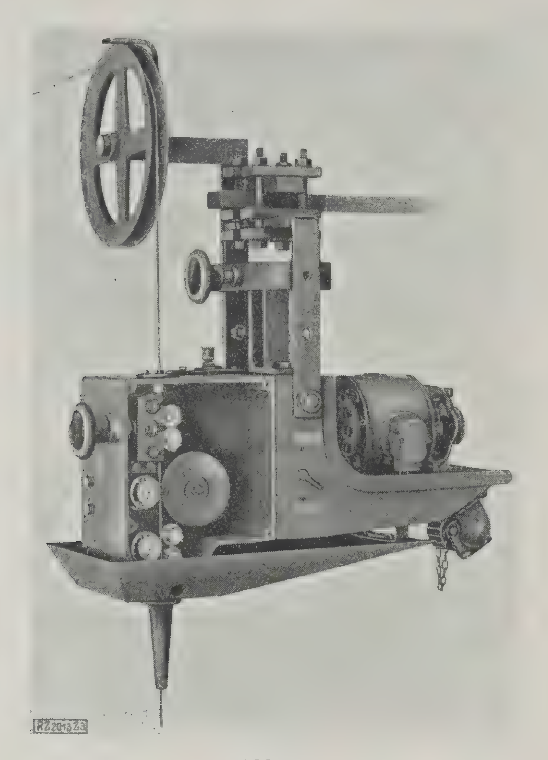


Abb. 3
Schweißkopf des Lichtbogen-Schweißautomaten der Siemens-Schuckertwerke, geöffnet.

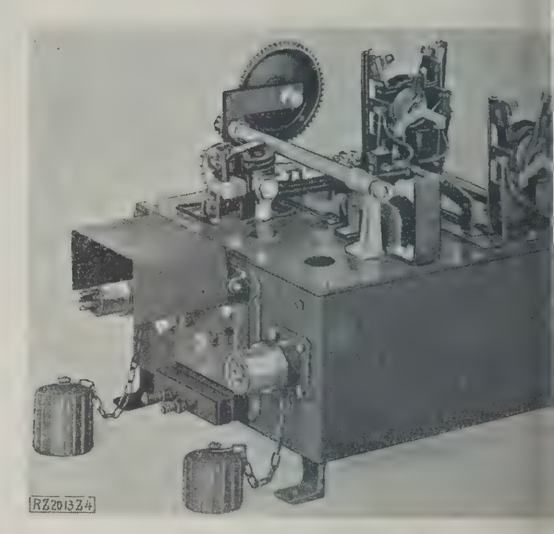
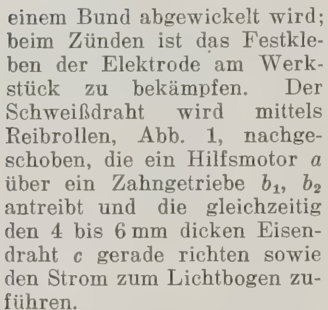


Abb. 4
Steuerkasten des Lichtbogen-Schweißautomate[n] der Siemens-Schuckertwerke, geöffnet.



einem Bund abgewickelt wird; beim Zünden ist das Festkleben der Elektrode am Werkstück zu bekämpfen. Der Schweißdraht wird mittels Reibrollen, Abb. 1, nachgeschoben, die ein Hilfsmotor *a* über ein Zahngetriebe b_1, b_2 antreibt und die gleichzeitig den 4 bis 6 mm dicken Eisendraht *c* gerade richten sowie den Strom zum Lichtbogen zuführen.

Abb. 2 zeigt das Schema[3]) für die Schaltung des umsteuerbaren Drahtvorschubmotors der Siemens-Schuckertwerke (SSW) und der Stromzufuhr zum Schweißdraht mit einer besonderen Rolle. Der wesentliche Bestandteil einer solchen Steuerung ist das Kontaktrelais *a*, dessen Kontaktstellung von dem Verhältnis der Zugkraft einer Spule *b* und einer Gegenfeder *c* abhängt. Überwiegt die Zugkraft der Spule die der Feder, dann wird der Kontakthebel gegen den linken Kontakt gedrückt, dadurch die Wicklung der Spule *d* erregt und der doppelpolige Umschalter *e* nach links geschaltet. Dadurch wird der Motor so eingeschaltet, daß er den Draht dem Werkstück nähert. Überwiegt hingegen die Federspannung, dann wird der Kontakthebel *a* und durch die dadurch bedingte Erregung der Spule *f* auch der Umschalter nach rechts gelegt und der Motor so umgesteuert, daß [der] Draht vom Werkstück wegzieht.

Die Spule *b* wird an die Klemmen der S[chweiß]maschine gelegt und die Zugkraft von Spule und [Feder] so eingestellt, daß bei einer bestimmten Lichtbog[en-]

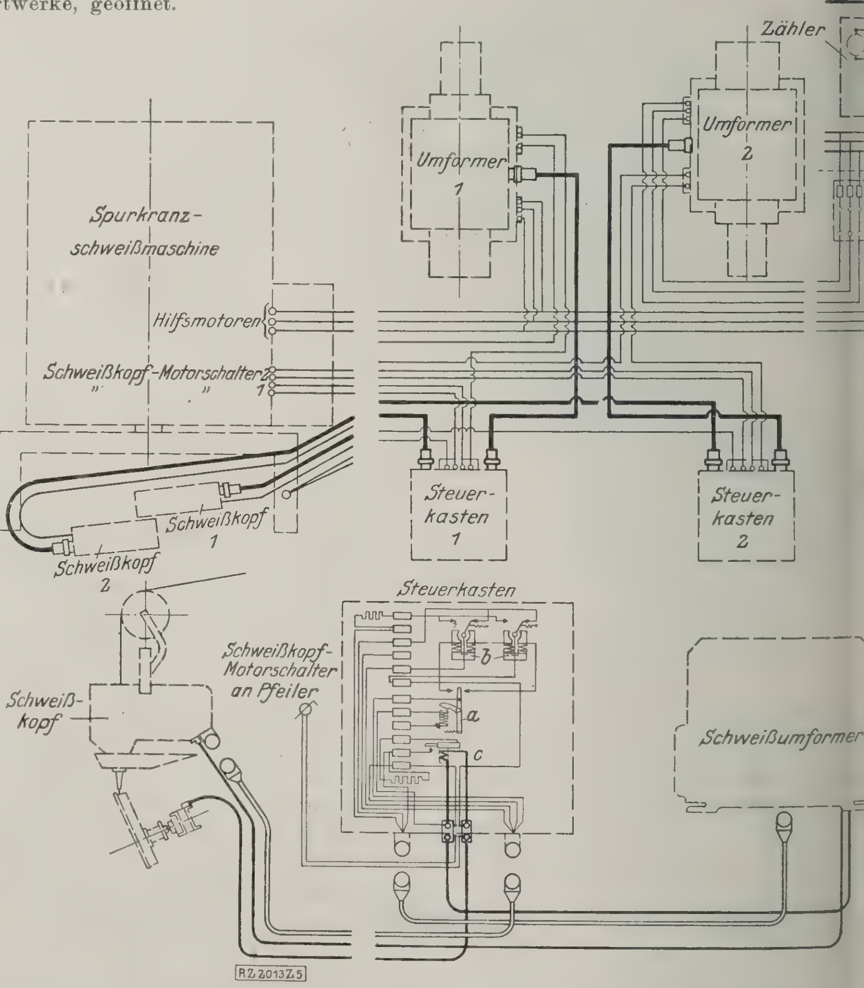


Abb. 5
Schaltschema des Lichtbogen-Schweißautomaten der Siemens-Schuckertwerke, angewendet auf eine Spurkranz-Schweißmaschine der Firma Stahl & Eisen Handelsges. m. b. H., Nürnberg, für Drehstrom.
a Spannungsrelais *b* zwei Schaltrelais mit Z-Anker *c* Stromrelais

[3]) *K. Meller*, Elektrische Lichtbogen-Schweißung (Leipzig 1925) S. 81.

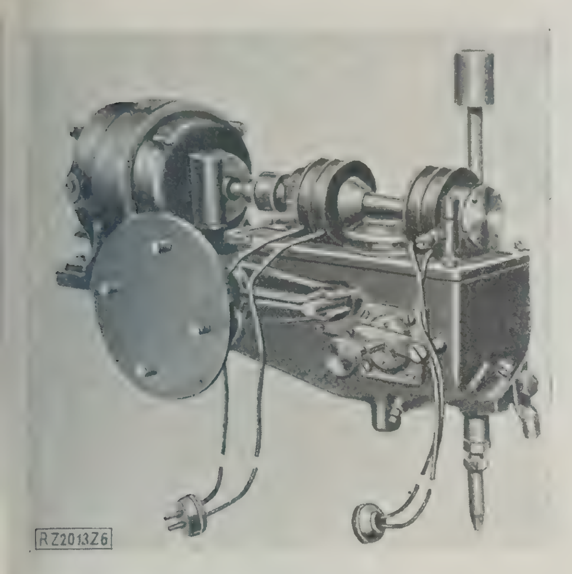


Abb. 6
Schweißkopf der General Electric Co., geöffnet.

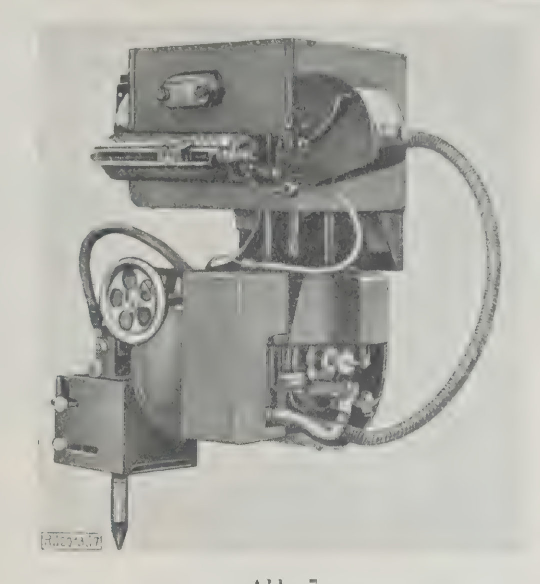


Abb. 7
Schweißkopf für Drahtschweißung mit Lichtbogen-Ziehspule der Firma Elin, Weiz, Steiermark.

…d der dadurch bedingten Lichtbogen- oder Maschinen…annung der Kontakthebel a sich in der Mittellage …wischen den beiden Kontakten befindet. Wird der Licht…gen länger und steigt dementsprechend die Spannung …r Maschine, dann wird ein stärkerer Strom durch die …ule fließen; dadurch wird die Zugkraft der Spule so …nge wachsen, bis der Kontakthebel nach links gelegt …ird. Umgekehrt wird mit abnehmender Lichtbogen…nge die Spannung an der Maschine niedriger, der Strom … der Spule und damit die Zugkraft kleiner, bis die …eder den Hebel und damit den Motor umschaltet. Der …echsel zwischen Vor- und Rücklauf geht im praktischen …etrieb so schnell vor sich, das sich eine mittlere Licht…genlänge einstellt.

Um bei einer Unterbrechung des Schweißvorganges …e Vorrichtung in Gang bringen zu können, ist noch das …romrelais g und der Widerstand h vorgesehen. Fließt …ein Strom durch den Schweißdraht, dann wird der Kon…kt des Stromrelais unterbrochen und die Spule über …n Widerstand an die Leerlaufspannung der Schweiß…aschine angeschlossen. Der Widerstand ist so be…essen, daß die Zugkraft der Spule überwiegt und der …otor so eingeschaltet wird, daß sich der Draht vor…hiebt. Berührt der Draht das Werkstück, dann wird …er Schweißstromkreis geschlossen, dadurch der Wider…and h kurzgeschlossen und so die normale Regelung …ingeschaltet.

Der neue Siemens-Lichtbogen-Schweißautomat[4]) be…eht aus einem Schweißkopf, Abb. 3, und einem davon …etrennten Steuerkasten, Abb. 4; die elektrische Schal…ung des SSW-Schweißautomaten, das Zusammenwirken …on Schweißkopf, Steuerkasten und Schweißumformer, …ngewendet auf eine Spurkranz-Schweißmaschine der …irma Stahl & Eisen Handelsges. m. b. H., Nürnberg, …eigt Abb. 5. Der Schweißdraht läuft von der Führungs…olle durch eine Eintrittsdüse, Abb. 3, in das Schweiß…opfgehäuse, wo ihn zunächst zwei feste und drei durch …in Handrad der Drahtdicke entsprechend einstellbare …ollen geraderichten. Darunter sieht man das gehärtete, …it scharfen Zähnen versehene Förderrad, gegen das …er Schweißdraht durch ein auf einem Exzenter sitzen…es Kugellager mit starker Feder gepreßt wird. Der …echts sichtbare Motor, Abb. 3, ein Gleichstromneben…chlußmotor mit elektrischer Umsteuerung und Geschwin…igkeitsregelung, der durch den links davon sitzenden …chalter ein- und ausgeschaltet wird, dreht über zwei …chneckenradvorgelege das Förderrad, das den Draht …or- und rückwärts bewegt. Zu unterst sind zwei eben…alls mit Gegendruck-Kugellager angepreßte Stromzu…ührungsrollen aus Hartkupfer eingebaut, die gemeinsam mit dem Förderrad und den Geraderichtrollen den Stromübergang zum Schweißdraht vermitteln. Zuletzt läuft der Schweißdraht durch die Schweißdüse, über die er 25 bis 30 mm vorstehen soll. Der Aufhängebügel, der isoliert befestigt werden muß, kann durch Drehen an einem Handrad in kleinen Grenzen verstellt werden. Die untere Blechabdeckung dient als Wärmeschutz, um das Gerät vor der beim Schweißen auftretenden Hitze und den Metalldämpfen zu schützen. Man kann auch eine Wasserkühlanlage einbauen. Das Kabel des Schweißstromes schließt man an eine hinten angebrachte Anschlußschraube und das für den Motor an eine fünffache Anschluß-Steckdose mit beweglichen Kabeln, Abb. 5.

[4]) DRP Nr. 449 929.

Der in einem Blechkasten abgeschlossene Steuerkasten, Abb. 4, enthält:

1. das Spannungsrelais a, Abb. 5, das die Lichtbogenspannung beim Schweißen auf 20 bis 25 V gleichbleibend einstellt; die Schweißspannung regelt man durch Verstellen der Relaisfeder mit einem Dreikantschlüssel.
2. Die zwei Schaltrelais b, Abb. 5, mit **Z**-Anker- und Kupferkontakten steuern den Drahtvorschubmotor im Schweißkopf beim Schweißen vor- und rückwärts.
3. Das Stromrelais c, Abb. 5, dessen Spule vom Schweißstrom durchflossen wird, schaltet beim Abreißen des Lichtbogens zum Schutz einen großen Widerstand vor das Spannungsrelais, so daß sich eine Zündspannung (Leerlaufspannung) von 60 bis 95 V einstellen kann. Das Schweißstromkabel wird an den Steuerkasten in einem außen angebrachten Kabelanschlußkasten angeschlossen; für den Anschluß der Relais sind zwei Steckdosen, eine mit Hülsen, die andre mit Stiften, vorhanden.

Der Drahtvorschubmotor des Schweißkopfes bei der Bauart der General Electric Co., Abb. 6, arbeitet in Verbindung mit einer magnetischen Wendekupplung und einem Wechselgetriebe für drei Geschwindigkeiten, so daß man auch einen Motor mit Kurzschlußanker benutzen kann. Die Schweißgeschwindigkeit läßt sich auch durch regelmäßiges Stillsetzen oder Umsteuern des Drahtvorschubmotors regeln, vereinzelt verwendet man auch einen Gleichstrom-Reihenschlußmotor mit Vorschaltwiderstand. In Abb. 1 wird der nicht umsteuerbare Vorschubmotor von der Lichtbogenspannung selbst betätigt, so daß er den Vorschub bei wachsender Bogenspannung rascher besorgt. Beim Beginn des Schweißens treibt der Motor den Draht soweit vor, bis er das Werkstück berührt. In diesem Augenblick wird die Motorspannung null und der Motor bleibt stehen, worauf die Drahtkuppe abbrennt und damit der Lichtbogen eingeleitet wird.

Sicherer ist es, den Lichtbogen wie bei manchen Bogenlampen durch einen Elektromagneten in Reihe mit dem Bogenstrom ziehen zu lassen, indem er den Schweißkopf einige Millimeter hebt. Reißt der Lichtbogen ab, so läßt die Magnetspule den Schweißkopf fallen und der Zündvorgang wiederholt sich. In dieser Art ist der Schweißkopf der Firma Elin, Weiz, Abb. 7, ausgerüstet.

Man kann der Schweißdüse oder dem ganzen Schweißkopf durch Kurbel oder Exzenter oder einen Elektromagneten eine hin- und hergehende Bewegung, eine Art Zitterbewegung, zur Herstellung einer Schweißnaht in Wellenform, erteilen.

Bei Kohlenelektroden, deren Abbrand gering ist, stellt man häufig die Elektrode während des Durchschweißens einer Naht nicht nach. Sie dienen übrigens vor allem auch zum Schneiden von geraden, kreis- und kurvenförmigen Trennfugen in Metall- und Werkstücken.

b) Der selbsttätig bewegte Schweiß- oder Tragwagen.

Die unsichere Führung des Schweißkolbens mit der Hand wird in der Schweißmaschine ersetzt durch die selbsttätige maschinelle Bewegung des Schweißkopfs gegen das Werkstück, bei festem Schweißkopf in drehbankähnlicher Ausführung der Rundnähte, nach der Art der Hobel- und Stoßmaschine bei Längsnähten oder mittels eines Mechanismus wie bei der Ausleger-Bohr- oder Querhobelmaschine, wenn der Schweißkopf beweglich ist. Den auf einem Wagen befestigten Schweißkopf bewegt ein Fahrmotor wie eine Laufkatze auf einem Bock- oder Krangerüst längs einer wagerechten oder lotrechten Längsschweißnaht, oder ein Schwenkmotor (Drehmotor) auf einem Drehgestell längs einer Kreis- oder beliebigen Kurvenschweißnaht, z. B. mit Rollen in einer rinnenförmigen Kurvenschablone.

Der Schweißstrom und der Strom zum Fahrmotor werden durch bewegliche Kabel oder Schleifdrähte mit Stromabnehmerrollen oder Schleifhülsen und bei kreisender Bewegung mit Schleifringen und Schleifbürsten zugeführt. Die Stromzufuhr entfällt oder vereinfacht sich, wenn man das Werkstück gegenüber dem stillstehenden Schweißkopf bewegt, z. B. auf einer Drehscheibe oder einem runden Tisch durch einen Motor dreht. Der antreibende Fahr- oder Drehmotor muß umsteuerbar und zwecks Anpassung an verschiedene Arbeiten möglichst in der Geschwindigkeit regelbar sein; er wird mittels Steuerwalze, Schützen oder Druckknöpfe betätigt. Der Fahrmotor ist gegen den Drahtvorschubmotor so zu verriegeln, daß die Fahrbewegung erst nach Eintritt der Lichtbogenbildung möglich wird. Beim Abreißen des Lichtbogens soll die Fortbewegung aufhören, der Schweißkopf sich etwas zurückbewegen und dann von neuem mit der Schweißung einsetzen.

Es gibt auch sogenannte halbselbsttätige Schweißmaschinen, z. B. Schweißpistolen, die mit der Hand längs der Schweißnaht geführt werden, aber mit selbsttätigem Drahtnachschub ausgerüstet sind. — An manchen Schweißmaschinen hat man Vorrichtungen zum Festklemmen und Zusammendrücken der Schweißstücke und Schweißendflächen mit kegeligen Preß- und Ziehringen (DRP Nr. 448 066 für Längsnähte an Zylindern) und r Klammern eingebaut, wobei auch Druckluft und Dru wasser benutzt werden. Die Werkstücke führt man m tels Rollen- und Bandförderer zu und fort. Die Schwei maschine muß in allen Fällen so abgedeckt werden, d man mit ihr auch im Freien arbeiten kann.

Schweißmaschinen mit Kohlenelektrode

Zum Zusammenschweißen von Boden und Zylind wand sowie des Verstärkungsringes eines Blechfass Abb. 8 und 9, mittels Kohlenelektrode wird das Faß a den Drehscheibentisch der von der Firma Elin, We gebauten Faßschweißmaschine, Abb. 10, gestellt. I Kreisschweißnaht wird mit 250 bis 666 mm/min Geschwi digkeit unter dem langen Lichtbogen der 12 bis 16 m dicken für eine Schweißung festeingestellten Kohlenele trode bei 200 bis 400 A und 50 bis 60 V gezogen. D Schweißkopf mit magnetischem Gebläse und Wasserkü lung, Abb. 11, ist zusammen mit der Führungsrolle m der Hand einstellbar, so daß er den Unregelmäßigkeit des Faßrandes folgen kann. Die elektrische Schaltung d Faßschweißmaschine zeigt Abb. 12.

In der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschine bau“, Wien, Bd. 47 (1929), Nr. 3, S. 60, beschreibt *R. Rei* die Verwendung der Elin-Rundschweißmaschine, Abb. zur Herstellung von Stahlblechrädern, die nur ein Fünf der Gußeisenräder kosten.

Grundsätzlich die gleiche Einrichtung hat eine Läng nahtschweißmaschine der Firma Elin, Weiz, zur He stellung der Wellblech-Ölkessel für Öltransformatore Das umgebördelte Blech bewegt sich unter dem fe stehenden Schweißkopf mit gleich großer Geschwindi keit fort. Bei 1 mm Blechdicke hat die Kohlenele trode 4 mm Dmr. bei 35 V. Der Lichtbogen wird dur ein Spannungsrelais, das einen Elektroden-Nachschu motor steuert, auf gleich hoher Spannung gehalten.

Auftragschweißung

Die selbsttätigen Schweißeinrichtungen, Abb. 3 bis wurden von den Siemens-Schuckertwerken zunächst Schweißmaschinen für die Instandsetzung abgenutzt Maschinenteile zusammengebaut und in Eisenbahn- u Maschinen-Ausbesserwerkstätten zur Auftragschwe ßung verwendet. Die Rollenschweißmaschine der Firm Siemens-Schuckert, Abb. 13, dient zum Aufschweißen abgenutzten Leitrollen von Baggern. In dem Tisc kasten ist ein Motor mit Zwischengetriebe zum Dreh der lotrechten Spindel, auf die die Leitrollen aufgeset werden, eingebaut; der Motor treibt auch die kreisen Drahtbürste zum Reinigen der Rolle über eine biegsa Welle, wodurch gleichzeitig der Rolle der Strom zug führt wird, an. Durch den vorn sichtbaren Hebel ka über ein Zwischenvorgelege die Umfangsgeschwindigke der zu erneuernden Rolle geändert werden, während m den beiden Handrädern der Schweißkopf und die Drah bürste wagerecht verschoben werden, damit Rollen ve schiedenen Durchmessers aufgeschweißt werden könne Eine Weiterentwicklung zum gleichzeitigen Aufschweiß von zwei abgenutzten Leitrollen und Rollen von Eise

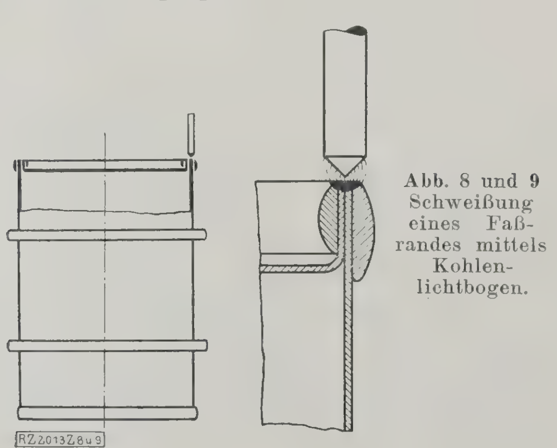


Abb. 8 und 9 Schweißung eines Faßrandes mittels Kohlenlichtbogen.

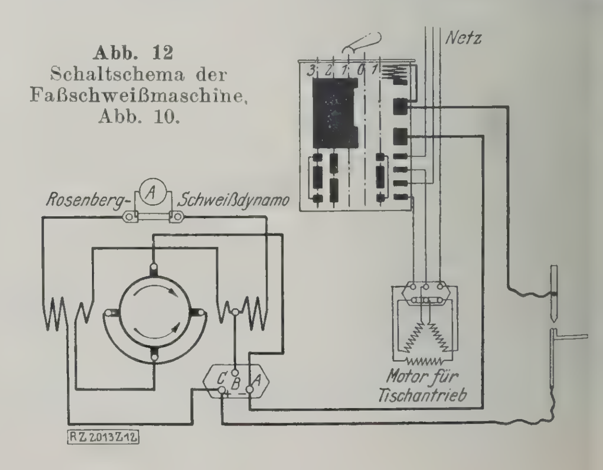
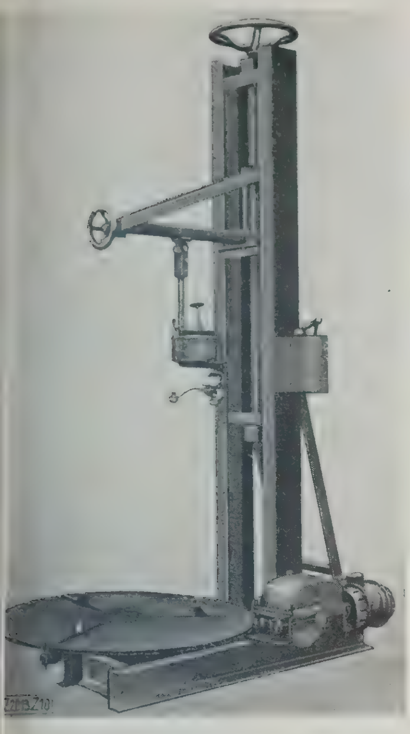


Abb. 12 Schaltschema der Faßschweißmaschine, Abb. 10.



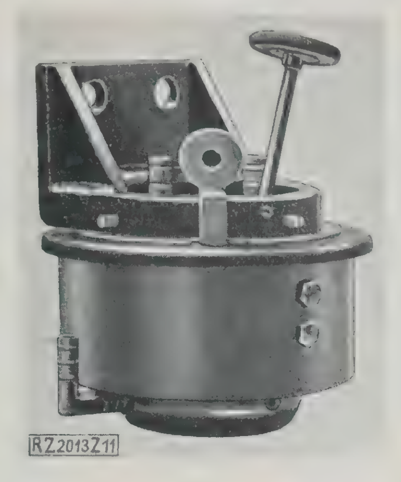
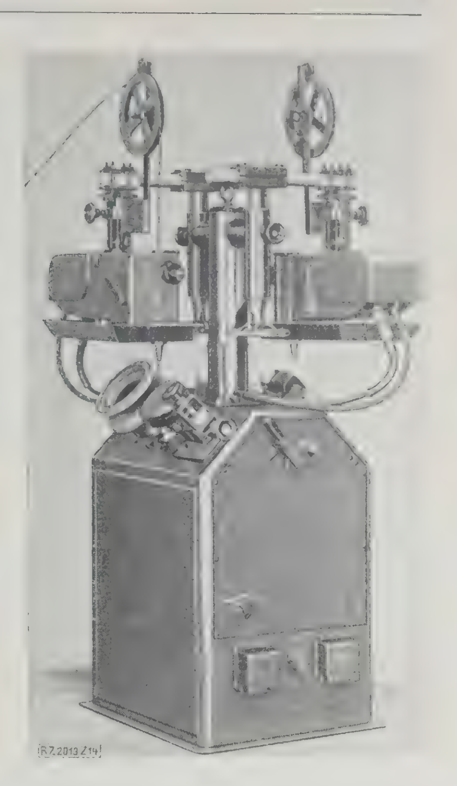


Abb. 11
Schweißkopf mit Kohlenelektrode der Faßschweißmaschine, Abb. 10, mit magnetischem Gebläse und Wasserkühlung.

Abb. 14 (rechts)
Selbsttätige Auftragschweißmaschine mit zwei Schweißköpfen zum gleichzeitigen Schweißen von zwei Rollen, gebaut von den Siemens-Schuckertwerken.



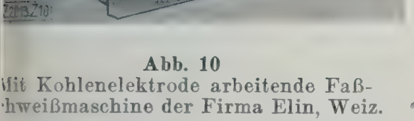


Abb. 10
Mit Kohlenelektrode arbeitende Faßschweißmaschine der Firma Elin, Weiz.

ahnloren zeigt Abb. 14. Die Motoren zum Drehen der ollen und der Drahtbürsten sitzen in einem Gehäuse. ie abgenutzten Rollen werden auf Futter aufgespannt nd die Drahtbürsten mittels Handräder eingestellt. Das estänge, an dem die Schweißköpfe befestigt sind, ist in er Höhe verstellbar.

Die elektrische Auftragschweißung abgenutzter Spurränze bedeutet eine ganz erhebliche Ersparnis und hat ich schon vielfach eingebürgert. Für diesen Zweck haben ie Siemens-Schuckertwerke eine selbsttätige Spurkranzchweißmaschine für die Instandsetzung von Förderwagenädern, Abb. 15, durchgebildet. Der Radsatz wird in wageechter Lage von einem halbkreisförmigen Bügel in Körerspitzen mit verstellbaren Schraubenspindeln gefaßt, worauf der Bügel mit dem Radsatz so gedreht wird, daß man den aufgehängten Schweißkopf und die Reinigungsbürste richtig anstellen kann. Eine Reibrolle, die ein Motor über ein Schneckenvorgelege antreibt, dreht den Radsatz während des Schweißvorganges.

Die Firma Stahl & Eisen, Handelsges. m. b. H., Nürnberg, baut für die Eisenbahnwerkstätten vollständige Anlagen von Spurkranz-Schweißmaschinen, Abb. 16 bis 18, mit einem kräftigen Eisengerüst, an dem zwei Schweißköpfe k_1 und k_2, Bauart SSW, hängen. Der auf einem Gleis angerollte Radsatz wird in einen drehbaren U-förmigen Bügel *b* eingespannt, der über zwei Schneckengetriebe vom Schwenkmotor *s* mittels der Steuerwalze *o* um die Königswelle *d* in die richtige Schrägstellung geschwenkt wird, so daß ein Heruntertropfen des aufgebrachten Werkstoffes vor dem Erstarren ausgeschlossen ist. Bei der erstgebauten Schweißmaschine wurde der Radsatz mittels eines Kranes in einen schwenkbaren Wagen eingespannt.



Abb. 13
Selbsttätige Auftragschweißmaschine der Siemens-Schuckertwerke für Leitrollen.

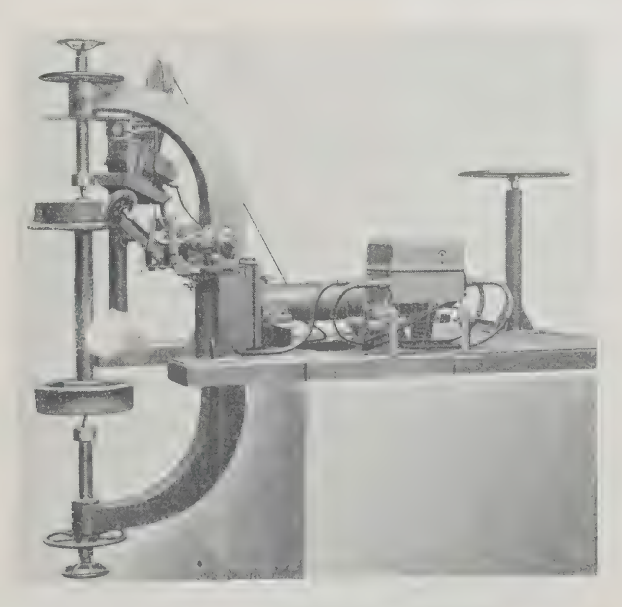


Abb. 15
Selbsttätige Spurkranz-Schweißmaschine der Siemens-Schuckertwerke.

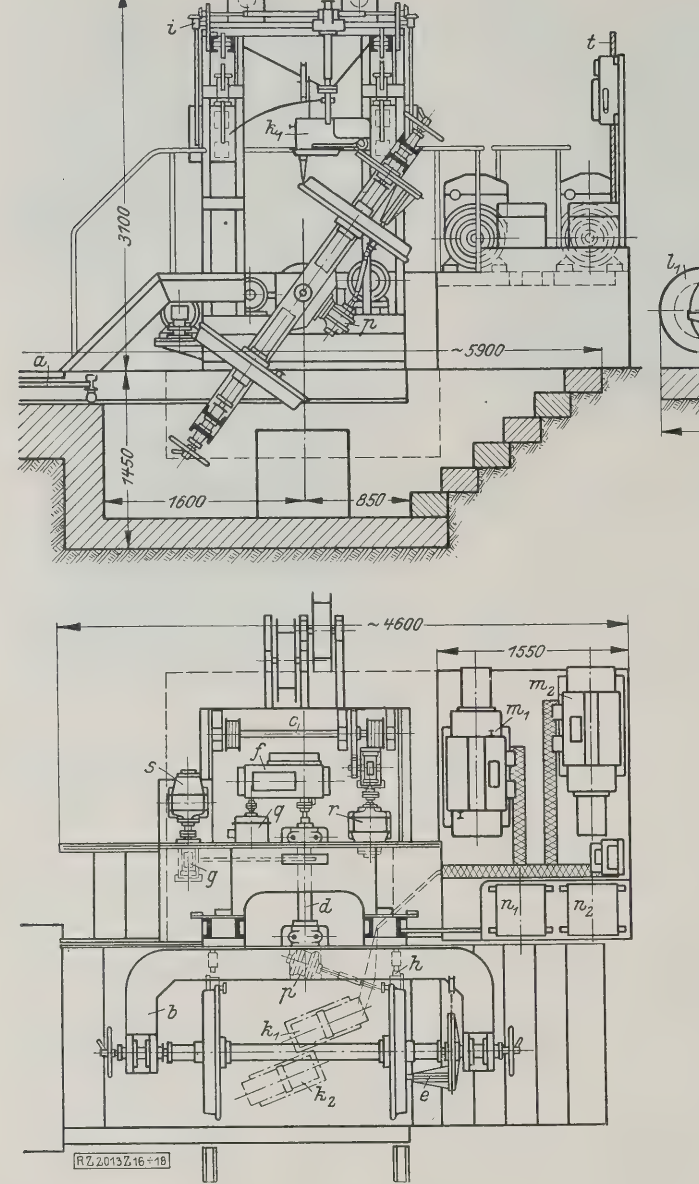


Abb. 16 bis 18

Selbsttätige Spurkranz-Schweißmaschine der Firma Stahl & Eisen, Handelsges. m. b. H., Nürnberg. Spurweite 1435 mm, größter zu schweißender Rad-Dmr. 1000 mm, Hubgeschwindigkeit 3,5 m/min, Tragkraft des Hubwerks 1400 kg, Schweißgeschwindigkeit 140 bis 260 mm/min, Dauer einer Radsatzumdrehung 8,5 bis 22 min, Kraftbedarf bei einem Lichtbogen 17 kW, bei zwei Lichtbogen 29 kW, Schweißdrahtdicke 4 bis 5 mm.

a Schiebebühne
b Bügel zum Einspannen des Radsatzes
c Hubwerk
d Königswelle
e Triebarm
f Drehvorrichtung
g Schwenkvorrichtung für den Bügel
h Bürstvorrichtung
i Schweißkopfbewegung
k_1, k_2 Schweißköpfe
l_1, l_2 Schweißdrahttrommeln
m_1, m_2 Schweißumformer
n_1, n_2 Relais
o Steuerwalzen
p Bürstenmotor
q Drehmotor
r Hubmotor
s Schwenkmotor
t Kabelanschluß

Mittels eines Hubwerkes *c*, bestehend aus zwei Seiltrommeln und dem Hubmotor *r* sowie Schnecken- und Stirnradvorgelege und Steuerwalze *o* mit Kettenzug wird der Radsatz mit 3,5 m/min Hubgeschwindigkeit in die Spitzenhöhe gebracht. Die umlaufende Bürstvorrichtung *h* zum Reinigen der Schweißstelle betreibt der Motor *p* mit einer Gelenkwelle.

Während des Schweißvorganges wird der Radsatz mit einer von 140 bis 260 mm/min regelbaren Geschwindigkeit entsprechend einer Radsatzumdrehung in 22 bis 8,5 min durch eine als Kettenrad ausgebildete Mitnehmerscheibe mit dem Triebarm *e* gedreht; der Antrieb erfolgt durch den umsteuerbaren Drehmotor *q* mit dem Getriebe *f* durch die hohle Königswelle und dann mittels Kegelräder. Die Schweißköpfe k_1, k_2 sind am Ausleger mit Handrad, Kardangelenk und Kegelrädern senkrecht und wagerecht verstellbar; durch eine biegsame Welle lassen sich die Schweißköpfe um einen gewissen Winkel schrägstellen. Der auf isolierten Blechtrommeln l_1, l_2 aufgewickelte Schweißdraht wird über Rollen zu den isoliert aufgehängten Schweißköpfen geführt. Durch Abnehmen einer Seitenwand der Trommeln lassen sich neue Drahtringe rasch auflegen. Die elektrische Schaltung ist bereits in Abb. 5 wiedergegeben.

Man schweißt in der Regel von der Hohlkehle aus auf, bei wenig abgenutzten Rädern genügen 4 bis 5 Raupen, sonst 8 bis 15 Raupen. Bei mehr als einer Raupenschicht

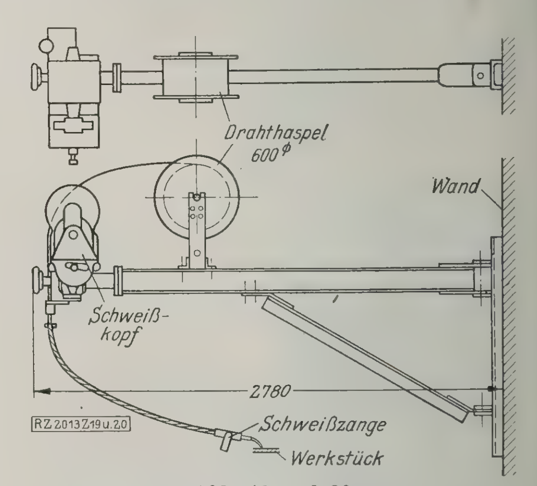


Abb. 19 und 20

Halbselbsttätige Schweißeinrichtung zum Schweißen von Rohrnähten der General Electric Co., vertreten von der AEG, Berlin.

werden die neuen Raupen zwischen die früheren geleg Bei 3 bis 5 mm Lichtbogenlänge braucht man 160 bis 180 A Der Schweißer ist mit einem Asbestanzug und Holzschuhen Schweißerkappe und Brille zu schützen. Ein Segeltuch u die Maschine dient zum Abfangen der Funken. Jed Schweißmaschine bearbeitet in 8 h sechs Wagenradreife oder etwa drei G 10-Lokomotivreifen. Für einen Wager radreifen werden in 1,5 h Laufzeit etwa 40 m Schweiß draht von 4 bis 5 mm Dmr. und 20 kWh verbraucht.

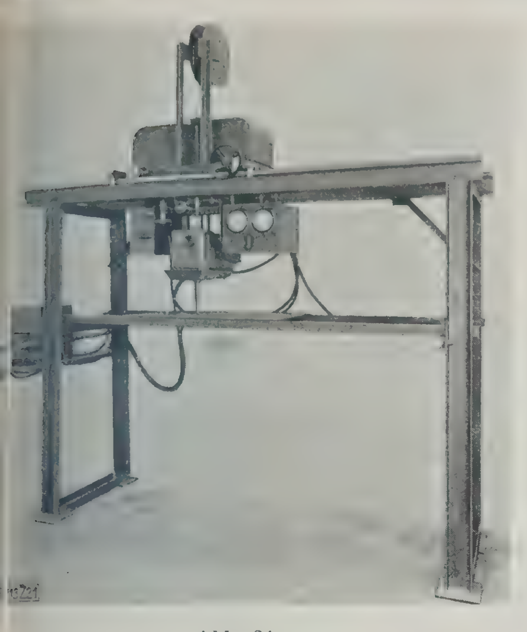


Abb. 21
Selbsttätige Längsnaht-Schweißmaschine,
Bauart SSW.

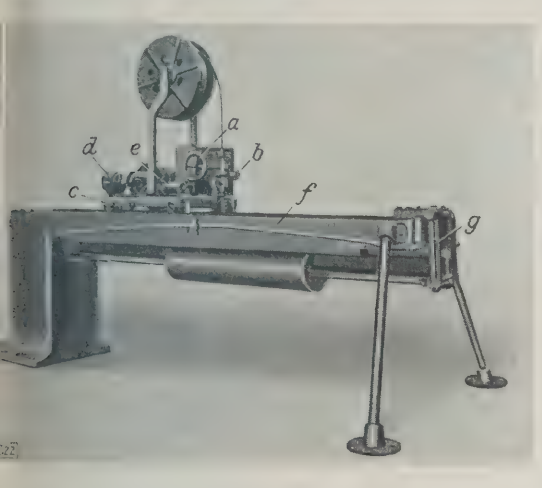


Abb. 22
…sttätige Längsnaht-Schweißmaschine der Westinghouse Electric & Mfg. Co.

a Handrad zum Inbetriebsetzen des Vorschubmotors für den Schweißdraht
b Rädchen zum Einstellen verschiedener Drahtdicken
c Wagen
d Umsteuermotor
e Steuerwalze
f Klemmbacken
g Sicherheitshebel

Längs- und Kurvennahtschweißmaschinen

…m Schweißen der Längs- und Rundnähte an Kes…nd Rohren mit großem Durchmesser verwendet man …lbselbsttätige Schweißeinrichtung der General Elec…., Abb. 19 und 20. Der Schweißkopf ist auf einem …nkkran oberhalb des Werkstücks verschiebbar an…ht und schiebt durch ein langes, biegsames Rohr den …ßdraht in die vom Schweißer mit der Hand geführte …ißpistole, die 6 m vom Nachschubmotor entfernt sein … Beim Schweißen von Rundnähten stützt der …ißer seine Hand mit der Pistole auf einen Tisch, …nd das Rohr auf Rollen gedreht wird. Der Hand…r zum Stillsetzen des Nachschubmotors hängt an … biegsamen Rohr.

…ie selbsttätige Längsnaht-Schweißmaschine, Bauart …Abb. 21, ist aus einem fahrbaren Schweißkopf, Abb. 3, …em seitlich sitzenden Steuerkasten, Abb. 4, auf einem …eisengerüst zusammengebaut und dient zum Schwei…n Längsnähten an ebenen Blechen oder Fachwerk…en oder an Zylindern von Kesseln, Behältern und …rn oder von Rohren. Für selbsttätiges Schweißen von Rohren haben die Firmen General Electric Co. und Westinghouse Electric & Mfg. Co., Abb. 22, Geräte durchgebildet. Der Schweißkopf, Abb. 22, hat ein Handrad *a* zum Inbetriebsetzen des Vorschubmotors für den Schweißdraht und ein kleines Rädchen *b* zur Einstellung auf verschiedene Drahtdicken. Den auf vier Rollen laufenden Wagen *c* treibt ein mit Reibkupplung ausgerüsteter Umsteuermotor *d* mit der Steuerwalze *e*. Die Schweißflächen werden durch Klemmbacken *f* mittels Druckluft auf die Führungsschiene gepreßt, und zwar, wenn der Sicherheitshebel *g* geschlossen und das Rohr richtig eingestellt ist. Man schweißt Durchmesser bis 1 m und darüber von 2,5 bis 6 m Länge. Bei einem 1,29 mm dicken Blech beträgt die Schweißgeschwindigkeit 760 mm/min bei 140 A Stromstärke und bei 9 mm dickem Blech 178 mm/min bei 300 A.

Eine andre selbsttätige Längsnaht-Schweißmaschine, Bauart Elin, für Rohre und Kessel, eingerichtet für Schweißstahldraht und ausgerüstet mit einem Längsverschiebemotor zeigen Abb. 23 und 24.

Für dicke Bleche, 10 mm und mehr, benutzt die Firma General Electric Co. einen Schweißwagen mit zwei Schweißköpfen, die zwei Metallschichten auf der Schweißnaht niederschlagen, so daß die Schweißgeschwindigkeit verdoppelt wird, die außerdem durch die magnetische Beeinflussung des Lichtbogens und die Preßluftklemmen für die Schweißflächen erhöht wird. Für die Massenherstellung von Rohren und Behältern bis 12 m Länge rüstet die gleiche Firma die Schweißmaschine mit zwei bis vier auf zwei Schienen fahrenden Schweißkopfwagen, jeder mit zwei Lichtbogen-Schweißstellen und Stromzuführung durch zwei längs der Fahrschienen laufende Schleifdrähte aus.

Die 12,7 mm dicken Bleche werden für den V-Stumpfstoß, der von Halbkreisen[5]), nicht Geraden, begrenzt ist, mit diesen Abschrägungen, Abb. 25, versehen und zu zwei Halbkreisen gebogen, die an je 400 mm voneinander entfernten Stellen durch Handschweißung geheftet werden. Dann bringt man das Rohrstück in das Schweißmaschinengestell, das im wesentlichen aus drei Kastenträgern besteht, zwei oberhalb, einer unterhalb des Rohres, der letztere ist mit Druckluftansätzen durchsetzt, so daß das Rohr genau festgepreßt werden kann. Man schweißt bei zwei Doppel-Schweißköpfen fast 7 m/h Naht, wenn der erste Bogen 380 und der zweite 330 A aufnimmt. Der Verbrauch an Schweißdraht von 4,8 mm Dicke beträgt etwa 1,2 bis 1,3 kg für 1 m Naht und an elektrischer Energie 7,2 und 6,5 kWh für 1 m Naht.

[5]) In DIN 1912 Blatt 1 nicht vorgesehen.

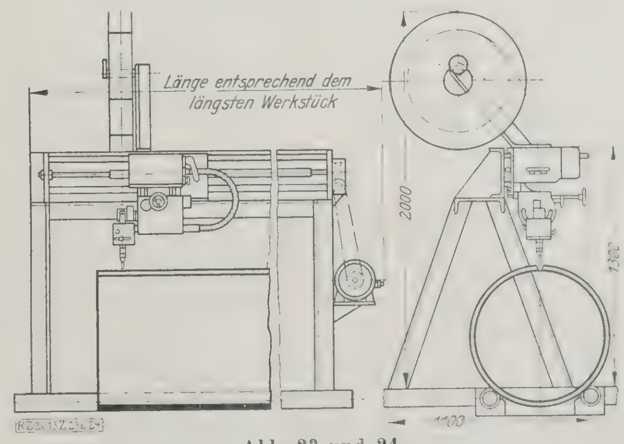


Abb. 23 und 24
Selbsttätige Längsnahtschweißmaschine,
Bauart Elin.

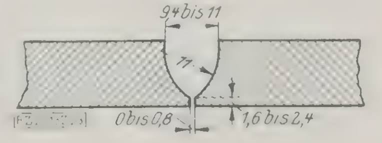


Abb. 25
Abschrägung des V-Stumpfstoßes für die Schweißnaht bei 12,7 mm dicken Blechen.

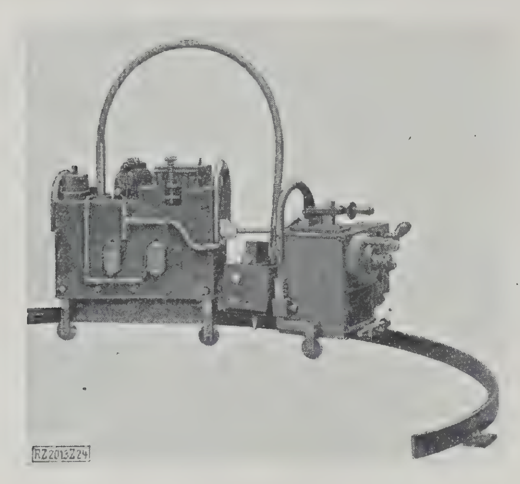


Abb. 26
Schweißwagen mit Schienenführung in beliebiger Krümmung der Firma Elin, Weiz.

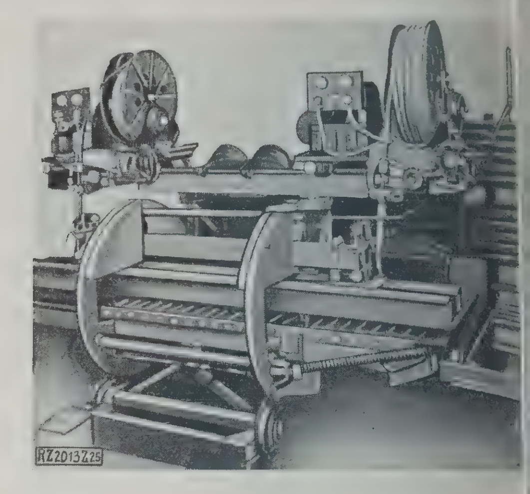


Abb. 27
Schweißmaschine der General Electric Co. mit zwei Schweißköpfen und Rollenförderern für Zu- und Abfuhr der Werkstücke.

Den Schweißkopf betätigt man durch einen Druckknopf-Schaltkasten, und zwar mittels einer Schütze für den Schweißstrom, eines Spannungsrelais für den Lichtbogen, eines Relais für den Fahrmotor und eines Zeitrelais, das den Drahtvorschubmotor abschaltet, bevor der Schweißstrom unterbrochen wird, damit kein Kleben der Elektrode am Nahtende und keine Kraterbildung eintritt. Die Regelwiderstände für die Lichtbogenspannung und den Fahrmotor sind außen auf dem Kasten befestigt. Auf einer kleinen Tafel sind noch ein Spannungszeiger für den Lichtbogen und ein Stromzeiger für den Schweißstrom untergebracht. In den Fordschen Kraftwagenwerken benutzt man regelmäßig eine große Zahl dieser Schweißautomaten zur Lichtbogenschweißung[6]).

Nach Abb. 26 wird der Schweißkopf der Firma Elin, Weiz, Abb. 7, längs einer Führungsschiene auf einer wagerechten Unterlage mittels Rollen verschoben, so daß man beliebig gekrümmte Nähte schweißen kann. Der Fahrmotor treibt den von ihm getrennten Schweißkopfwagen mittels biegsamer Welle an.

Die Schweißmaschine der General Electric Co., Abb. 27[7]), mit zwei Schweißköpfen und Rollenförderern für Zu- und Abfuhr der Werkstücke dient zum Aufschweißen von Unterlegplatten auf Schwellen, die aus zwei parallelen zugeschnittenen Stücken von alten Eisenbahnschienen hergestellt werden. Die Platten werden mittels Druckluft auf den beiden Schienenköpfen festgepreßt. Die Einspannvorrichtung kann um 45 ° gedreht werden, damit in den beiden Endstellungen die vier verschiedenen Kanten der Platten geschweißt werden können. Die Winkelschienen zum Zusammenhalten an den beiden Enden werden mit der Hand aufgeschweißt. Eine Schwelle ist in 5 min fertiggestellt, wozu zwei Arbeiter und ein Schweißumformer von 1500 A für vier Schweißstromkreise notwendig sind.

Die Siemens-Schuckertwerke haben eine äußerst sinnreiche selbsttätige Schweißeinrichtung, Abb. 28 und 29[8]), entwickelt, um Schienenunterlagplatten (Buchholz-Rippen- oder Hakenplatten) auf die Schwellen aufzuschweißen, wobei der Schweißkopf *b* mit einer Rolle längs einer Schablonenrinne *d* um die durch einen Stempel *a* niedergedrückte Platte *c* rundherum geschwenkt wird. Der Schweißkopf wird durch den oben eingebauten Schwenkmotor über ein Kettenvorgelege angetrieben. Eine zweite Schablone *e* dreht den Schweißkopf *b* um seine Aufhängeachse *f*, so daß der aus der Düse austretende Schweißdraht jeweils im richtigen Winkel zu den Kanten der Platte steht. Der Schweißstrom und der Strom für den Vorschubmotor des Drahtes wird durch den Schleifringkörper *g* zugeführt. Zwei Platten werden immer gleichzeitig auf eine Scl aufgeschweißt, und zwar werden die Platten mit blonen auf die Schwelle gelegt und zunächst nur a zelnen Stellen durch Schweißen geheftet.

Bei der Vorrichtung der Firma Fried. Krupp A zum gleichzeitigen Aufschweißen von meh Platten auf eine Unterlage, Abb. 30 und 31, dien Aufnahme der Unterlage ein schwenkbarer als haupt ausgebildeter Träger *d*, der beim Schweiße unter Druck gehalten wird, daß die Platten an di terlage angepreßt werden. Zunächst schweißen die Schweißköpfe f_1, f_2, g_1, g_2 die vier Längsnähte der P und in der geschwenkten Stellung die vier Sch köpfe h_1, h_2, i_1, i_2 die vier Quernähte. Eine ähnliche richtung der AEG zeigt Abb. 32.

[6]) s. a. VDI-Nachrichten 1928 Nr. 35 S. 3.
[7]) „The Iron Age" Bd. 122 (1928) S. 145.
[8]) *C. Ritz*, Selbsttätige Lichtbogen-Schweißeinrichtung zum Aufschweißen von Schienen-Unterlagsplatten. Siemens-Jahrbuch (Berlin 1928) S. 231.

[9]) DRP Nr. 462 371.

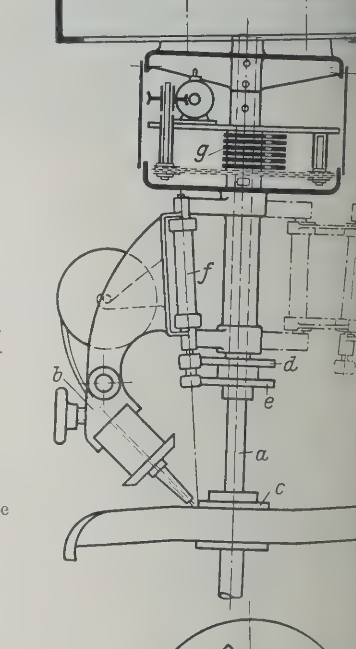


Abb. 28 und 29
Selbsttätige Schweißeinrichtung für Unterlagplatten auf Schwellen (SSW).

a Stempel
b Schweißkopf
c aufzuschweißende Unterlagplatte
d, *e* Schablonenrinne
f Aufhängeachse
g Schleifringkörper

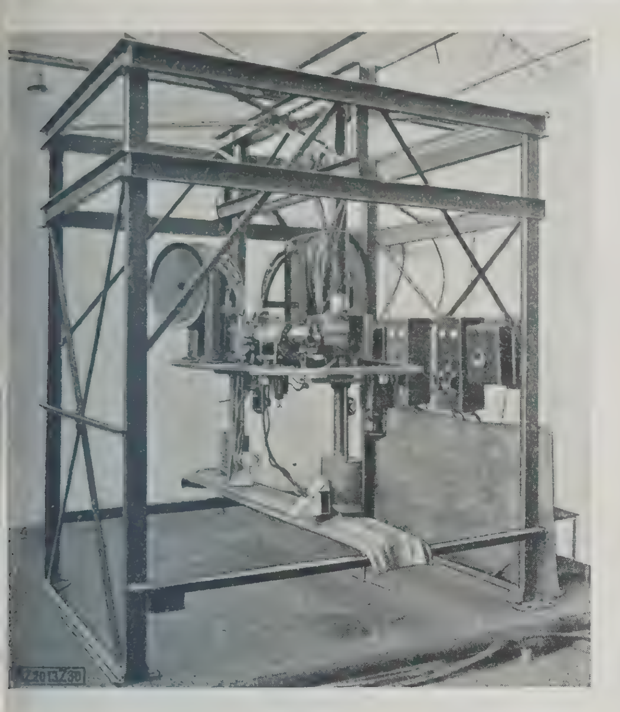


Abb. 32
Selbsttätige Schwellenschweißanlage der AEG mit zwei Schweißköpfen zum gleichzeitigen Aufschweißen von Hakenplatten auf eisernen Schwellen.

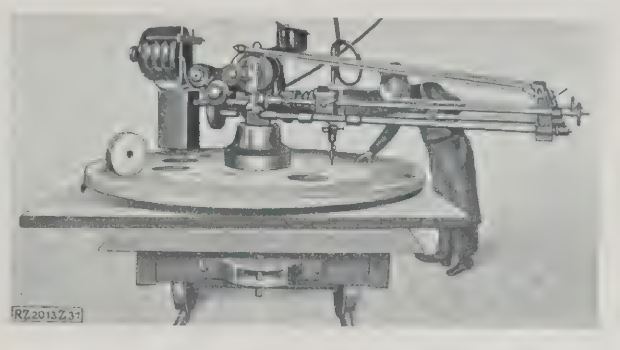


Abb. 33
Halbselbsttätige Leuchtgasflammen-Schneidmaschine zum Zuschneiden von Blechplatten.

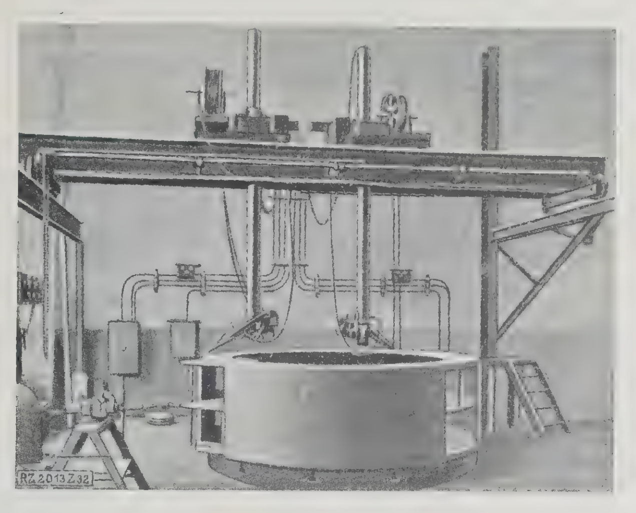


Abb. 34
Schweißmaschine für Ständergehäuse; Außendurchmesser bis 4,25 m; kreisendes Gehäuse, stillstehende Schweißköpfe.

Schweißen der Gehäuse elektrischer Maschinen

Zu den größten Fortschritten der Anwendung der ichtbogenschweißung gehört die Herstellung der Stänergehäuse und Läuferkörper elektrischer Maschinen aus ewalzten und verschweißten Blechen[10]), erstere für ußendurchmesser bis 12 m bei wagerechten und senkechten Langsamläufern bis 40 000 kVA und bis 3 m für 'urbomaschinen mit Leistungen bis 100 000 kVA. Auf iese Weise stellt man solche Maschinen billiger her, verringert ihr Gewicht, die Modelle und die Gußstücke mit ihren Fehlern fallen fort, die Lieferzeit wird wesentlich verkürzt, um so mehr als auch die Bearbeitung wesentlich vermindert wird. Die erforderlichen Blechplatten werden in der Regel auf halbselbsttätigen Leuchtgasflammen-Schneidmaschinen mit Längs-, Quer- und Kreisbewegung, Abb. 33, zugeschnitten, und zwar 25 mm dicke Platten mit 270 mm/min Geschwindigkeit.

Magnetgestelle von Gleichstrommaschinen[11a]) und Jochringe von Synchronmaschinen werden aus Stahlstangen warm zwischen Walzen in Kreisen oder Halbkreisen rund gebogen. Große kreisrunde Ständerplatten schweißt man aus Segmenten mit einem Halbautomaten ähnlich Abb. 20, wobei für den Wasserstoff-Lichtbogen 25 A bei 50 bis 60 V notwendig sind. Bei mäßigen Ständeraußendurchmessern bis etwa 4.25 m kreist das Gehäuse auf einer mit Motor angetriebenen Drehscheibe; die Schweißköpfe der Ständergehäuse-Schweißmaschine, Abb. 34, dagegen stehen auf einem Laufkrangerüst während des Schweißvorganges still.

Für große Durchmesser benutzt die General Electric Co. eine Ständergehäuse-Schweißmaschine, deren radiale Arme mit den Schweißköpfen sich wie Drehkrane mittels Motorantriebes drehen. Außerdem verwendet man Längsnaht-Schweißmaschinen, bei denen das Werkstück stillsteht und der Schweißkopf wandert.

Die Schweißgeschwindigkeit bei den Ständergehäuse-Schweißmaschinen beträgt 1,2 bis 2,5 m/min bei 300 bis 400 A und 20 bis 30 V.

Die geschweißten Gehäuse bestehen aus zwei oder mehr ringförmigen Stahlplatten mit angeschweißten Füßen; auf diese Ringe wird außen ein Deckblech in Form eines Zylindermantels mit Ringnähten aufge-

[10]) *A. P. Wood*, Schweißen und Herstellen großer elektrischer aschinen, Journal of the A. I. E. E. Bd. 47 (1928) Märzheft. *R. H. Rogers*, eschweißter Walzstahl ersetzt Gußstücke, General Electric Review d. 30 (1927) S. 330. *A. Hilpert*, Einfluß des Schweißens auf die Gealtung, Z. Bd. 71 (1927) S. 1449.

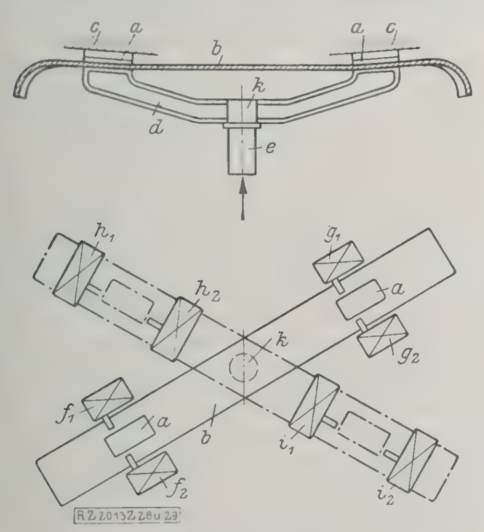


Abb. 30 und 31
Vorrichtung der Firma Fried. Krupp A.-G. zum gleichzeitigen Aufschweißen mehrerer Platten auf eine Unterlage.

a Unterlagplatte
b Schwelle
c Gegenplatte
d Träger für *b*
e Preßkolben
f_1 f_2, g_1 g_2, h_1 h_2, i_1 i_2 Schweißköpfe
k Zapfen

[11a]) *Marthens, Brinton* und *Hague*: Genormte lichtbogengeschweißte Gleichstrommaschinen, „The Electric Journal" (1928) S. 575.

schweißt. Die Lüftungslöcher werden mittels Flamme ausgeschnitten und können mit gestanzten Blechen abgedeckt werden. Am Innenrand der Plattenringe werden axiale Längsrippen mit Führungskeilen für die Dynamobleche eingeschweißt, die mit unmagnetischen geschweißten Preßflanschen zusammengedrückt werden.

Auch Grundplatten werden aus Trägern zusammengeschweißt. Bei großen Stromerzeugern mit senkrechter Welle bestehen die Tragarme der oberen Lagerschilder aus entsprechend gebogenen I-Trägern, an die das Schild und das Spurlager angeschweißt sind, falls die Belastung 350 t nicht übersteigt. Der Aufbau der Läufer aus Stahlplatten bietet keine Schwierigkeit und hat den großen Vorteil, daß das Werkstück im Gegensatz zu Gußstücken ganz gleichmäßig zäh ist.

Die Lichtbogen-Schweißautomaten verwendet man neben den aufgeführten Herstellverfahren, bei Hochhäusern, Werkstättenhallen und andern Gebäudefachwerken, von Brücken[11]), Kranen, Eisenbahnwagen, Schiffen, Leitungsmasten, Funktürmen, Öl- und Gasbehältern, ferner bei Hochdruckrohren, Hochdruckkesseln und allgemein zur Wiederherstellung von abgenutzten Gleit- und Laufflächen. Das geräuschlose saubere Arbeiten der Schweißmaschinen ist gegenüber Niet- und Stemmarbeiten ein sehr großer Vorteil.

Schweißdraht und Lichtbogen

Auch für Schweißmaschinen ist es wesentlich, guten Schweißdraht[12]) frei von Feuchtigkeit und Wasserstoff zu verwenden; die mit Schweißmittel ummantelten Elektroden bewähren sich aber offenbar bei selbsttätiger Schweißung weniger gut als die blanken Schweißdrähte. Die Firma General Electric Co. verwendet einen Rohrdraht: zwischen Stahlrohr und Stahlkern sind Flußmittel untergebracht. Zur Vermeidung des Oxydierens der Schweißstellen umgibt man den Lichtbogen mit einer Atmosphäre von Wasserstoff oder Ammoniak, der in N und H zerfällt, von Helium oder gewissen Kohlenwasserstoff-Verbindungen, z. B. Methanol, wodurch eine zähe Schweißnaht erreicht wird[13]).

Die General Electric Co. hat die atomare Wasserstoff-Lichtbogenschweißung entwickelt. Die zwischen die beiden Wolframelektroden strömenden Wasserstoffmoleküle zerfallen im heißen Wechselstrom-Bogen in Atome, die sich an den kühleren Schweißstellen wieder vereinigen, wobei große Hitze frei wird, so daß besonders zähe Schweißungen entstehen, stumpfe Stöße ohne V-Rinne bis 15 mm Blechdicke und auch Legierungen geschweißt werden, die ohne Schutzgas nicht geschweißt werden können. Das in den Lichtbogen eingeleitete Methanolgas (CH_3OH) zerfällt bei 700 °C in $2 H_2 + CO$. Die Kosten des Schweißens werden bei diesem Verfahren wohl verdoppelt, aber die Schweißgeschwindigkeit wird auch doppelt so groß. Bei Verwendung von Wasserstoff im Lichtbogen ist eine hohe Zündspannung von 120 V und eine Schweißspannung von 38 V notwendig; ist CO anwesend, werden diese Spannungen wieder niedriger. Wassergekühlte Elektroden erfordern eine sehr hohe Zündspannung. In Dämpfen von Alkalimetallen oder Alkalierden zwischen den Elektroden läßt sich der Lichtbogen leichter zünden und erhalten als in der Luft.

[11]) *Rung*, Lichtbogenschweißung von Eisenkonstruktionen, Z. Bd. 72 1928) S. 1102; Geschweißte Eisenkonstruktionen, Z. Bd. 72 (1928) S. 932; *A. M. Candy*, Geschweißte Fachwerke und Brücken, Journal of the A. I. E. E. Bd. 47 (1928) S. 274. Schalttafelgerüste s. El. World Bd. 20 (1928) S. 775.

[12]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1151.

[13]) Z. Bd. 70 (1926) S. 753.

In der Mehrzahl der Fälle wird der negative Pol mit dem Schweißdraht, der um 500 °C wärmere positive Pol durch eine Anschlußzwinge mit dem gut geerdeten Werkstück verbunden; von andrer Seite wird jedoch auch die umgekehrte Verbindung der Pole empfohlen.

Magnetfelder und Stromlieferung

Vielfach werden magnetische Blasfelder zur Beruhigung und Richtunggebung des Lichtbogens angewendet. Die General Electric Co. legt einen isolierten Stromleiter unter die Stützstange, auf der die Rohrnaht aufliegt, Abb. 22, so daß ein bestimmter Teil des Schweißstromes ihn durchfließt und ein geeignetes Magnetfeld auf den Lichtbogen einwirkt. Die Firma Lincoln Electric Co., Cleveland, Ohio, bringt in ihren Electronic Tornado genannten Schweißmaschinen den Lichtbogen durch ein starkes magnetisches Feld in sehr rasch kreisende Bewegung, so daß er geradlinig bleibt und von benachbarten Schweißköpfen nicht beeinflußt wird. Die Klammern für Ölbrunnenkolbenrohre, Abb. 35, werden auf der Schweißmaschine, Abb. 36, mit zwei Schweißköpfen zunächst geheftet und dann fertiggeschweißt, wobei sie mit etwa 200 mm/min Geschwindigkeit mittels Kette

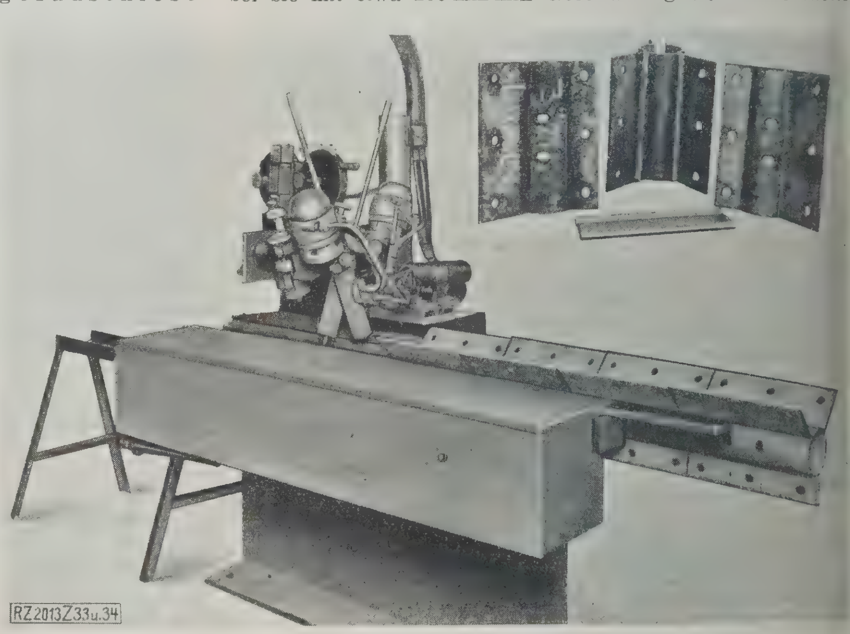


Abb. 35 (rechts oben)
Klammern für Ölbrunnenkolben, hergestellt auf der Schweißmaschine, Abb. 36.

Abb. 36
Selbsttätige Schweißmaschine der Lincoln Electric Co., Cleveland, Ohio, mit zwei Schweißköpfen und starkem magnetischem Feld zur Herstellung von Klammern für Ölbrunnenkolben.

vor dem Lichtbogen vorbeigeführt werden. Die Zitterbewegung des Lichtbogens ergibt eine sehr gleichförmige Schweißnaht. Übergelagerte Hochfrequenzströme, wie sie die Firma Société Alsacienne *(J. Betherod)* anwendet, erleichtern die Zündung und die Aufrechterhaltung des Bogens.

Für selbsttätige Schweißmaschinen kommt in der Regel bei kurzem Bogen Gleichstrom bis etwa 200 und 300 A aus einem selbstregelnden wettersicheren Schweißumformer in Frage. Über fremd-, selbst- oder gemischterregte Schweißdynamos mit Erreger- und Vorschaltwiderständen ist in der Fachliteratur alles Wesentliche zu finden, vergl. Abb. 5, so daß ich hier nur auf die Querfelddynamo, Abb. 12[14]), mit Reihenschlußerregung und mit Regelpolen in Form radial verstellbarer Eisenkolben verweise, die ohne Regelwiderstände arbeitet und sich auch für Schweißautomaten bewährt hat. Bei großen Stromstärken schaltet man häufig mehrere Schweißdynamos parallel, wobei die Punkte *B*, Abb. 12, aller Maschinen durch eine Hilfsschiene verbunden werden. Bei zwei und mehr Schweißköpfen dürfen sich die

[14]) *E. Rosenberg*, El. u. Maschinenbau Bd. 46 (1928) S. 61.

edenen Schweißdrähte nicht berühren. Beim ßen langer Rohrleitungen an Ort und Stelle in enen Gegenden wird die Schweißdynamo von Benzin- oder Ölmotor angetrieben und der ganze uf einem Pferdefuhrwerk oder Kraftwagen per) aufgestellt. Es empfiehlt sich, einen Zähler Stromzuführung der Schweißumformer zu legen.

Zusammenfassung

selbsttätige Lichtbogen-Schweißmaschine bedeu- die Massenherstellung von Maschinenteilen als für Nietverbindungen und Gußstücke einen geradezu umwälzenden Fortschritt; sie ermöglicht häufig die Herabsetzung der Werkstoff- und Lohnkosten auf einen kleinen Bruchteil der früheren Kosten. Modelle können ganz entfallen, die Abmessungen der hergestellten Gegenstände lassen sich von Fall zu Fall ändern, da die Schweißmaschinen auf beliebige Durchmesser eingestellt werden können, und die Lieferzeiten lassen sich wesentlich verkürzen. Die Lichtbogenschweißung liefert zuverlässige, zähe Verbindungsstellen. Die selbsttätige Lichtbogen-Schweißmaschine gehört zur Rationalisierung der Betriebe in alle Maschinenwerkstätten, ob sie neue Maschinen herstellen oder der Ausbesserung dienen. [B 2013]

Tagesfragen des Verkehrs

e Hannoversche Hochschulgemein- t hatte ihren zehnten Hochschultag am 17. Novem- 8 als „Verkehrstagung" ausgebildet mit dem doppel- l, einmal die Entwicklung der Verkehrsmittel seit ieg an einigen Beispielen darzustellen, zum andern zeigen, wie die Verkehrspolitik nach festen Grund- zu leiten ist und in welcher Weise die verschiedenen rsmittel zu einheitlichem Zusammenwirken gebracht müssen, damit der größte Nutzen für die Allgemein- tritt.

leitend erörterte Prof. Dr.-Ing. *Otto Blum*, Han-

das Ziel der Verkehrspolitik.

heitliche Verkehrspolitik ist notwendig, weil bei der inen Bedeutung des Verkehrs der Staat regelnd ein- muß. Der Verkehr ist für alle Gebiete der Wirt- wichtig, da ein wesentlicher Teil der Gestehungs- aller Erzeugnisse Transportkosten sind; das kul- Leben und die Volksgesundheit werden stark durch rkehr, insbesondere Ausflug- und Sportverkehr, be- t; die großen Verkehrsanstalten erfordern außer- ich große Kapitalien, weshalb der Staat vorsorgen aß der Kapitalmarkt nicht für unrichtige Verkehrs- men zu stark in Anspruch genommen wird; die rsanstalten sind die größten Auftraggeber für alle ezweige und sie beschäftigen die größten Heere von rn und Angestellten (die 700 000 Arbeitnehmer der en Reichsbahn bilden mit ihren Frauen und Kindern hendes Heer von fast 3 Mill. Menschen).

ne richtige Verkehrspolitik muß mit kleinstem Auf- on Mitteln größten Nutzen für die Allgemeinheit er- Dazu ist notwendig, daß jeder Transport dem rich- eförderungsmittel zugeführt wird, und wo Verkehrs- zusammenarbeiten, muß die volkswirtschaftlich gün- Weise des Zusammenarbeitens und der Aufeinander- gesichert werden. Der einzelne Frachtgeber oder le sucht nicht immer das richtige Verkehrsmittel aus; rschiedenen Verkehrsmittel werden aber auch vom n der Gesetzgebung, Rechtsprechung, Kapitalzuwen- sw. nicht gleichmäßig behandelt.

r allem muß verlangt werden, daß jedes Verkehrs- seine vollen Selbstkosten selbst deckt; d. h. nicht triebskosten, sondern auch die Kosten für Unterhal- nd Erneuerung seiner Verkehrswege sowie Verzin- nd Tilgung des gesamten Anlagekapitals einschließ- ssen für die Verkehrswege usw., u. zw. anteilig, so- s die Wege nicht allein benutzt. In dieser Beziehung große Fehler gemacht, indem die Allgemeinheit Provinz, Städte usw.) einzelnen Verkehrsmitteln Zu- ngen macht.

bei müssen selbstverständlich junge Verkehrsunter- ngen während ihrer Entwicklungszeit Unterstützun- halten, z. B. der Luftverkehr, solange er sich noch im Rahmen der einzelnen Länder oder der Erdteile hält Transozeanverkehr über die Versuche noch nicht hin- ommen ist. Zuwendungen sind ferner berechtigt, wo entliche Wohl es verlangt, z. B. die Erschließung ab- ner Landesteile oder von Vororten; aber solche an- hen Ausnahmeerscheinungen dürfen nicht zu einem ustand werden.

bei sind zu unterscheiden Verkehrsmittel, die ein ol besitzen, und solche, bei denen ein Wettbewerb h ist; bei letzteren muß ein klar abgestimmtes Zu- narbeiten erreicht werden, damit sie höchsten wirt- ichen Nutzen erbringen. Das trifft in besonderem zu bei den drei Verkehrsmitteln des Binnenverkehrs, isenbahn, den Binnenwasserstraßen (einschließlich fahrt und Umschlagverkehr) und den Landstraßen.

Ein Sondergebiet besonderer Wichtigkeit im Binnenverkehr ist der städtische Personennahverkehr, innerhalb dessen die Schnellbahnen eine besondere Stellung einnehmen. Die großen Kapitalerfordernisse des Stadtverkehrs erfordern schärfste Wirtschaftlichkeitsberechnung, um große Verluste von der Allgemeinheit abzuwenden[1]). Gerade der Stadtverkehr aber stellt an die Technik zurzeit die höchsten Anforderungen und bringt die größten Fortschritte und Erfolge zutage.

In Einzelvorträgen sprachen Oberbaurat *P. Hedder*, Bremen, über die deutsche Schiffahrt, Direktor Dr.-Ing. E. h. *W. Stein*, Hamburg, über den städtischen Personennahverkehr und Prof. Dr.-Ing. *Kurt Risch*, Hannover, über den Straßen- und Luftverkehr[2]).

Prof. Dr.-Ing. *Blum*, Hannover, behandelte sodann

das Eisenbahnwesen.

Das deutsche Eisenbahnwesen ist durch den Krieg an Material und an Personal geschwächt worden. Während des Krieges und noch Jahre nach dem Krieg ist für Erhaltung und Erneuerung des Materials nicht das getan, was hätte geschehen müssen. Große Mengen rollenden Gutes sind in Feindesland geblieben, große Mengen mußten nach dem Friedensvertrag abgeliefert werden. Das Personal hat große Verluste erlitten, und wohl alle, die heil zurückgekehrt sind, waren durch Überanstrengung und Entbehrung geschwächt. Wertvolle Gebiete mit hochindustrieller Entwicklung hat die Eisenbahn verloren: Oberschlesien, Elsaß-Lothringen, das Saargebiet.

Aber das deutsche Eisenbahnwesen ist durch den Krieg auch gestärkt worden, indem der Krieg die Eisenbahner vor neuartige Aufgaben stellte, die mit unzulänglichen Mitteln und meist in kürzester Frist gelöst werden mußten. Die anfänglich unlösbar scheinenden Aufgaben hat man schließlich im letzten Augenblick doch noch gelöst, und das Eisenbahnwesen ist so für die Wirtschaftlichkeit im Frieden gut geschult worden, wo es darauf ankommt, mit kleinen Anlagen, zu deren Erweiterung und Verbesserung das Geld fehlt, den Verkehr glatt und sicher zu bewältigen. Der Wirtschaftlichkeit ist auch zugute gekommen, daß viele Eisenbahner, die sich während ihrer Tätigkeit im Felde theoretisch-wissenschaftlich nicht betätigen konnten, nach ihrer Rückkehr einen großen Wissens- und Arbeitsdrang in sich fühlten; diese theoretisch-wissenschaftliche Arbeit ist zum Teil bereits mit gutem Erfolg in die Praxis umgesetzt worden.

Die Fortschritte des deutschen Eisenbahnwesens liegen auf den verschiedensten Gebieten. Auf dem verwaltungstechnischen Gebiet mußten die Staatsbahnen rechtlich zur „Deutschen Reichsbahn" zusammengeschweißt werden, und ihr mußten neue Rechtsformen gegeben werden; ebenso mußte man die Rechtsverhältnisse des Personals neu ordnen.

Die Statistik ist sehr erweitert worden, insbesondere erfaßt sie heute die Ergebnisse nicht nur des gesamten Eisenbahnnetzes, sondern jedes einzelnen Direktionsbezirkes; sie arbeitet so viel schneller, daß bereits wenige Tage nach Monatsende das Ergebnis des Monats veröffentlichungsreif vorliegt. So können sich nicht nur alle im Wirtschaftsleben stehenden oder für die Wirtschaftspolitik verantwortlichen Personen ein genaues Bild von der Finanzlage der Reichsbahn machen, sondern auch die einzelnen Eisenbahndirektionen sehen, wie sich ihr Ergebnis im Rahmen der übrigen stellt. Daß Bezirke mit hochentwickelter Industrie und Landwirtschaft Überschußbezirke und andre mit ungünstigeren wirtschaftlichen Grundlagen Zuschußbezirke sind, bleibt dabei unberührt.

[1]) Vergl. *W. Stein*, Über den wirtschaftlichen Geltungsbereich der verschiedenen öffentlichen Verkehrsmittel, Z. Ι d. 72 1928 S. 689.

[2]) Diese und die hier auszugsweise wiedergegebenen Vorträge von Prof. Dr.-Ing. *Blum* werden im vollen Wortlaut wiedergegeben in Heft 11 der „Mitteilungen der Hannoverschen Hochschulgemeinschaft", das Ende Februar erscheinen wird (VDI-Verlag, Preis 7,50 RM).

Das Finanzwesen ist grundlegend umgestaltet worden; unter gleichzeitigem Übergang von der kameralistischen zur kaufmännischen Buchführung ist für genaue Erfassung der Anlagewerte, für ausreichende Erneuerung und für scharfe Trennung von Kapital- und Betriebsrechnung Sorge getragen.

Auf maschinentechnischem Gebiete sind zunächst die vielen verschiedenen Lokomotivbauarten durch einige wenige ersetzt worden, wodurch die Freizügigkeit der Lokomotiven erhöht und ihre Untersuchung, Unterhaltung und Erneuerung vereinfacht worden ist. Austauschbau hat die Überholungszeit in den Werkstätten stark gekürzt, was die Zahl der Lokomotiven bei gleichem Verkehr verringert. Der Ersatz der kleineren Lokomotiveinheiten durch größere gestattet, die schwerer gewordenen Züge durchweg mit nur einer Lokomotive zu fahren.

Die Güterwagen sind verbessert worden, allerdings nicht einfach durch Erhöhung der Tragkraft; denn es gibt weite Gebiete in Deutschland und große Wirtschaftskreise, die Ladungen von 15 und 20 t nicht gleichzeitig beziehen können, sondern ein Bedürfnis für kleinere (5 t) Wagen haben. Wo ein Massengüterverkehr zwischen großen Erzeuger- und Verbrauchergebieten nutzbringend eingerichtet werden kann, ist der Großgüterwagen am Platze. Solche Massengüter sind Kali, Holz, Koks, in gewissem Umfang auch Erze und Erden; aber selbst Kohle ist bei den zahlreichen Kohlensorten nicht durchweg Massengut. Die Reichsbahn, die für das ganze Volk arbeiten muß, kann nicht den Großgüterwagen allgemein einführen, weil er für sie und gewisse Gebiete und Erwerbskreise billiger und geeigneter ist, sondern sie hat auch die Pflicht, die Schwachen und Kleinen, das Kleingewerbe und den Kleinbauer, zu stützen und ihnen die kleineren Güterwagen zu erhalten.

Als sehr wertvoll hat sich die Einführung der durchgehenden Kunze-Knorr-Güterzugbremse erwiesen. Zunächst dadurch, daß Bremser gespart und so viele Tausende von einer anstrengenden und nicht ungefährlichen Arbeit befreit worden sind; sodann weil dadurch die Geschwindigkeit der Güterzüge erheblich gesteigert werden konnte, und zwar bis auf die Geschwindigkeit der Personenzüge. Auf diese Weise konnten die wichtigen Verkehrsgebiete Deutschlands, die in lebhaftem Güterzugverkehr miteinander stehen, durch die Fahrt einer Nacht verbunden werden; außerdem fällt vielfach das Überholen der Güterzüge durch die Personenzüge fort, wodurch die Leistungsfähigkeit der freien Strecken und vor allem der Bahnhöfe beträchtlich gesteigert worden ist, und die Güterüberholungsgleise können für andere Zwecke ausgenutzt werden. So hat eine „technische Einzelheit“ den Verkehr verbessert, den Betrieb verbilligt und Anlagekapital gespart.

Auf bautechnischem Gebiete haben die schwereren Lokomotiven zu einer Verstärkung sowohl des Unterbaues, namentlich der Brücken, als auch des Oberbaues geführt; allerdings dürfen diese Verstärkungen nur im Rahmen der planmäßigen Erneuerung durchgeführt werden. Daher sind zunächst diejenigen Linien, auf denen die durchgehenden Schnellzüge verkehren, und die großen Güterabfahrlinien (z. B. von Oberschlesien, von Basel, vom Saargebiet, aus dem Ruhrkohlengebiet und dem Mitteldeutschen Industriegebiet usw.) umgebaut worden. Die Fortschritte der technischen Wissenschaften haben dabei dazu geführt, daß heute bei gleichem Materialaufwand das Doppelte wie etwa vor 15 Jahren geleistet wird und daß die Brücken bei nur wenigen Hundertteilen Mehrgewicht heute Lastzüge von doppeltem Gewicht tragen.

Von den Bahnhöfen können die Personenbahnhöfe und Ortsgüterbahnhöfe auf lange Zeit hinaus wegen Kapitalmangel doch nicht verbessert werden. Die nach dem Krieg einsetzende starke theoretische Forschungsarbeit auf dem Gebiete der Bahnhofwissenschaft ist in der Hauptsache den Verschiebebahnhöfen und der Verschiebetechnik zugute gekommen, auf welchem Gebiete die Vertreter der deutschen Reichsbahn, der Wissenschaft und der Großindustrie mit Erfolg zusammengearbeitet haben, um den Rangierbetrieb zu beschleunigen und zu verbilligen, seine Gefahren und die unvermeidlichen Beschädigungen herabzusetzen.

Die Erfolge der neuen Verschiebetechnik zeigt folgendes Beispiel. Bei Beginn des englischen Kohlenstreiks ging der Verkehr in Deutschland sprunghaft in die Höhe; von Ostoberschlesien mußten täglich zwei Dutzend Kohlensonderzüge nach Hamburg gefahren werden; die Binnenflotten des Niederrheins und des Rhein—Herne-Kanals konnten die vom Niederrhein nach England zu verfrachtenden Kohlen nicht aufnehmen; auch Hamburg konnte zeitweilig die zuströmenden Kohlen nicht auf die Seeschiffe verfrachten. Trotzdem war es nicht notwendig, die vordem im Ruhrkohlenbezirk auf der Grundlage der verbes[...] Technik stillgelegten Verschiebebahnhöfe wieder in B[...] zu nehmen. Die verbesserte Verschiebetechnik hat auc[...] reits ein Sinken der Selbstkosten im Gefolge gehabt.

Ist die deutsche Reichsbahn auf absehbare Zeit i[...] Lage, den wachsenden Verkehr zu bewältigen? Maßg[...] hierfür ist die Verkehrzunahme. Vor dem K[...] verdoppelte sich der Eisenbahnverkehr in je etwa 14 Ja[...] Damit ist heute nicht mehr zu rechnen; denn Deutsc[...] hat zu viel Absatzgebiete in der Welt verloren, un[...] Herstellkosten sind in Deutschland zu stark gestiegen. [...] kommt, daß Rationalisierung auch Ersparnis an ver[...] barer Förderarbeit bedeutet. Ferner, daß das wich[...] Transportgut, die Brennstoffe, dauernd in seiner Meng[...] ringert wird infolge der Bestrebungen, Kraft und W[...] in andrer Form, mittels Drähten und Röhren, zu ver[...] und daß diese Entwicklung erst im Anfang steht. [...] wenn auch die Gasfernversorgung für die Binnenschi[...] gefährlicher ist als für die Eisenbahn, so bedeutet dies[...] wägung doch, daß das verarmte Deutschland in die vo[...] denen Werte, wie Eisenbahn, Binnenschiffahrt und [...] straßen, nur das an weiteren Kapitalien hineinstecken [...] was unbedingt notwendig ist.

Die gesamte Reichsbahn ist heute mit höchstens [...] ihrer Leistungsfähigkeit ausgenutzt. Bei einer Steig[...] des Verkehrs von Jahr zu Jahr um je 2 bis 3 vH wird[...] die Frage einer weiteren Steigerung der Leistungsfähi[...] des Eisenbahnwesens erst in etwa 8 bis 10 Jahren bren[...]

In einem Schlußworte erörterte Prof. *Blum* noch

Stellung der Allgemeinheit zum Verkehr.

Unter Hinweis auf die in den einleitenden Ausführu[...] für eine richtige Verkehrspolitik aufgestellten Grund[...] des größtmöglichen Nutzens für die Allgemeinheit bei k[...] stem Aufwand und der Eigenwirtschaftlichkeit jedes ei[...] nen Verkehrsmittels sprach der Redner, indem er sic[...] Eisenbahner für die Eisenbahn einsetzte, aus: es ist[...] Fehler der deutschen Verkehrspolitik, wenn sie von[...] deutschen Reichsbahn nicht nur verlangt, daß sie ihre[...] samten Selbstkosten deckt, ihr Anlagekapital verzinsen[...] sehr hoch tilgen muß, daß sie die Eisenbahn dann noch[...] den politischen Lasten der sogenannten Wiedergutmac[...] belastet; dieser Fehler muß auf die Dauer zu Schädigu[...] der allgemeinen Volkswirtschaft führen.

Auf der andern Seite ist es ungerecht, daß andere [...] kehrsmittel Zuwendungen erhalten, indem für die Ve[...] sung und Tilgung der in den Wegen und Häfen angele[...] Kapitalien keine Abgaben und für deren Erhaltung, Er[...] rung und Verwaltung Abgaben nur in unzureichender [...] erhoben werden.

Dabei ist zu beachten, daß in den Binnenwasserstr[...] die außer den Landstraßen hieraus Nutzen ziehen, g[...] Kapitalien angelegt sind und viele Tausend Menschen a[...] ten. Auch bei den Straßen wären vor allem die Kraft[...] zeuge zu den Lasten heranzuziehen; die Kraftfahrz[...] industrie aber steht in scharfem Wettbewerb mit dem [...] land, und das verarmte Deutschland kann es sich [...] leisten, vorhandene Werte untergehen zu lassen oder W[...] die im Inland erzeugt werden können, vom Ausland s[...] fen zu lassen. Also ist vorsichtig vorzugehen, wenn [...] als Ziel im Auge zu behalten ist, daß im Laufe von Ja[...] die gleichmäßige Behandlung der verschiedenen Verk[...] mittel erzielt werden muß.

Schließlich macht der Redner auf einen wesentli[...] Unterschied in der Behandlung der verschiedenen Verk[...] mittel aufmerksam, der sich zu ungunsten der Eisen[...] auswirkt. Die Eisenbahn hat unbedingte Beför[...] rungspflicht, während die übrigen Verkehrsm[...] nicht lohnende Transporte ablehnen und bei besonders[...] günstigem Wetter den Verkehr einstellen können. [...] infolge der Haftpflicht wird die Eisenbahn in höh[...] Maß betroffen als die andern Verkehrsmittel. Vor a[...] aber ist die Eisenbahn mit hohen, allgemeinen Aufg[...] für Staat und Volk belastet, auf die bereits in den einle[...] den Ausführungen hingewiesen ist. Diesen darf sich[...] Reichsbahn nicht entziehen, sondern muß es als ihre [...] nehmste Pflicht ansehen, alles an Menschen- und V[...] kraft zu erhalten, was lebensfähig bleibt, solange es[...] der Eisenbahn gestützt wird, aber zum Siechtum verur[...] ist, wenn die Eisenbahn ihre stützende Hand entzieht. [...]

Das Ziel der deutschen Verkehrspolitik muß also [...] im Einzelfall das richtige Verkehrsmittel auszuwählen[...] gutes Zusammenarbeiten der verschiedenen Verkehrsm[...] zu sichern, einen schädlichen Wettbewerb der Verk[...] mittel auszuschalten, aber einen gesunden Wettbewerb u[...] ihnen hochzuhalten. [N 2457] *Fr. L[...]*

...tellung und industrielle Verwertung fester Kohlensäure

Von R. PLANK, Karlsruhe[1])

Daß im Laufe der letzten Jahre die Herstellung fester Kohlensäure in den Vereinigten Staaten von einer physikalischen Kuriosität aus dem Laboratorium zu einem beachtenswerten Industriezweig angewachsen ist, kann als einer der interessantesten Beweise für die „unbegrenzten Möglichkeiten" in diesem Lande angesehen werden. Für den Europäer würde die Tatsache, daß feste Kohlensäure eine Temperatur von — 78,9° hat und für die Gewichtseinheit etwa 15 mal so teuer ist wie gewöhnliches Eis, völlig ausreichen, um ihre Anwendung in das Reich der Phantasie zu verweisen. Aber der Optimismus hat nach gründlicher Prüfung aller Möglichkeiten den Amerikanern schon manche Erfolge gebracht.

...erstellung fester Kohlensäure[1a]) beruht auf der Aus...tzung des Joule-Thomson-Effektes, von ...an auch bei der Luftverflüssigung nach *Linde* Ge... macht. Der Unterschied besteht nur darin, daß ...*indeschen* Verfahren der Ausgangsstoff gasförmig ...r Endstoff flüssig, hier aber der Ausgangstoff flüs...d der Endstoff fest ist. Flüssige Kohlensäure, die in ...aschen für rd. 65 ₰/kg in den Handel gebracht wird, ...i Zimmertemperatur (20°) einen Dampfdruck von ...8 at abs hat, wird durch eine enge Öffnung auf 1 at ...nt, wobei die Temperatur auf — 78,9° sinkt. Wie ...hlentafel 1 zu ersehen ist, tritt schon bei der Sen...les Drucks auf 5,3 at abs, die der Sättigungstempera...n — 56,6° entspricht, die Verfestigung der Kohlen... ein; dabei wird die latente Erstarrungswärme der ...nsäure (rd. 46 kcal/kg) gebunden, was durch Ver...en eines großen Teils der flüssigen Kohlensäure ...eht.

Zahlentafel 1
...mpfdrücke über flüssiger und fester Kohlensäure.

Temperatur °C	Dampfdruck at abs	Aggregatzustand
...Kritischer Punkt)	75,0	flüssig
30	73,3	„
25	65,6	„
20	58,5	„
15	51,9	„
10	46,0	„
5	40,5	„
0	35,5	„
— 10	27,0	„
— 20	20,0	„
— 30	14,6	„
— 40	10,3	„
— 50	7,0	„
...6 (Tripelpunkt)	5,3	fest
— 60	4,2	„
— 70	2,0	„
— 78,9	1,0	„

...eim gewöhnlichen Laboratoriumsversuch ohne be...re Vorsichtsmaßregeln verdampfen 85 bis 90 vH der ...nsäure und nur 10 bis 15 vH gehen in Schnee über. ...ler industriellen Herstellung wird man Kältever... weitgehend vermeiden und außerdem noch die große ... des sehr kalten Kohlensäuredampfes, genau wie ...*Lindeschen* Verfahren, im Gegenstrom zum Kühlen ...usgangstoffs, hier also der flüssigen Kohlensäure, ...nden. Dadurch wird ihr Wärmeinhalt bedeutend ver...t und die Ausbeute an fester Kohlensäure praktisch ... bis 33 vH gesteigert. Theoretisch beträgt der Grenz...der Ausbeute rd. 40 vH.

...ie feste Kohlensäure nennt man in Amerika ...keneis (dry ice), weil sie bei Wärmezufuhr ...schmilzt, sondern sublimiert[2]). Die Herstellung zer...n folgende Abschnitte: Herstellung des reinen CO_2-..., Verdichten und Verflüssigen des Gases, Drosseln ...lüssigkeit mit teilweiser Schneebildung, Verdichten ...hnees zu verkaufsfertigen Blöcken.

[1]) Dieser Aufsatz ist ein Kapitel aus dem Buch „Amerikanische ...chnik" des Verfassers, das demnächst im VDI-Verlag erscheint.
[1a]) Vergl. *D. H. Killeffer*, Industrial and Engineering Chemistry ...1927) S. 192; *H. Howe*, Nations Business, New York, Juli 1927.
[2]) Die führende Herstellerin ist die Dry-Ice Corporation of Ame... New York. Die maschinellen Einrichtungen liefert die Nitrogen ...ering Corporation in New York.

Herstellung reiner Kohlensäure

Die reine Kohlensäure wird gewonnen: durch Einwirkung von Säuren auf billige Karbonate ($CaCO_3$, $MgCO_3$), bei Gärungsvorgängen, durch vollständige Verbrennung von Koks oder aus natürlichen Kohlensäurequellen.

Obgleich die Gewinnung der Kohlensäure aus billigen Karbonaten scheinbar sehr wirtschaftlich wäre und das Gas im Gärungsgewerbe als Abfall auftritt, geht man praktisch in den meisten Fällen doch von Koks als Rohstoff aus; denn man braucht für das Reinigen und Verflüssigen der Kohlensäure viel mechanische Arbeit und Wärme, fast mehr als man beim Verbrennen der zur Erzeugung der Kohlensäure notwendigen Koksmenge gewinnen kann.

Der Koks wird unter einem Dampfkessel mit geringem Luftüberschuß verbrannt, so daß die Verbrennungsgase rd. 18 vH Kohlensäure, ein wenig Sauerstoff und im übrigen nur Stickstoff enthalten, also von Kohlenoxyd frei sind. Man kühlt die Gase zuerst in einem Speisewasservorwärmer auf rd. 150° und wäscht sie dann mit kaltem Wasser, um Flugasche und sonstige Verunreinigungen zu entfernen. Aus den Waschtürmen wird das Gasgemisch mittels eines Ventilators abgesaugt und in die Absorptionstürme gepumpt, in denen Soda- oder Pottaschelösung von 10 vH Salzgehalt über geschichteten Koks rieselt. Die Lösung absorbiert aus dem Gasgemisch die Kohlensäure, wobei teilweise Bikarbonat entsteht, während Stickstoff und Sauerstoff oben aus den Absorptionstürmen entweichen.

Die Lösung wird schließlich in die Kohlensäureerzeuger gepumpt und mit dem Abdampf der Kraftanlage, dem etwas Frischdampf zugesetzt wird, auf 115° erwärmt; dadurch wird die Kohlensäure wieder ausgetrieben, wobei auch erhebliche Mengen von Wasserdampf entweichen; das Gemisch wird dann wieder abgekühlt, der mitgerissene Wasserdampf niedergeschlagen und Kohlensäure von 99,9 vH Reingehalt gewonnen. Die heiße regenerierte Lösung wird im Gegenstrom zur kalten Lösung unter Wasserzusatz in die Absorptionstürme zurückgepumpt.

Verdichten und Verfestigen der Kohlensäure

Das Verdichten des Kohlensäuregases in dreistufigen Kompressoren, das Verflüssigen, das Drosseln auf 1 at, teilweise unter Bildung von fester Kohlensäure, und schließlich das mit der nutzbaren Kälteleistung verbundene Sublimieren der festen Kohlensäure sind zusammen nichts andres als der übliche Arbeitsvorgang der Kältemaschine, nur daß beim Drosseln nicht ein Gemisch von Kaltdampf und Flüssigkeit, sondern von Kaltdampf und festem Stoff entsteht und daß es sich um eine offene Kaltdampfmaschine handelt. Der Kreisprozeß schließt sich in der Tat nicht; denn das Sublimationsprodukt entweicht ins Freie, während der Kompressor neben dem beim Drosseln gebildeten Kaltdampf immer wieder neuerzeugte Kohlensäure ansaugt. Der Verdampfer ist hier räumlich von der übrigen Anlage getrennt; er befindet sich am Ort der jeweiligen Verwendung der festen Kohlensäure.

Der Idealprozeß einer Anlage zur Erzeugung fester Kohlensäure ist daher der einer Kaltdampfmaschine mit mehrstufiger Verdichtung[3]). Da aber das Druckverhältnis im Kompressor bei Herstellung der festen Kohlensäure etwa 1 : 70 beträgt, reicht eine zweistufige Verdichtung nicht mehr aus; man muß in drei Stufen verdichten, wobei das

[3]) Vergl. *R. Plank*, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 35 (1928) S. 17.

Druckverhältnis in jeder Stufe etwa 1 : 4 betragen müßte. Dementsprechend wird man zweckmäßigerweise auch dreistufig drosseln müssen[4]), wobei der in jeder Stufe gebildete Dampf sofort der Saugleitung der betreffenden Kompressorstufe zugeleitet wird. Dadurch kann ziemlich viel Arbeit gespart werden. Der in der Niederdruck- und der Mitteldruckstufe des Kompressors verdichtete, überhitzte Dampf muß außerdem vor dem Ansaugen in die nächst höhere Stufe durch verdampfende Flüssigkeit von gleichem Druck bis zur trockenen Sättigung abgekühlt werden; am einfachsten läßt man den überhitzten Dampf in Zwischenbehälter mit flüssiger Kohlensäure von gleichem Druck einblasen.

Praktisch kann in den drei Verdichtungs- und Drosselstufen nicht das gleiche Druckverhältnis eingehalten werden, da feste Kohlensäure nur in der letzten Stufe entstehen soll. Der Druck vor dem letzten Drosselventil und damit auch der Enddruck im Niederdruckzylinder muß daher nach Zahlentafel 1 mindestens 6 at abs betragen. Das Druckverhältnis in der untersten Stufe muß danach 1 : 6, in der Mittel- und der Hochdruckstufe dagegen nur rd. 1 : 3,5 betragen.

Die Berechnung von Anlagen für die Herstellung fester Kohlensäure erfolgt am besten an der Hand eines Wärmediagramms für den dampfförmigen, flüssigen und festen Zustand. Ein solches Temperatur-Entropie-Diagramm, das unter Berücksichtigung aller neueren Versuchswerte aufgestellt wurde, ist in Abb. 1 dargestellt[5]). In Abb. 2 ist der dreistufige Prozeß im Temperatur-Entropie-Diagramm wiedergegeben. Als Kondensatordruck ist $p = 65$ at, entsprechend der Kondensationstemperatur von rd. $t = +25°$ angenommen. Für die Zwischendrücke sind $p_1 = 20$ at ($t_1 = -20°$) und $p_2 = 6$ at ($t_2 = -50°$) gewählt.

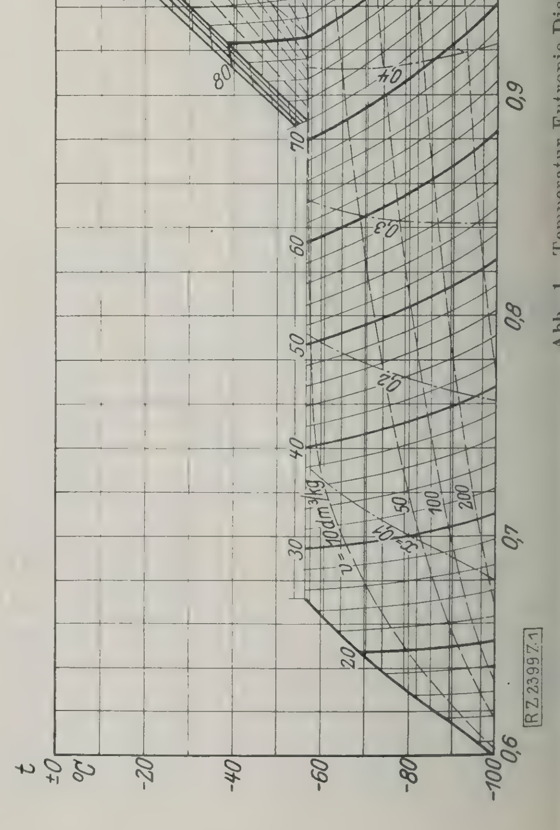


Abb. 1. Temperatur-Entropie-Diagramm für Kohlensäure (fest — flüssig — dampfförmig).

RZ 2399 7.1

[4]) In den bisher ausgeführten Anlagen wird allerdings nur in einer Stufe abgedrosselt, wobei aber nicht die größte Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann.

[5]) *R. Plank* und *I. Kuprianoff*, Die thermischen Eigenschaften der Kohlensäure im gasförmigen, flüssigen und festen Zustand, Beihefte z. r Z. f. d. ges. Kälte-Ind., Reihe 1, Heft 1, Gesellschaft für Kältewesen, Berlin 1929. Diese Arbeit enthält die thermodynamischen Diagramme in großem Maßstab.

Wenn in der Hochdruckstufe und im Kondensator kg CO_2 umläuft, das hinter dem Kondensator auf etwa 15° (Punkt *a*) unterkühlt wird, dann entstehen bei ·r ersten Drosselung auf $p_1 = 20$ at rd. $x_1 = 0{,}28$ kg ampf, die sofort von der Hochdruckstufe des Kompres- ·rs abgesogen werden, während $1 - x_1 = 0{,}72$ kg Flüs- gkeit (Punkt *b*) in der zweiten Stufe auf $p_2 = 6$ at ·drosselt werden. Das entstehende Gemisch hat $= 0{,}20$ spezifischen Dampfgehalt, es besteht also aus $(1 - x_1) = 0{,}144$ kg Dampf, der sofort von der Mittel- ·uckstufe des Kompressors abgezogen wird, und aus $- x_2)\ (1 - x_1) = 0{,}576$ kg Flüssigkeit (Punkt *c*).

Diese Flüssigkeit wird nun in der dritten Stufe ıf $p_3 = 1$ at gedrosselt, wobei die Temperatur auf -78,9° sinkt und ein Gemisch aus $x_3 = 0{,}41$ Teilen ampf und $1 - x_3 = 0{,}59$ Teilen Schnee entsteht. Die zu- ·hörigen Gewichtsteile sind $x_3\ (1 - x_2)\ (1 - x_1)$ $= 0{,}236$ kg Dampf und $(1 - x_3)\ (1 - x_2)\ (1 - x_1)$ $= 0{,}340$ kg Schnee. Der Niederdruckzylinder des Kom- ressors saugt den in dieser Stufe gebildeten Dampf an),236 kg); außerdem muß ihm so viel frisches Kohlen- ıuregas zugeführt werden, wie dem Kreisprozeß in orm von Schnee entzogen wurde (0,34 kg).

Aus 1 kg im Kondensator verflüssigter Kohlensäure rhält man also 0,34 kg = 34 vH Schnee. Der in der ·tzten Drosselstufe gebildete kalte Dampf kann zur ·eiteren Unterkühlung der verflüssigten Kohlensäure erangezogen werden, bevor er in die Niederdruck- ·ufe des Kompressors eintritt. In diesem Fall rückt 'unkt *a* weiter nach links und die Ausbeute an fester ·ohlensäure nimmt noch etwas zu; gleichzeitig steigt ber auch der Arbeitsverbrauch der Niederdruckstufe es Kompressors. Ebenso kann man auch den Dampf von -50° aus der zweiten Drosselstufe zur Kühlung der ·üssigen Kohlensäure heranziehen. Auf diese Weise ann man die Ausbeute an fester Kohlensäure auf etwa 0 vH, bezogen auf 1 kg Flüssigkeit im Kondensator teigern.

Eigenschaften und Vorteile der festen Kohlensäure als Kühlmittel

Der bei diesem Verfahren gebildete Kohlensäure- chnee ist sehr locker und sublimiert ziemlich rasch. ·r wird in hydraulischen Pressen mit 50 bis 100 at)ruck zu festen Blöcken verdichtet. Das höchste spe- ·ifische Gewicht, das man durch Ausfrieren von flüs- iger Kohlensäure erhält, beträgt bei — 78,5° = 1,56 kg/l. Es wird jedoch beim Pressen des Schnees ·icht erreicht; man begnügt sich in Amerika vielmehr ·it einem spezifischen Gewicht von 1,1; Würfel von ·50 mm Seitenlänge wiegen dabei 17 bis 18 kg. Durch ·rhöhen der Drücke in den Pressen ließe sich das spe- ·ifische Gewicht leicht auf 1,3 bis 1,4 steigern, was zu- ·unsten der Platzersparnis und des langsameren Ver- lunstens ratsam erscheint.

Die feste Kohlensäure hat, wie schon erwähnt, bei ·60 mm Q.-S. Druck eine Temperatur von — 78,5; sie ·chmilzt nicht bei Wärmezufuhr, sondern geht unmittelbar ·n den dampfförmigen Zustand über (Sublimation). Hier- ·ei werden für 1 kg 137 kcal verbraucht, und da sich der ·ntstehende sehr kalte Dampf im Kühlraum noch bis ·ahe an die Raumtemperatur erwärmen kann, bevor er entweicht, so erhält man z. B. bei 0° Austrittstemperatur des Dampfes eine Kälteleistung von 152 kcal/kg. Das ist also fast doppelt so viel wie die Kälteleistung von 1 kg Eis.

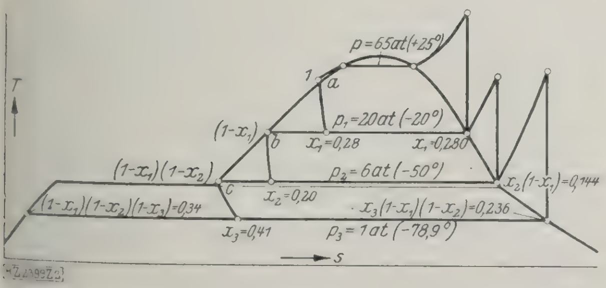


Abb. 2
Kreisprozeß der Herstellung fester Kohlensäure (dreistufig).

Infolge ihres höheren spezifischen Gewichts ergibt die feste Kohlensäure auch auf die Raumeinheit bezogen eine wesentlich höhere spezifische Kälteleistung als Eis; das Verhältnis beträgt etwa $\frac{152}{80} \cdot \frac{1{,}35}{0{,}9} = 2{,}85$. Die damit verbundene Möglichkeit besserer Raumausnutzung im Kühlschrank, Eisenbahnwagen oder dergl. kann sich allerdings nicht voll auswirken, weil die feste Kohlensäure zu schnell verdampfen und den Raum zu tief kühlen würde, wenn man sie, wie Eis, einfach in einen offenen Behälter legte. Vielmehr muß man den Behälter für feste Kohlensäure isolieren[6]), was den Platzbedarf wieder vergrößert.

Immerhin bleibt die Platzersparnis beim Kühlen mit fester Kohlensäure beachtenswert. Bei gleichem Raumbedarf der Kühlkörper im Kühlraum braucht dieser mit fester Kohlensäure viel seltener als mit Eis beschickt zu werden, was bei Eisenbahn-Kühlwagen wie auch bei Haushalt-Kühlschränken offenbare Vorteile ergibt. Da die Kosten der Eiszufuhr ein Mehrfaches der Eiserzeugungskosten betragen, so muß jede Verringerung der Anzahl von Beschickungen zu Ersparnissen führen. Auf der Eisenbahn vermindert dies die Zahl der Anlagen und der Aufenthalte für das Auffüllen mit frischem Kälteträger.

Beim Verfrachten und Aufbewahren von Kühlgütern, die Temperaturen unter 0° erfordern (Gefrierfleisch, Fische, Wild, Geflügel) muß man ferner dem Eis große Mengen von Salz zusetzen, was Kosten und starke Verrostungen der Behälter verursacht; hier öffnet sich der Kohlensäure ein mögliches Anwendungsgebiet. Einer der größten Vorteile der Verwendung fester Kohlensäure an Stelle von Eis ist der Fortfall des Schmelzwassers, das hygienisch nachteilig ist, Eisenteile angreift und sehr feuchte Kühlräume ergibt.

Aussichten der festen Kohlensäure

Daß die feste Kohlensäure das gewöhnliche Eis als Kühlmittel verdrängen wird, ist nicht zu erwarten. Sie kann sich aber gewisse Gebiete der Kältetechnik erobern, bei denen ihre hervorstechenden Vorteile besonders scharf zum Ausdruck kommen.

Die wichtigste Frage dabei ist der Verkaufspreis. Feste Kohlensäure muß stets erheblich teurer als Eis werden, weil ihre tiefe Verdampftemperatur von — 78,9° durch höheren Energieaufwand erkauft werden muß. Bei Zugrundelegung der heutigen Preise der flüssigen Kohlensäure wäre jede industrielle Verwertung fester Kohlensäure ausgeschlossen; denn für flüssige Kohlensäure werden heute in Deutschland 65 bis 70 ₰/kg bezahlt, und da man aus 1 kg flüssiger Kohlensäure nur etwa 0,3 kg feste erhalten kann, so müßte feste Kohlensäure 2 ℛℳ/kg kosten.

Indessen wird der Preis der flüssigen Kohlensäure vorwiegend durch die Abschreibungen des in den Stahlflaschen angelegten Kapitals gesteigert, deren hohe Tara (220 vH des Reingewichts) auch die Versandkosten erhöht. Der Fortfall der Stahlflaschen gibt daher der festen Kohlensäure einen gewaltigen Vorsprung vor der flüssigen. In Amerika zahlt man für feste Kohlensäure je nach der abgenommenen Menge 45 bis 90 ₰/kg, also etwa das 15fache der Eispreise oder für gleiche Kälteleistung bei fester Kohlensäure etwa den 8fachen Eispreis.

Bei dem bisherigen Herstellverfahren ist mit dem Einbringen des Kohlensäureschnees in die Pressen und dem Verdichten noch ziemlich viel Handarbeit und Kälteverlust verbunden. Durch Rationalisierung des Verfahrens wäre es also möglich, beim Verkauf der festen Kohlensäure rund mit dem fünffachen Eispreis, bezogen auf gleiche Kälteleistung, auszukommen. Immerhin erkennt man aus dieser Gegenüberstellung, daß

[6]) Die Behälter werden häufig aus dem sehr leichten und die Wärme schlecht leitenden Balsaholz hergestellt.

von einem allgemeinen Ersatz des Eises durch feste Kohlensäure keine Rede sein kann.

Am weitesten ist die feste Kohlensäure in Amerika beim Versand von Rahmeis verbreitet. Während man hier früher schwere Verpackungen für das Roheis-Salzgemisch brauchte, so daß die Tara ein Vielfaches des Reingewichts betrug, und die Kisten zurückgeschickt wurden, versendet man jetzt das Rahmeis in leichten Pappkästen unter Beigabe eines Stückes fester Kohlensäure.

Ein anderes Verwendungsgebiet ist das Verschicken von gekühlten oder gefrorenen Fischen in Eisenbahnwagen[7]). Die feste Kohlensäure wird in isolierten Kammern an der Decke der Kühlwagen untergebracht. Die Wagen müssen auch gut isoliert sein und insbesondre ihre Türen sehr dicht schließen. Da Kohlensäuredampf viel schwerer als Luft ist, fällt er von der Decke zum Boden, so daß der ganze Inhalt in eine Kohlensäurewolke gehüllt wird; der Dampf entweicht schließlich durch kleine Öffnungen in der Decke. Die Verdrängung des Luftsauerstoffs ist dabei insofern vorteilhaft, als dadurch Fäulnisvorgänge gehemmt werden und bei fetten Fischen die Oxydation der Fette unterbleibt.

Nach Berichten von *H. F. Taylor* ist der Versand von Fischen mit fester Kohlensäure in Kühlwagen und auf Schiffen selbst auf große Entfernungen (z. B. von New York nach St. Louis, Kansas City oder Jamaika) gut gelungen, doch waren hin und wieder auch Mißerfolge zu verzeichnen. Bei Kühlung mit fester Kohlensäure können die Wagen ganz mit Fischkisten vollgepackt werden, während es bei Eiskühlung üblich ist, die Wagen nur auf rd. ⅔ der Höhe vollzupacken, damit die Luft besser umlaufen kann.

Feste Kohlensäure eignet sich auch für den Versand von Fischen, Hummern, Austern, Butter und dergl. in Postpaketen mit sehr leichter Verpackung. Besondre Vorteile wird sie ferner beim Versand schnell verderblicher Lebensmittel durch Flugpost bieten, was in Deutschland bald wirtschaftlich bedeutungsvoll werden kann.

In der Hauptversammlung des Institute of American Meat Packers 1928 hat *A. Horr*, Brooklyn, über Versuche mit der Verwendung von fester Kohlensäure beim Versand von frischem Fleisch in Lastkraftwagen berichtet[8]). Für 270 bis 320 kg Fleisch brauchte man bei den ersten Versuchen täglich rd. 36 kg feste Kohlensäure im Werte von 16,80 RM, während die Eiskühlung nur 5,30 RM gekostet hätte. In verbesserter Anordnung soll es dann gelungen sein, den Verbrauch an fester Kohlensäure für die gleiche Fleischmenge auf 18 kg herabzusetzen, so daß die Kosten nicht mehr wesentlich höher sind als bei Eiskühlung. Die Temperatur der Kühlräume betrug dabei + 4 °.

[7]) *H. F. Taylor*, Refrigeration of fish, Bureau of Fisheries, Nr. 1016 S. 564, Washington 1927.
[8]) „Ice and Cold Storage", London. Bd. 31 (1928) S. 326.

Die Versuche, feste Kohlensäure auch beim Obstversand zu verwenden, haben noch keine endgültigen Ergebnisse geliefert. Der Luftsauerstoff ist hier für das Atmen des Obstes notwendig, und der Kohlensäuregehalt darf daher eine für jede Obstart bestimmte Grenze nicht übersteigen. Nach englischen Versuchen beim Versand australischer Äpfel nach London[9]) darf der Kohlensäuregehalt der Luft in den Laderäumen ohne Schaden für die Früchte bis zu 10 vH steigen; bei höherem Gehalt treten jedoch Stoffwechselkrankheiten (Braunfärben der Kerngehäuse) auf, die das Obst unbrauchbar machen. Bei Kühlung durch feste Kohlensäure müßte man daher für Lufterneuerung sorgen, was die Vorteile dieses Kühlverfahrens in Frage stellen kann. Weitere Versuche mit südafrikanischen Apfelsinen[10]) zeigten, daß diese Früchte gegen hohe Kohlensäure-Konzentrationen weniger empfindlich sind als Äpfel; wichtig ist, daß die schädliche Wirkung der Kohlensäure bei tiefen Temperaturen viel größer ist als bei höheren Temperaturen; so wurde nach fünfwöchiger Lagerung von Apfelsinen in einem Raum mit 25 bis 40 vH CO_2 bei + 1 ° eine sehr deutliche Schädigung beobachtet, während bei + 7 und + 13 ° keinerlei Entwertung zu bemerken war.

Wichtig ist noch, ob die freiwerdende Kohlensäure in bewohnten Räumen — z. B. bei Verwendung fester Kohlensäure in Haushalt-Kühlschränken — gefährlich werden kann. Aus 1 kg fester Kohlensäure entstehen etwa 0,5 m³ Gas von 0 ° und 1 at. Ein mittlerer Haushalt braucht etwa 3 bis 4 kg feste Kohlensäure in 24 h, so daß täglich 1½ bis 2 m³ CO_2-Gas gebildet werden. Da in jeder Küche oder Speisekammer, besonders in der warmen Jahreszeit, die Fenster geöffnet werden, so ist eine gefährliche Anreicherung der Luft mit Kohlensäure kaum zu befürchten.

Immerhin muß man auf gute Lüftung der betreffenden Räume achten, da schon 3 bis 5 vH (Raumteile) CO_2 in der Luft bei längerem Einatmen belästigen. Da sich die schädliche Wirkung auf den Körper langsam steigert und in Kopfschmerzen, Schläfrigkeit und Schwindelgefühlen äußert, so kann man durch Öffnen der Fenster eine ernstere Gefahr stets rechtzeitig abwenden. Gegen allzugroße Befürchtungen spricht die Tatsache, daß sich auch in den Gärkellern der Brauereien dauernd große Mengen Kohlensäure entwickeln und irgendwelche Nachteile für das Bedienungspersonal damit nicht verbunden sind.

Es ist jedenfalls damit zu rechnen, daß feste Kohlensäure als Kühlmittel für Sonderzwecke auch in Deutschland Bedeutung erlangen wird. Das Herstellverfahren kann aber noch nicht als vollkommen gelten; Vereinfachungen und Verbesserungen wären im Interesse einer Preissenkung des Erzeugnisses sehr angebracht. [B 2399]

[9]) Food Investigation Board, London, Special Report Nr. 23 (1925), vergl. a. Special Report Nr. 21 und Nr. 22 (1925).
[10]) Food Investigation Board, Report for the Year 1927.

Gewindetoleranzen

Nachdem DIN Vornorm 2244, Gewindetoleranzen, rd. zwei Jahre lang erprobt worden war, wurden von verschiedenen Seiten Wünsche laut, die Toleranzen im Hinblick auf größere Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung zu ändern. Um die einzelnen Wünsche der Hersteller und Verbraucher kennenzulernen, wurde im Juni 1928 eine Rundfrage erlassen. Die hierauf eingegangenen Vorschläge sind in einer von Prof. *Berndt*, Dresden, ausgearbeiteten ausführlichen Denkschrift niedergelegt worden, die als Beratungsunterlage für die Gewindesitzung am 30. November 1928 diente.

Am Vorabend dieser Sitzung hielt Prof. *Berndt* in der Technischen Hochschule Charlottenburg einen Vortrag über „Neue Versuche über Gewinde, Messungen, Verhalten zu den Schneidwerkzeugen, Festigkeit". Dieser Vortrag klärte einen großen Teil der Fragen, die am nächsten Tage auf der Sitzung selbst besprochen werden sollten. Im Anschluß daran berichtete *Schaurte* über Messungen in seinem Betriebe, Dr. *Härtel* über Innengewindemessungen nach dem Abgußverfahren und Werkinspektor *Nabholz* über Gestaltung der Schneidwerkzeuge.

Die Gewindesitzung selbst war von 115 Vertretern der verschiedensten an den Gewindefragen beteiligten Kreise besucht. Auf Grund sehr eingehender Vorarbeiten durch den Obmann, Prof. Dr. *Schlesinger*, und durch die bereits erwähnte Denkschrift von Prof. *Berndt* konnten für den größeren Teil der sehr umfangreichen Tagesordnung endgültige Beschlüsse gefaßt werden. Für verschiedene Punkte, wie Toleranzen des Kerndurchmessers der Mutter und des Bolzens für mittel und grob, Vorschläge für Feintoleranz, für Gewindefestsitz, für Feingewindetoleranzen, Toleranzen für Rohr-, Trapez-, Sägen-, Rund- und dampfdichte Gewinde wurden von der Versammlung Unterausschüsse eingesetzt und diesen für die Weiterbearbeitung Richtlinien gegeben.

Nachdem der Unterausschuß für Kerndurchmesser des Bolzens und der Mutter für mittel und grob endgültige Beschlüsse gefaßt hat, werden die Normen über die Toleranzen und Grenzwerte für diese beiden Gütegrade als Vollnormen herausgegeben. Als nächste Arbeit des Ausschusses folgt dann die Festlegung der Toleranzen und Grenzwerte für den Gütegrad fein. Da für diese im Gegensatz zu den bisherigen Festlegungen in DIN Vornorm 2244 neue Vorschläge zu Grunde gelegt werden, sollen die Toleranzen und Grenzwerte für fein bis Ende 1930 noch als Vornormen herausgegeben werden, damit die Industrie diese neuen Festlegungen erproben kann. Als weitere Arbeit folgt dann die Festlegung der Blätter über Gewindelehren und Gewinderachenlehren. Ein ausführlicher Bericht über die Beschlüsse der Sitzung ist in den DIN-Mitteilungen vom 17. Januar 1929, „Maschinenbau" Bd. 8 Nr. 2, veröffentlicht. [N 2555]

Kurbelkastenspülung für Zweitaktmotoren

Von Dr.-Ing. HANS LIST, o. Professor der Tung-chi-Universität, Technische Fakultät, Woosung, China

Der Luftaufwand bei Zweitaktmaschinen mit Kurbelkastenspülung wird berechnet und das Ergebnis graphisch dargestellt. Ferner wird ein Verfahren zur experimentellen Bestimmung des Liefergrades bei solchen Zylindern mitgeteilt. Das Verfahren gestattet, den mittleren Kolbendruck und die günstigste Länge der Einlaßschlitze von Zweitaktmaschinen mit Kurbelkastenspülung zu berechnen.

ine Zweitakt-Dieselmaschinen mit Kurbelkasten- pülung müssen mit sehr niedrigem mittleren Kolben- arbeiten, wenn die Verbrennung vollständig ufen soll. Die Ursache ist die schlechte Spülung Maschinen, also die geringe Luftmenge, die für 'erbrennung zur Verfügung steht. Die Spülluft- ist dadurch begrenzt, daß der Kolben mit seiner n Seite als Pumpenkolben arbeitet, und kann den um nicht wesentlich überschreiten. Für die ändige Entfernung der Abgase aus dem Zylinder ese Luftmenge zu gering, da während der Spü- und unmittelbar nachher große Mengen von Spül- urch die Auslaßschlitze verlorengehen. Diese Ver- sind die Hauptursache der unzureichenden Spülung, ier ist hauptsächlich anzusetzen, wenn man die erhältnisse dieser Maschinen verbessern will. Der grad der Kurbelkasten-Spülpumpe ist hoch, ins- dere dann, wenn man die dynamische Wirkung der iffgassäule ausnutzt. Doch auch dort, wo dafür besondern Vorkehrungen getroffen werden, liegt ist zwischen 95 und 100 vH, wie unter andern auch 'erfasser durch genaue Luftmessungen an einem akt-Dieselmotor nachweisen konnte.

ur Vorausberechnung des erreichbaren mittleren ndrucks muß man die für die Verbrennung verfüg- Luftmenge kennen. Man kann sie berechnen, wenn den Luftaufwand, den Wirkungsgrad der Spülung lie Länge der Auspuffschlitze kennt. Unter Luft- und ist das Verhältnis der eintretenden Spülluft- e zum Hubraum, unter Spülwirkungsgrad das Ver- s der nach der Spülung im Zylinder verbleibenden intretenden Luftmenge verstanden.

er Luftaufwand ergibt sich bei Spülung mit nahezu änderlichem Spüldruck aus diesem Druck, den Zy- r- und Schlitzabmessungen und der Drehzahl, wenn eine Erfahrungszahl, die Durchflußzahl des Systems ßkanal – Zylinder – Auslaßkanal, kennt. Diesen Er- ngswert kann man bei Neukonstruktionen auf Grund Ergebnissen ähnlicher Maschinen schätzen, bei aus- rten Maschinen durch Luftmessungen bestimmen. Maschinen mit Kurbelkastenspülung sinkt aber der ruck während der Spülung von einem Höchstwert uf nahezu null. Die Verhältnisse liegen hier etwas eriger als bei konstantem Spüldruck, sind aber bei tnis der Durchflußzahl ebenfalls theoretisch voraus- mbar.

st σ_e das Verhältnis der Länge der Einlaßschlitze Hub s, so öffnet der Kolben die Schlitze, wenn er om unteren Totpunkt entfernt ist. Da die Kolben- ung während des Spülens ihre Richtung wechselt die Kolbengeschwindigkeiten im Vergleich zu Luft- und Abgasgeschwindigkeiten klein sind, die Kolbenbewegung auf die Spülung keinen n Einfluß aus. Man kann sie daher vernach- en und annehmen, die Spülung erfolge aus Gefäß mit unveränderlichem Rauminhalt, dessen mit dem zeitlich mittleren Inhalt des Kurbelkastens nd der Spülung übereinstimmt. Da dieser jedoch lem Inhalt des Kurbelkastens V_r bei der inneren ntotlage nur wenig abweicht und die unsicheren llagen der Rechnung diese Vereinfachung durch- echtfertigen, kann man den Kolben als während des Spülens im inneren Totpunkt ruhend annehmen. V_h sei der Hubraum. Mit

$$\frac{V_r}{V_h} = x$$

wird das Verdichtungsverhältnis

$$\frac{V_r}{V_r + V_h} = \frac{x}{x+1}.$$

Bei adiabatischer Verdichtung ist der Enddruck der Verdichtung

$$p_r = p_a \eta_v \left(\frac{x+1}{x}\right)^k,$$

worin $p_a \eta_v$ der Druck zu Beginn der Verdichtung ist (p_a = Außendruck, η_v trägt dem Ventilwiderstand Rechnung). η_v sei vorläufig gleich 1 gesetzt.

Während des Spülens expandiert der Inhalt des Kurbelkastens, der Spüldruck sinkt. Nach *Schüle*[1]) gilt für den Ausfluß aus einem Gefäß mit konstantem Rauminhalt und bestimmtem Anfangsdruck folgende Beziehung zwischen dem Zeitquerschnittintegral $\int f \, \mathrm{d}t$ und dem Druck p_i' im Gefäß

$$\int f \, \mathrm{d}t = \frac{1}{k} \frac{V}{\varphi} \frac{1}{\sqrt{p_r v_r}} \left(\frac{p_r}{p_a}\right)^{\frac{1}{2} - \frac{1}{2k}} \int_{p_r}^{p_i} \frac{1}{\left(\frac{p_a}{p_i'}\right)^{\frac{1}{2k} + \frac{1}{2}} a} \, d\left(\frac{p_a}{p_i'}\right);$$

hierbei ist angenommen, daß die Expansion adiabatisch verläuft. Das stimmt zwar mit der Wirklichkeit nicht überein, der Unterschied beeinflußt das Ergebnis jedoch wenig, da der hierdurch entstehende Fehler weit kleiner ist als die Annäherung, mit der man z. B. φ schätzen kann. In der Formel ist V der Inhalt des Gefäßes, p_r sein Anfangs-, p_a der Außendruck, v_r und v_a die zugehörigen spezifischen Volumen, φ ein Ausströmkoeffizient, hier die Durchflußzahl, p_i der Druck beim Abschluß der Schlitze, k der Exponent der Adiabate und

$$a = \sqrt{2g \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_a}{p_i'}\right)^k - \left(\frac{p_a}{p_i'}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]}.$$

Trägt man den Ausdruck unter dem Integralzeichen als Funktion von $\frac{p_a}{p_i'}$ auf, so ist nach *Schüle* $z = f\left(\frac{p_a}{p_i'}\right)$ die Integralkurve. Damit wird

$$\int f \, \mathrm{d}t = \frac{1}{k} \frac{V}{\varphi} \frac{1}{\sqrt{p_r v_r}} \left(\frac{p_r}{p_a}\right)^{\frac{1}{2} - \frac{1}{2k}} (z_i - z_r)$$

wobei z_i der Abszisse $\frac{p_a}{p_i}$, z_r der Abszisse $\frac{p_a}{p_r}$ entsprechen.

Das dem Kurbelkasten entnommene Luftgewicht ist, wenn der Druck von p_r auf p_i gesunken ist,

$$G = \frac{V_h x}{v_a} \left(\frac{v_a}{v_r} - \frac{v_a}{v_i}\right).$$

Nun ist

$$\frac{v_a}{v_r} = \left(\frac{p_r}{p_a}\right)^{\frac{1}{k}}, \quad \frac{v_a}{v_i} = \left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{1}{k}},$$

daher

$$G = \frac{V_h x}{v_a} \left[\left(\frac{p_r}{p_a}\right)^{\frac{1}{k}} - \left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{1}{k}}\right].$$

Bezieht man die Luftmenge auf Außenluft, so ist die eintretende Luftmenge

$$V_a = V_h x \left[\left(\frac{p_r}{p_a}\right)^{\frac{1}{k}} - \left(\frac{p_i}{p_a}\right)^{\frac{1}{k}}\right].$$

[1]) Technische Thermodynamik, 2. Aufl. Bd. 2, S. 524 u. f.

Setzt man

$$V_a = \lambda V_h,$$

wobei λ der auf V_h bezogene Luftaufwand der Spülung ist, so ist

$$\frac{p_i}{p_a} = \left(\frac{x+1-\lambda}{x}\right)^k, \quad \frac{p_r}{p_a} = \left(\frac{x+1}{x}\right)^k.$$

Daraus lassen sich, wenn x und λ gegeben sind, z_i und z_a mit Hilfe der Integralkurve bestimmen.

Für $\int f \, \mathrm{d} t$ findet man, wenn ψD die Schlitzbreite, σ' die augenblicklich freie Schlitzlänge und $\frac{r}{l}$ das Schubstangenverhältnis sind, einen zweiten Ausdruck

$$\int f \, \mathrm{d} t = \psi D s \int \sigma' \, \mathrm{d} t$$

und mit

$$\mathrm{d} t = \frac{30}{\pi n} \mathrm{d} a$$

und

$$\int \sigma' \, \mathrm{d} a = \left(1 + \frac{r}{2 l}\right) \frac{\sigma_e^{3/2}}{370} \quad \text{(nach } \textit{Föppl}\text{)}$$

$$\int f \, \mathrm{d} t = \psi D s \frac{30}{\pi n} \left(1 + \frac{r}{2 l}\right) \frac{\sigma_e^{3/2}}{370}.$$

Setzt man die beiden Ausdrücke gleich, so ergibt sich

$$x (z_i - z_r) = \frac{4{,}3 \varphi \psi \left(1 + \frac{r}{2 l}\right)}{D n} \sigma_e^{3/2} = 4{,}3 A \sigma_e^{3/2} = U.$$

Die linke Seite der Gleichung ist eine Funktion von x und λ, die rechte hängt von Erfahrungs- und Konstruktionswerten ab. σ_e ist in vH einzusetzen.

In Abb. 1 ist λ als Funktion von x und U dargestellt, anderseits U zu A und σ_e in Beziehung gebracht. Um λ für bestimmte Verhältnisse zu finden, geht man von A aus. Man fährt wagerecht so weit nach links, bis man die entsprechende Linie σ_e schneidet, dann aufwärts bis zum Schnitt mit der Linie des durch die Baumaße festgelegten Wertes von x und kann dann links den Wert von λ ablesen. Damit kann man nach Schätzung der Durchflußzahl φ den Luftaufwand berechnen.

Die Verluste an Spülluft entstehen dadurch, daß Spülluft mit den Abgasen abströmt, und daß ein Teil des Zylinderinhaltes durch den Kolben verdrängt wird. Dieses Verdrängen erfolgt in der Hauptsache, nachdem die Spülung vollendet ist. Das gilt insbesondere bei Spülung mit sinkendem Spüldruck, für die vorliegenden Ableitungen aber mit hinreichender Annäherung auch für die Spülung mit konstantem Spüldruck. Man kann daher angenähert beide Vorgänge als zeitlich getrennt annehmen und ihre Verluste gesondert behandeln.

Der Verlust an Spülluft während des Spülens läßt sich nicht berechnen, da sich die Strömungs- und Mischungsverhältnisse im Zylinder während des Spülens noch nicht mathematisch erfassen lassen. Diesen Teil des Spülvorganges kann man daher nur durch Versuche klären, indem man entweder die Strömung im Zylinder untersucht oder durch Analysen des Zylinderinhaltes vor und nach dem Spülen die Wirksamkeit der Spülung prüft. Die Untersuchung der Strömung gibt wohl Aufschluß darüber, welche Stellen der Spülluftstrom nicht berührt, liefert aber, da sie die Mischungsverhältnisse nicht umfaßt, nur ungenügende Grundlagen für die Beurteilung der Spülwirkung, auf die es allein ankommt.

Die Versuchseinrichtung

Anderseits ist die Bestimmung des Spülwirkungsgrades durch Analysen umständlich und ungenau, insbesondere, wenn man den Einfluß verschiedener Formen und Größen untersuchen will. Ich habe daher eine Einrichtung entworfen, an der man planmäßige Untersuchungen über die Spülung in kleineren Zylindern ausführen kann. Der Spülwirkungsgrad hängt theoretisch ab von der An[...]nung der Ein- und Auslaßschlitze, der Form von Kol[...]boden und Zylinderdeckel, vom Hubverhältnis, vom S[...]druck, von den Zylinderabmessungen, vom Öffnungsge[...] der Luftquerschnitte und von der eintretenden Spül[...]menge. Alle diese Größen muß man verändern kön[...] wenn man die Spülung untersuchen will.

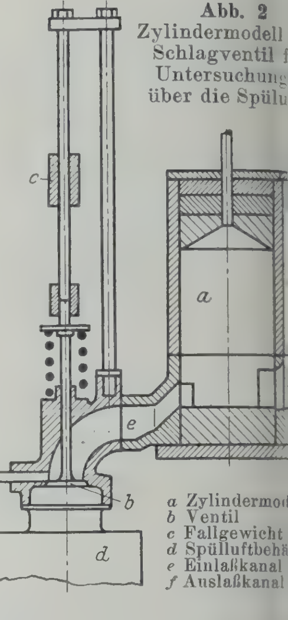


Abb. 2 Zylindermodell [...] Schlagventil f[...] Untersuchung[...] über die Spülu[...]

a Zylindermod[...] b Ventil c Fallgewicht d Spülluftbehä[...] e Einlaßkanal f Auslaßkanal

Das mit Kohlensäure gefüllte Zylindermodell a, Abb[...] wird mittels einer bestimmten Luftmenge ausgespült, [...]rauf die im Zylinder verbleibende Kohlensäure du[...] Absorption in Kalilauge gemessen wird. Das Zylin[...]modell ist so geteilt, daß die Schlitzanordnung, das H[...]verhältnis und die Form von Kolbenboden und Zylin[...]deckel durch Auswechseln einzelner Stücke verändert w[...]den können. Die einströmende Luftmenge regelt ein V[...]til b, das sich unter der Wirkung eines Fallgewichte[...] nach dem gleichen Gesetz öffnet, nach dem der Kolben [...] Schlitze freigibt. Der Spülluftbehälter d hat den gleic[...] Inhalt wie der schädliche Raum der Kurbelkasten-S[...]pumpe. Er wird auf den Enddruck der Verdichtung [...]gepumpt. Durch Verändern seines Inhalts und Druc[...] kann man die Spülverhältnisse bei verschieden gro[...] schädlichen Räumen der Kurbelkasten-Spülpumpe un[...]suchen. Um den Inhalt des Behälters zu ändern, f[...] man ihn teilweise mit Wasser. Öffnungszeit und Z[...]querschnitt des Einlaßventils kann man durch die F[...]höhe des zum Öffnen des Ventils dienenden Gewichtes [...] die Federspannung beeinflussen.

Der Arbeitsvorgang des Modells weicht von der S[...]lung im Motor insofern ab, als der Einlaßkanal e [...] ausgespült und der Inhalt des Auslaßkanals f bis [...] Oberkante des Auslaßschlitzes mitgemessen wird. Du[...] ein Berichtigungsverfahren werden die Ergebnisse [...] Messungen von den dadurch bedingten Fehlern bef[...]

Bei der Darstellung [...] Ergebnisse trägt [...] zweckmäßig als Abszis[...] den Luftaufwand, als [...]dinaten den Lieferg[...] des Spülvorganges [...] Der Liefergrad der S[...]lung η_l' ist dabei das V[...]hältnis der unmittel[...] nach Beendigung der S[...]lung im Zylinder befi[...]lichen Luftmenge [...] Hubraum.

Untersucht wur[...] fünf Anordnungen [...] Spülschlitze, von de[...] vier in Abb. 3 bis [...] dargestellt sind. Die le[...]

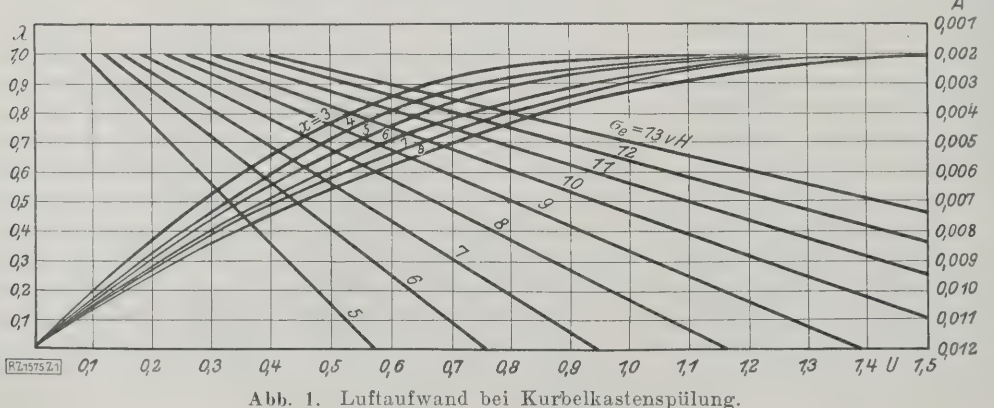
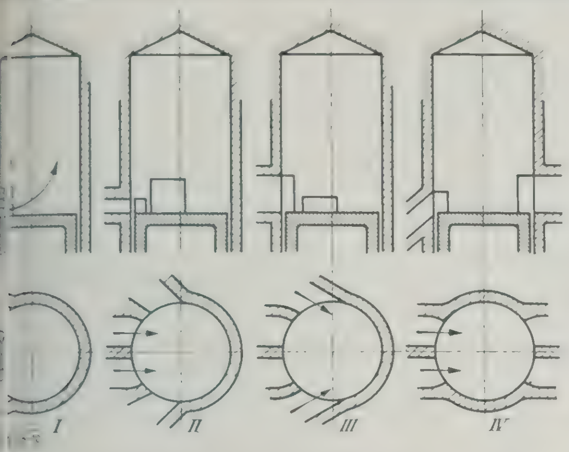


Abb. 1. Luftaufwand bei Kurbelkastenspülung.



. 3 bis 10. Untersuchte Schlitzanordnungen I bis IV.

nung entspricht der eines Junkers-Motors. Sie t für die Kurbelkastenspülung aus baulichen Grün- icht in Betracht, ist aber zum Vergleich auch her- ogen.

mkehrspülung (Abb. 3 bis 8). Abb. 11 zeigt efer- und Spülwirkungsgrade bei übereinanderliegen- Ein- und Auslaßschlitzen, Abb. 3 und 4. Die Ver- lieferten bei den Hubverhältnissen 1,2, 1,48, 1,76 und 1,95 mit großer Annäherung zusammenfallende Werte. Auch bei Abb. 12, die für zwei Einlaßschlitze in der Mitte und zwei seitliche Auslaßschlitze, Abb. 5 und 6 (II), gilt, fallen die Werte für Hubverhältnisse von 1,1 bis 1,8 praktisch zusammen. Dagegen nimmt in Abb. 13 für zwei Auslaßschlitze in der Mitte und zwei seitliche Einlaßschlitze, Abb. 7 und 8 (III), der Liefergrad etwas mit wachsendem Hubverhältnis ab. Man erkennt aber, daß sich alle drei Anordnungen für große Hubverhältnisse gut eignen.

Durchgangspülung. Abb. 14 zeigt die Ergebnisse der Messungen bei flachem Kolbenboden nach IV, Abb. 9 und 10. Der Liefergrad nimmt mit wachsendem Hubverhältnis stark ab und ist überhaupt wesentlich kleiner als bei der Umkehrspülung. Der flachkegelige Kolbenboden und ein Kolbenboden mit Ausnehmungen zur Ablenkung des Spülluftstromes lieferten ähnliche Ergebnisse.

Spülung bei Doppelkolbenmaschinen nach *Junkers*. Abb. 15 zeigt die bemerkenswert hohen Liefergrade der Spülung, die auch ganz anders als bei den andern Anordnungen verlaufen.

Auswertung der Ergebnisse

Der Einfluß der Form des Zylinderdeckels auf den Liefergrad wurde unter Beibehaltung der übrigen Größen und Verhältnisse geprüft. Bei Umkehrspülung und Durchgangspülung sowie bei großen und kleinen Hubverhältnissen ergaben sich nur ganz geringfügige Abweichungen für verschiedene Deckelformen. Der Liefergrad ist daher praktisch bei allen Anordnungen der Spülung von der

Abb. 11. Schlitzanordnung I.

Abb. 13. Schlitzanordnung III.

Abb. 12. Schlitzanordnung II.

Abb. 14. Schlitzanordnung IV.

Abb. 11 bis 15

...pülwirkungsgrade η_s und Liefergrade η_l' der Spülung bei verschiedener Anordnung und Länge der Spülschlitze.

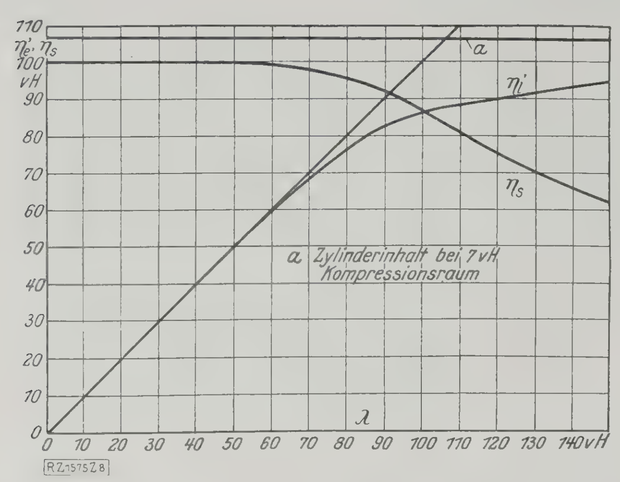
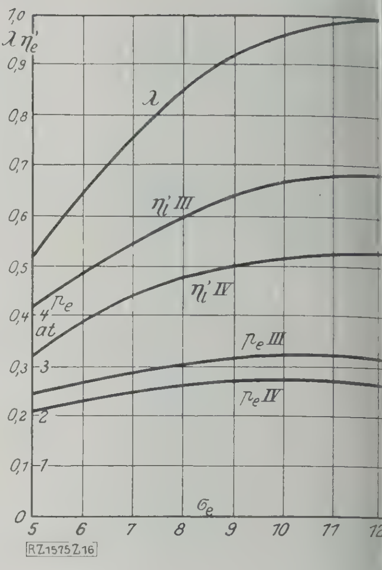


Abb. 15 (links) Schlitzanordnung V (*Junkers*).

Abb. 16 (rechts). Luftaufwand, Liefergrad und mittlerer Kolbendruck, abhängig von der Länge der Einlaßschlitze.

III und IV bezeichnen die Schlitzanordnung



Form des Zylinderdeckels unabhängig. Das gleiche ergab sich für das Eröffnungsgesetz und den Anfangsdruck der Spülung[2]). Auch hier fallen die Liefergrade unter sonst gleichen Umständen praktisch gleich aus. Bei allen Anordnungen war der Verlauf des Liefergrades empfindlich gegen Änderungen in der Lage des eintretenden Luftstroms gegenüber dem austretenden Gasstrom. Bei manchen Anordnungen der Schlitze, z. B. nach Abb. 7 und 8, konnte man allein durch Verkleinern der Höhe der Auslaßschlitze den Liefergrad bedeutend verbessern. Mit der gleichen Maßnahme war dagegen bei Durchgangspülung weniger erreichbar.

Aus der Unabhängigkeit der Liefergrade vom Spüldruck und damit von der Einströmgeschwindigkeit kann man darauf schließen, daß der Liefergrad innerhalb eines bestimmten Bereiches auch von der *Reynoldsschen* Zahl und damit von den Abmessungen unabhängig ist. Genau genommen, gelten die Werte nur für die untersuchten Zylinder. Sie gestatten aber, den Charakter der Abhängigkeit des Liefergrades vom Luftaufwand festzustellen und ermöglichen verschiedene Schlitzanordnungen zu werten. Es ist beabsichtigt, die Ergebnisse am laufenden Motor mittels einer besonderen Versuchseinrichtung (Entnahme und Untersuchung des ganzen Zylinderinhalts) nachzuprüfen.

Aus den Wirkungsgradkurven der Umkehr- und der Durchgangspülung ergibt sich, daß der Spülwirkungsgrad bei allen Schlitzanordnungen und Hubverhältnissen mit dem Luftaufwand in den Grenzen von 60 bis 110 vH, die für die Kurbelkastenspülung allein in Betracht kommen, mit sehr großer Annäherung linear zunimmt. Man kann daher schreiben $\eta_s = a - C\,\lambda$ und $\eta_l' = a\,\lambda - C\,\lambda^2$, kann also den Verlauf durch zwei Versuche bestimmen.

Für den Wirkungsgrad der Spülung ist praktisch nur die Führung der Spülluft im unteren Teil des Zylinders maßgebend. Das Hubverhältnis hat bei manchen Anordnungen Einfluß auf den Verlauf, der Anfangsdruck der Spülluft keinen. Andre allgemeine Regeln außer den schon bekannten, daß man z. B. Kurzschlußströmung vermeiden muß usw., lassen sich vorläufig nicht angeben. Das Beste bleibt immer, eine beabsichtigte Anordnung, ähnlich wie Querschnitte von Flugzeugtragflächen, durchzuprüfen und die günstigsten Verhältnisse zu ermitteln. Die Versuche sollen auch bei nahezu unveränderlichem Spüldruck fortgesetzt werden.

Hat man für eine bestimmte Führung der Spülluft den Verlauf des Liefergrades gefunden, so kann man daraus die für die Verbrennung verfügbare Luftmenge annähernd berechnen. Nach Beendigung der Spülung bleibt im Zylinder mehr Luft, als dem Liefergrad entspricht; denn die Abgase enthalten auch Luft, da die Verbrennung mit Luftüberschuß erfolgt. Der Anteil der Abgase an Luft ist

$$\frac{L-12}{L+0{,}7},$$

wenn L m³ Luft für 1 kg Brennstoff zur Verfügung st[...] und die theoretische Luftmenge 12 m³/kg beträgt. Es [...] dann

$$\left[(1-\eta_l')\,\frac{L-12}{L+0{,}7}\,\tau+\eta_l'\right]V_h$$

die gesamte Luftmenge, die nach Beendigung des Spü[...] im Zylinder verbleibt. Darin ist τ eine Temperatur[...] für das Umrechnen des Inhalts der Abgase auf den [...] stand der Spülluft. Von dieser Luft verdrängt der Ko[...] annähernd den $\sigma_a$ten Teil durch die Auslaßschlitze. [...] her ist der Lieferunggrad insgesamt

$$\eta_l=\left[(1-\eta_l')\,\frac{L-12}{L+0{,}7}\,\tau+\eta_l'\right](1-\sigma_a)\,.$$

Der bei $L = 18$ m³/kg Luftmenge erreichbare mitt[...] Kolbendruck kann für kleine Zweitakt-Dieselmotoren [...] den bei diesen Maschinen gebräuchlichen Werten [...] übrigen Größen auf

$$p_e = 5{,}4\,[0{,}21+0{,}79\,\eta_i']\,(1-\sigma_a)$$

geschätzt werden. Hierbei ist allerdings angenommen, [...] p_e mit der Luftmenge zunimmt, und der Einfluß des [...] mischheizwertes nicht berücksichtigt.

Die Formel für den Liefergrad ist nicht ganz ge[...] da aus Mangel an Erfahrungswerten der Einfluß der [...] wärmung der Spülluft nicht in Rechnung gesetzt ist. [...] Fehler dürfte jedoch nicht groß sein und sich bei a[...] Arten der Spülung ungefähr gleichartig auswirken.

Trägt man p_e in Abhängigkeit von σ_e auf, so er[...] man eine Linie mit einem ausgeprägten Höchstwert, [...] der günstigsten Länge der Einlaßschlitze entspricht. [...] Zweitaktmotor mit Kurbelkastenspülung habe z. B. 120 [...] Zyl.-Dmr., 180 mm Hub, 550 U/min und ein Schubstan[...] verhältnis von 1 : 4. Der schädliche Raum der Kur[...] kasten-Spülpumpe beträgt 500 vH. Die Abhängigkeit [...] mittleren Kolbendrucks von der Länge der Einlaßschl[...] wurde für die Schlitzanordnungen III und IV geprüft. [...] Schlitzbreite betrug in beiden Fällen 69 vH des Zylin[...] durchmessers, die Länge der Auslaßschlitze 20 vH, [...] 10 vH Einlaßschlitzlänge, bei den übrigen Längen [...] Einlaßschlitze wurde die der Auslaßschlitze so angen[...] men, daß der Zeitquerschnitt der Vorausströmung gl[...] bleibt. φ wurde auf 0,65 geschätzt.

In Abb. 16 sind der Luftaufwand, der Liefergrad [...] Spülung und die mittleren Kolbendrücke für die Sch[...] anordnungen III und IV abhängig von σ_e dargestellt. [...] erkennt, daß in beiden Fällen der höchste Mitteldruck [...] gefähr bei 10 vH Länge der Einlaßschlitze liegt, und [...] die Linie sehr flach verläuft. Das Diagramm ergibt, [...] die Länge der Einlaßschlitze innerhalb eines großen [...] reiches nur geringen Einfluß auf den mittleren Kolb[...] druck ausübt. Die Überlegenheit der Schlitzanordnung [...] drückt sich in der Steigerung des Mitteldrucks von 2.7 [...] 3.2 at aus. [B 187[...]

[2]) Das gilt nur bei der Kurbelkastenspülung. Bei nahezu unveränderlichem Spüldruck ergaben neuere Versuche Abhängigkeit des Liefergrades vom Spüldruck.

ilgasschwelung

r.-Ing. F. A. OETKEN, Frankfurt a. M.

*esen der Spülgasschwelung wird gekennzeichnet und die zu überwindenden tech-
Schwierigkeiten werden dargelegt. Es wird gezeigt, wie die Spülgasschwelung
n Lurgi-Verfahren praktisch durchgeführt worden ist. Betriebseinheiten großer
ig (100 bis 200 t/24 h Durchsatz) sind errichtet worden, in denen die konstruktive
klung heute ihren vorläufigen Abschluß erreicht hat. Betriebsergebnisse verschie-
Anlagen — Ausblick auf die weitere Entwicklung.*

Spülgasschwelung nimmt unter den verschiedenen erfahren der Kohlenveredelung eine Sonderstel- ein. Ihr Hauptkennzeichen besteht in der unmittel- Übertragung der für den Schwelvorgang erforder- Wärme mittels Heizgase, die eine Kohlenschicht strömen. Für einen Erhitzungsvorgang (auf rd.) verspricht die unmittelbare Berührung des zu be- lnden Stoffes mit dem Heizmittel gegenüber einer mung durch eine Wandung hindurch bedeutende ile. In wenige Kennworte zusammengefaßt sind es de:

- inniger Wärmeaustausch,
- große spezifische Leistung,
- genaue Regelung der Heiztemperatur,
- schonende Behandlung der Schwelerzeugnisse,
- einfache Arbeitsweise; betriebsichere, einfache Bauart.

n Vorteilen stehen gewisse Nachteile gegenüber, . B. die Verdünnung der Schwelerzeugnisse durch ls Heizmittel dienende Spülgas, was sich in einer ößerung der Kondensationsanlage auswirkt. Ziel ntwicklung eines technischen Verfahrens ist die irklichung der theoretisch erkannten Vorteile unter nhaltung der Nachteile bei der praktischen Kon- tion. Auf dem Gebiet der Spülgasschwelung ist in Linie dieser Erkenntnis die rasche Entwicklung bestimmten Spülgas-Verfahrens, des Lurgi-Ver- ns, zu verdanken, über das näher berichtet werden Das Verfahren ist früher in dieser Zeitschrift be- ben worden[1]).

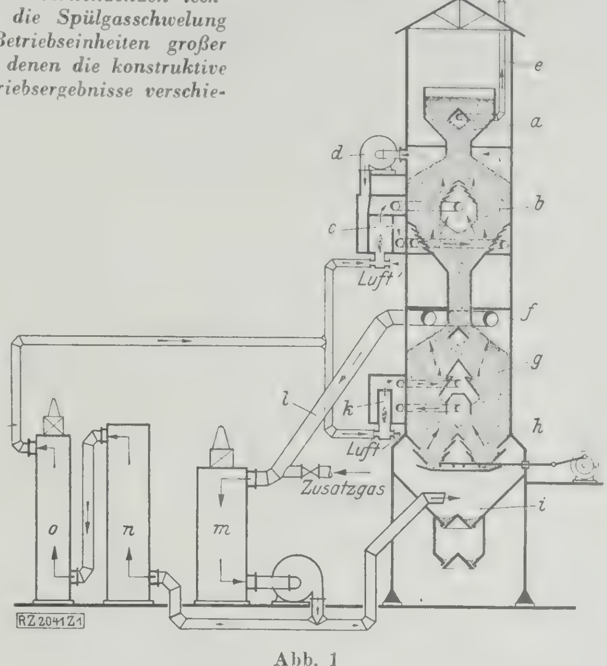


Abb. 1
Arbeitsschema einer Spülgas-Schwelanlage, Bauart Lurgi.

a Rohkohlenbunker	h Kühlzone
b Vortrockner	i Koksaustragung
c Verbrennungsofen für b	k Verbrennungsofen für g
d Gebläse	l Schwelgas
e Abschwaden	m elektr. Teerabscheider
f Schwelschacht	n Kühler
g Schwelzone	o Leichtölwascher

Das Spülgas-Schwelverfahren

er Brennstoff durchwandert in einem oben offenen unten durch die Koksaustragvorrichtungen abge- ssenen Schacht die drei Zonen, die Trockenzone, die elzone und die Kokskühlzone, Abb. 1. In diesen Zonen wird dem Brennstoff durch kreisende Spül- für die Trocknung und Schwelung Wärme zuge- , für die Kühlung Wärme entzogen. Durch die Ver- ng der Gasströme wird die dem Koks entzogene e sofort für die Schwelung nutzbar gemacht. Da rennstoff vor der Schwelung weitgehend getrocknet n ist, so brauchen nur ganz geringe Wärmemengen chwelzone selbst zugeführt zu werden. Man leitet ge Mengen verbrannter Gase zu den kreisenden Spülgasen, die in einem besonderen Verbrennungsofen erzeugt werden. Die Menge der Verbrennungsgase ist so gering, daß das Gemisch mit den in der Schwelzone freiwerdenden Schwelgasen stets gut brennbar bleibt (mit einem Heizwert von 1300 bis 1500 kcal/m³).

Der Brennstoff wird gleichfalls durch Spülgase getrocknet, die von einem Gebläse umgewälzt werden und vor ihrem jedesmaligen Eintritt in den Brennstoff durch Beimischen von heißen Verbrennungsgasen aus einem Ofen auf etwa 200 bis 250 °C gebracht werden. Die Spülgase bestehen aus Verbrennungsgasen und Wasserdampf ohne wesentlichen Anteil an freiem Sauerstoff.

Das Arbeitsverfahren läßt sich in kleinen Ofeneinheiten verhältnismäßig leicht beherrschen. Sobald es sich jedoch um die Verwirklichung großer Leistungen handelt, muß man eine Reihe von Schwierigkeiten überwinden, deren wesentlichste darin besteht, eine gute Gleichmäßigkeit des Vorganges zu erreichen.

Die zu behandelnden Brennstoffe sind von ganz verschiedenartiger Beschaffenheit bezüglich ihrer physikalischen Eigenschaften. Wenn man vorwegnimmt, daß backende Brennstoffe nach einem solchen Verfahren unter normalen Bedingungen nicht behandelt werden können, so bietet allein schon die verschiedenartige Stückgröße und die mehr oder minder große Neigung zum Zerfallen technische Hindernisse. Abb. 2

[1]) Z. Bd. 69 (1925) S. 561. Vergl. a. Sonderheft „Entgasen und Ver- ; Berlin 1926, VDI-Verlag, S. 53.

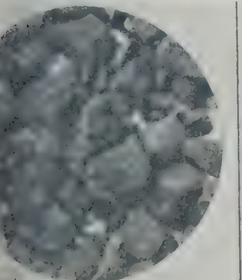


Abb. 2
ldeutsche Rohbraun- e (rd. 45 vH Wasser- halt). Maßst. 1 : 5.

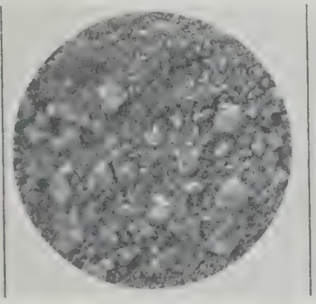


Abb. 3
Getrocknete mitteldeutsche Braunkohle (rd. 2 vH Wassergehalt). M. 1 : 5.

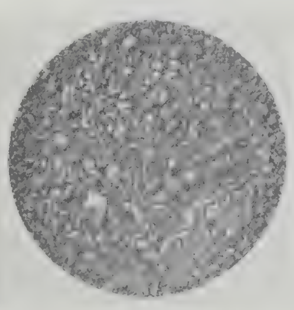


Abb. 4
Halbkoks aus mitteldeutscher Braunkohle (trocken). M. 1 : 5.

bis 4 zeigen z. B. die verschiedenen Zwischenstufen, die eine mitteldeutsche Braunkohle bei der Verschwelung durchläuft.

Die ursprünglich ziemlich stückige Rohbraunkohle zerfällt während der Verarbeitung in ein kleinkörniges, staubhaltiges Gut. Daher muß das Gut gleichmäßig durch die Ofenanlage wandern und vom Heizgas gleichmäßig durchströmt werden. Mittels des gleichen Verfahrens muß man aber auch sperrigen Brennstoff und ebenso Brennstoffe, die bei der Erwärmung sintern, verarbeiten können. Da der Brennstoff lediglich auf Grund der Schwere durch den Ofen wandert, muß eine Bildung von Brücken ausgeschlossen werden. Abb. 5 und 6 zeigen Beispiele für die Sperrigkeit solcher Stoffe. In beiden Fällen handelt es sich um Halbkoks, der in einer Lurgi-Spülanlage erzeugt worden ist.

Wesentlich für die Beherrschung der stofflichen Schwierigkeiten ist die gleichmäßige Aufgabe und Entnahme, außerdem die Ausschaltung von Brückenbildungen und die gleichmäßige Zuführung der Heizgase. Aufgabe und Entnahme lassen sich durch geeignete maschinelle Einrichtungen beherrschen. Für die Aufgabe hat man eine besondere Beschickmaschine entwickelt, durch die der Brennstoff nicht entmischt werden kann. Der frische Brennstoff wird von einem Förderer zugebracht und durch die Beschickmaschine auf die Bunker verteilt. Bei den Großöfen entnimmt man mittels Schiebetische den verschwelten Brennstoff.

Bei dem Schwelen mit Spülgasen werden gegenüber dem mit von außen beheizten Retorten die gewinnbaren Teererzeugnisse und Gase verdünnt. Infolge der Einführung der Heizgase in das Brennstoffbett wird das entwickelte Schwelgas mit dem Heizgas vermischt und die gasförmigen und flüssigen Schwelerzeugnisse werden auf eine größere Gasmenge verteilt. Der dadurch entstehenden Vergrößerung der Kondensationsanlagen ist man mit verschiedenen Maßnahmen entgegengetreten. Der Brennstoff wird vollständig getrocknet und vorgewärmt, bevor er in die Schwelzone gelangt, Abb. 1. Dadurch wird die Leistung der Schwelzone verringert. Eine weitere Entlastung tritt durch die hier angewendete Kreislaufführung der Gase ein. Das Heizgas wird zuerst durch die fühlbare Wärme des Halbkokses vorgewärmt, so daß der Restbetrag der durch Zumischung von Verbrennungsgasen einzuführenden Wärme gering ist. Trotzdem ist die Verdünnung der Schwelerzeugnisse in dem Gas, das den Ofen verläßt, größer als bei Retortenanlagen. Sie hält sich aber durch die verschiedenen angewendeten Mittel in annehmbaren Grenzen, so daß es keine Schwierigkeiten macht, die Kondensation in wirtschaftlicher Weise durchzuführen und nicht nur

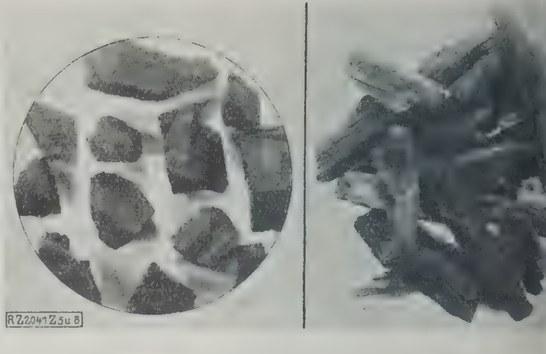


Abb. 5 Halbkoks aus Cannel-Kohle (England). Maßst. 1:5.

Abb. 6 Halbkoks aus Hylit (G[...] chenland). M. 1:5.

die in Nebelform auftretenden Teerbestandteile, so[...] auch die in Gasform anfallenden Benzine zu gewinn[...]

Im Zusammenhang mit der Frage der Gasfü[...] muß besonders die Beherrschung der Staubfrage er[...] werden, weil diese früher bei der Spülgasschwelun[...] unüberwindlich hingestellt worden ist. Bekanntlic[...] es bis heute keine Mittel, um stark staubhaltigen [...] im Großbetrieb erfolgreich aufarbeiten zu können. Staub- und Wassergehalt des erzeugten Teeres mu[...] her unter allen Umständen gering gehalten we[...] Durch die gleichmäßige Brennstofführung, durch [...] Entlastung der Schwelzone, durch hinreichende [...]messung der Gasaustrittsquerschnitte läßt sich die S[...]entwicklung auf ein Mindestmaß beschränken. Es [...] keine Schwierigkeiten, den Teer mit weniger als 0[...] Staubgehalt zu gewinnen.

Bei der Konstruktion der Lurgi-Schwelanlage[...] darauf hinzuweisen, daß diese ganz in gewöhnl[...] Eisen- und Steinwerkstoffen gebaut werden, da nur [...] wenige Teile besonders beansprucht werden, z. B[...] Roste für die Einführung des Schwelmittels und [...] Brüdenaustritte aus dem Trockner. Bewegte Teil[...] Innern der Öfen fehlen vollkommen.

Von maßgebender Bedeutung ist ferner die Ve[...]dung der Förderung und Handhabung von get[...]neter und erhitzter Kohle und von heißem Koks, e[...] auch die Einschränkung des Abwasseranfalls durc[...] Vortrocknung auf weniger als 5 vH Restfeuchtigkeit[...]

Für die Durchführung des Verfahrens im [...]betrieb hat man grundsätzlich die Anordnung, A[...] beibehalten. Die großen Brennstoffmengen, di[...] Öfen von 100 bis 200 t Tagesleistung zu verarb[...]

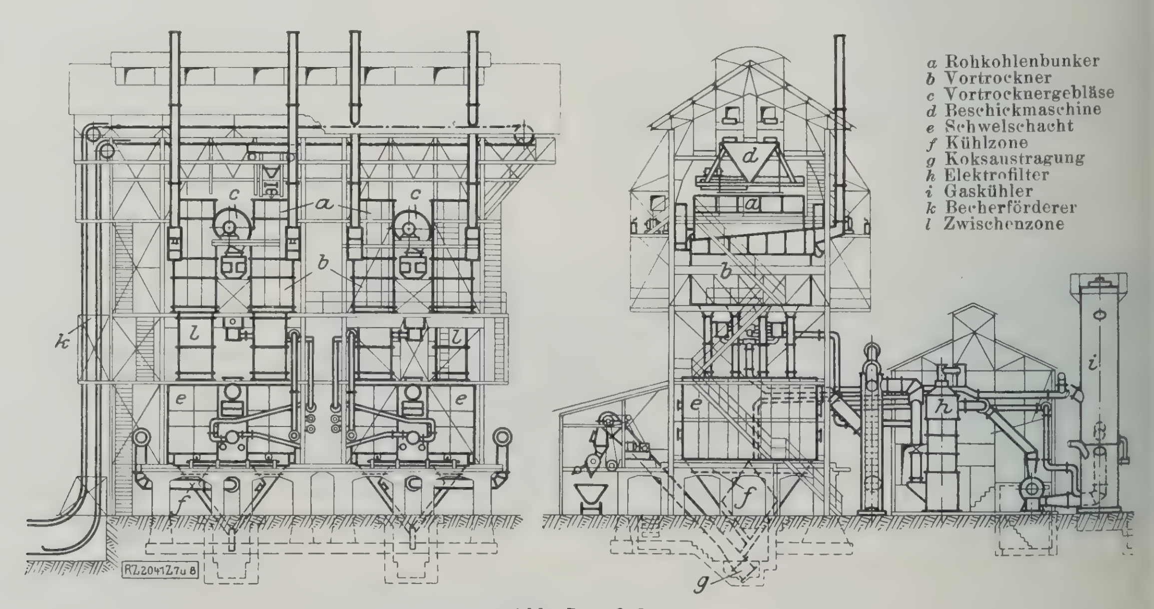


Abb. 7 und 8
Anlage von zwei Lurgi-Großöfen für einen Durchsatz von 360 t Lignit in 24 h.

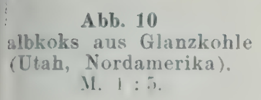



Abb. 10
albkoks aus Glanzkohle (Utah, Nordamerika). M. 1 : 5.

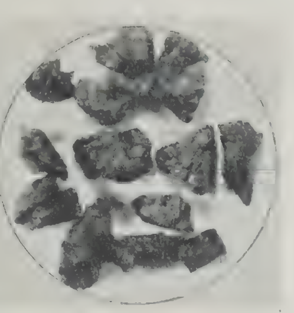


Abb. 11
Halbkoks aus Lignit (Spanien). M. 1 : 5.

it, erfordern jedoch große Querschnitte. Da- hat man in einem Großofen zwei Schächte mit ent- echenden Einbauten vereinigt, zwischen denen man die richtungen zum Aufheizen und zum Zu- und Ab- üren der Gase angeordnet hat. Der Bunker, durch der Brennstoff dem Trockner zugeführt wird, ist h bei den Großöfen offen, ebenso wie innerhalb des ckners und des Schwelschachtes und zwischen beiden nerlei Abschlüsse oder bewegte Teile angeordnet sind. diese Weise ergibt sich eine sehr gedrungene, völlig chlossene Bauart der Anlagen. Hierzu trägt auch die re Verbindung mit den für die Gasbewegung erforder- ien Maschinen bei, insbesondere den Trockner- läsen, die unmittelbar mit dem Trockner selbst ver- den sind. Sämtliche Teile der Anlagen sind leicht änglich. Reinigungsarbeiten, wie die Entfernung von ub, können daher ohne Unterbrechung des Betriebes geführt werden.

Auch bei den Großöfen beherrscht man die Kreislauf- rung der Gase ohne Schwierigkeit, so daß die Rege- g der Anlagen von einer Stelle aus auch von weniger übten Arbeitern durchgeführt werden kann. Mittels sonderer Einrichtungen in der Gasführung werden die lagen schnell in Betrieb genommen und abgestellt.

Die Einrichtungen für die Kondensation der Teer- bel schließen sich an ähnliche bewährte Einrichtungen r Gastechnik an. Mit besonderem Vorteil konnte die ktrische Ausscheidung nach *Cottrell-Möller* angewendet rden, die sich bezüglich des Kraftverbrauchs und der irksamkeit der Niederschlagung andern Verfahren erlegen gezeigt hat.

Großofenanlagen

Die Großöfen, Abb. 7 bis 9, verschwelen je nach der rt der zur Verarbeitung gelangenden Brennstoffe 100 s 200 t Brennstoffe in 24 h in nem Ofen. Den eigentlichen fenbetrieb bedienen bei Anla- n bis zu drei Öfen nur drei beiter je Schicht, nämlich ein Mann für die Beschik- ng und Austragung und ein ann für den Maschinenbetrieb. i Anlagen von mehreren Öfen rden Kohlen-, Koks- und eerförderung soweit mit För- rmitteln durchgeführt, daß ch für die Förderarbeiten r ganz wenige Arbeiter not- ndig sind.

Die Anwendbarkeit des Ver- hrens für ganz verschiedene rennstoffarten geht bereits aus bb. 4 bis 6 hervor. Halbkoks s nordamerikanischer Glanz- hle und spanischem Lignit igen Abb. 10 und 11. Der albkoks, Abb. 10, ist während r Verschwelung gesintert.

Betriebsangaben

Einige Betriebszahlen von Anlagen für südeuro- päische Lignit und für deutsche Braunkohle sind in Zahlentafel 1 und 2 zusammengestellt.

Zahlentafel 1
Betriebsangaben einer Anlage für Lignit

Allgemeine Zusammensetzung des Lignits:

Wassergehalt	37,3 vH
Asche	5,4 „
Brennbares	57,3 „

Schwelanalyse (Aluminiumretorte):

Wasser	47,07 vH
Teer	5,21 „
Koks	33,80 „
Gas	14,92 „

Erzeugter Teer: Spezifisches Gewicht bei 50 °C = 1,11; daraus gewonnen:

Heizöl:

Spezifisches Gewicht	1,056
Flammpunkt	99 °C
Oberer Heizwert	8100 kcal

Pech:

Asche	0,4 vH
Schmelzpunkt	81 °C
Oberer Heizwert	7800 kcal

Zusammensetzung des Kokses:

		Stückkoks (über 10 mm)	Feinkoks (unter 10 mm)
Stückkoks und Feinkoks	vH	70 bis 85	30 bis 15
Wasser	„	4	6
Fester Kohlenstoff	„	84	68
Flüchtige Bestandteile	„	9	10
Asche	„	3	16
Oberer Heizwert	kcal	7100	6000

Der Feinkoks wird mit Pechzusatz brikettiert.

Zusammensetzung der Preßlinge:

Wasser	5 vH
Fester Kohlenstoff	70 „
Flüchtige Bestandteile	10,5 „
Asche	14,5 „
Oberer Heizwert	6300 kcal

Zusatzbrennstoff ist nicht erforderlich, da das aus dem Brennstoff entwickelte Gas für den Betrieb des Verfahrens einschließlich der Vortrocknung ausreicht.

Bei der Anlage für Lignit ist die Kokserzeugung Hauptzweck der Verschwelung, während die Teergewinnung an Bedeutung zurücktritt. Die Wirtschaftlichkeit ist in diesem Falle dadurch gewährleistet, daß ein großer Teil des Kokses in außerordentlich hochwertiger Be-



Abb. 9. Lurgi-Großofen zum Verschwelen von deutscher Rohbraunkohle; Durchsatz 120 t in 24 h.

schaffenheit (sehr stückig und aschenarm) anfällt (der Koks ist ähnlich dem Halbkoks, Abb. 6), so daß der Absatz für Hausbrandzwecke zu hohen Preisen möglich ist.

Zahlentafel 2
Betriebsangaben einer Anlage für deutsche Braunkohle

Allgemeine Zusammensetzung der Braunkohle:

Wassergehalt	44,4 vH
Asche	6,7 „
Brennbares	48,9 „

Schwelanalyse (Aluminiumretorte):

Wasser	49,4 vH
Teer	8,5 „
Koks	30,8 „
Gas	11,3 „

Erzeugter Teer (aus Elektrofilter I):

Spezifisches Gewicht bei 50 °	0,935
Wasser	Spuren
Staub	unter 0,2 vH
Siedebeginn	250 °C
Paraffingehalt	15,3 vH
Schmelzpunkt des Paraffins	57 °C
Stockpunkt des Teers	46 °C

Leichtöl (aus Elektrofilter II): spezifisches Gewicht bei 15 ° = 0,910. Siedebeginn 155 °C.

Rohbenzin (Gasbenzin): spezifisches Gewicht bei 15 °C = 0,78. Siedebeginn 69 °C.

Bei der für deutsche Braunkohle errichteten Anlage, Zahlentafel 2, handelt es sich in erster Linie um die Durchführung der Teergewinnung. Der Betrieb der Anlage erbrachte den Nachweis, daß es möglich ist, den in der Kohle enthaltenen Teer in sehr hochwertiger Beschaffenheit und auch mengenmäßig vollkommen auszubringen. Neben einer Teerausbeute von etwa 95 vH des durch Analyse in der Aluminiumretorte in der Rohkohle nachgewiesenen Teergehalts lassen sich rd. 5 bis 8 vH leichte Öle als Gasbenzin gewinnen. Im vorliegenden Fall bildet die Grundlage für die Aufarbeitung des Teers die Gewinnung von Paraffin, daneben werden durch fraktionierte Destillation Heizöl und Treiböle gewonnen.

Für den Fall, daß der Rohteer nicht auf der Grundlage der Paraffingewinnung verarbeitet werden soll, sondern in erster Linie auf Benzin hingearbeitet wird, kann man auf ein Krackverfahren zurückgreifen. Bei Versuchen wurde aus dem Rohteer rd. 38 vH Motorbenzin (amerikanische Norm) gewonnen.

Der Halbkoks wird in trockenem Zustand gewonnen; er enthält rd. 4 vH hygroskopisches Wasser und rd. 16 vH Gas, der untere Heizwert beträgt 6050 kcal. Den Halbkoks verwendet man in feuchtem Zustand für Hausbrandzwecke (Grudefeuerungen) in trockenem Zustand, insbesondere für Industriezwecke. Da der Halbkoks in körniger Beschaffenheit anfällt, so kann man ihn mit Erfolg auf Wanderrosten verbrennen. Bei einem Betriebsversuch auf einem Zonenwanderrost ergab sich bei einer Rostbelastung von 250 kg/m² ein Kesselwirkungsgrad von 75 vH. Infolge des verhältnismäßig hohen Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen und der guten Zündfähigkeit dieses bei niedriger Temperatur gewonnenen porösen Kokses ist er ferner außerordentlich für die Verwendung in Staubfeuerungen geeignet. Um die früher gefürchteten Absatzschwierigkeiten braucht man sich also nicht mehr zu sorgen.

Bei einem Wassergehalt der Rohkohle von 45 vH ist eine gewisse Menge von Zusatzgas erforderlich, das aus einem besonderen Gaserzeuger gewonnen wird. Der Bedarf an Zusatzbrennstoff bei 45 vH Wassergehalt beträgt 6 bis 7 vH der durchgesetzten Kohlenmenge. Abb. 12 zeigt ein Wärmestrombild des Ofens. Der Kraftbedarf der [illegible]lage bei einem Durchsatz von 120 t in 24 h beträgt 70 [illegible] Für die Bedienung dieser Anlage sind insgesamt [illegible] einem Tage 15 Arbeiter erforderlich.

Die vorstehenden Angaben über praktisch a[illegible]geführte Anlagen können nur als Beispiel für die [illegible]wendung des Verfahrens dienen. Sie zeigen aber bere[illegible] daß die wirtschaftlichen Gesichtspunkte für die Anw[illegible]dung der Spülgasschwelung ganz verschiedenartig si[illegible] Im einen Fall ist der Teer, im andern Fall der Koks [illegible] Hauptträger der Wirtschaftlichkeit. Die wirtschaftlic[illegible] Grundbedingungen eines bestimmten Brennstoffvork[illegible]mens sind hier bestimmend. Es ist z. B. bekannt, daß m[illegible] in Deutschland wiederholt die Frage der Brikettieru[illegible] des Halbkokses mit Bindemittelzusatz geprüft hat. I[illegible] starke Wettbewerb auf dem deutschen Brennstoffma[illegible] erschwert eine derartige Lösung sehr, sobald nenne[illegible]werte Mengen von Bindemitteln gebraucht werden. And[illegible] verhält es sich in dieser Beziehung in brennstoffarm[illegible] Gebieten. Hier läßt sich eine Brikettierung des Ha[illegible]kokses mit wirtschaftlichem Erfolg durchführen.

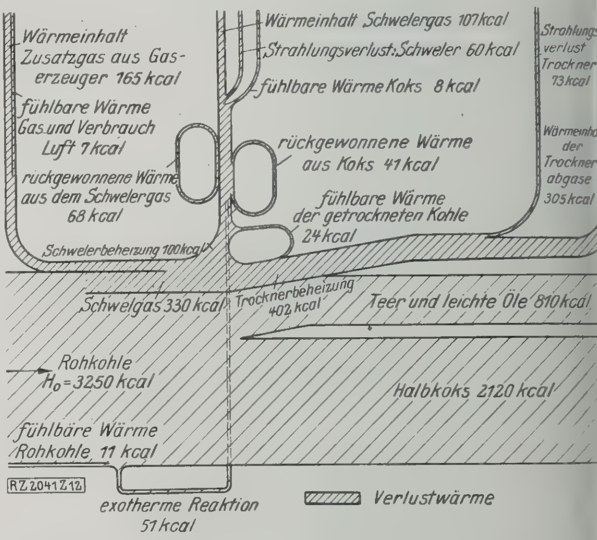


Abb. 12
Wärmestrombild eines Lurgi-Ofens; Durchsatz 120 t/24 h.

Zusammenfassung

Die Verschiedenartigkeit der wirtschaftlichen Vo[illegible]bedingungen erschwert es, Zahlenbeispiele für die Wi[illegible]schaftlichkeit der Spülgasschwelung zu geben. F[illegible] Deutschland kommt das Verfahren für die mitteldeutsch[illegible] Braunkohlenvorkommen besonders in Betracht, wobei e[illegible] genügender Bitumengehalt Voraussetzung ist. Vorbil[illegible]lich erscheint hier die Verbindung mit der Krafterze[illegible]gung und der Erzeugung von Gas für Ferngaszweck[illegible] Für die Verwendung in städtischen Gasnetzen muß d[illegible] bei der Braunkohlenschwelung anfallende Gas zunäch[illegible] einem Reinigungs- und Umwandlungsverfahren unte[illegible]worfen werden, das seine Wettbewerbfähigkeit bee[illegible]trächtigen kann.

Für die Erzeugung von unverdünntem Gas bei d[illegible] Spülgasschwelung ist eine mittelbare Aufheizung d[illegible] Spülgase erforderlich, für die entsprechende Vorarbeit[illegible] eingeleitet sind. Die weitere Entwicklung der Spülga[illegible]schwelung wird daher durch eine engere Anpassung [illegible] die besonderen Forderungen der Brennstoff- und Energi[illegible]wirtschaft und durch eine Steigerung der Leistung d[illegible] Anlagen gekennzeichnet sein. [B 2041]

RUNDSCHAU

Angewandte Mathematik

draulische und mechanische Fragen

)ie Hauptversammlung 1928 der Gesellschaft für an- ndte Mathematik und Mechanik fand im September im ıen der 90. Versammlung Deutscher Naturforscher und in Hamburg statt[1]). Als Tagungsort für die nächst- ge Hauptversammlung wurde Prag in Aussicht genom- Über einige der Vorträge wird nachstehend kurz be- t.

ibungsmessungen bei hohen Reynoldsschen Zählen

erbs, Hamburg, untersuchte die Zulässigkeit des im fsmodellverfahren üblichen Rechnungsganges, nämlich)bertragung der Widerstände ebener Platten auf die rstände der gewölbten Schiffshaut und die Extrapola- der Gesetze für glatte Platten und kleine *Reynoldssche* n auf naturgroße Schiffe. Zur Prüfung ausgeführte ıngen am Dampfer „Hamburg"[2]) und ebenso Werte von torpedoähnlichen Körper in der Meßrinne der Hambur- en Versuchsanstalt geben gegenüber der *Karman- ltlschen* Theorie für glatte Platten einen anscheinend ine Konstante vielleicht infolge eines Rauhigkeitsein- s verschobenen Verlauf für $c_R = \frac{W}{O \frac{\gamma}{} \frac{v^2}{2g}}$ in Abhängig- von $\frac{v \acute{L}}{Z}$ ($W =$ Widerstand, $O =$ benetzte Oberfläche, $v =$ ıwindigkeit in 4 m Abstand neben dem Schiff). Auf im Bau befindlichen Schnelldampfer „Bremen", der die ıche *Reynoldssche* Zahl erreichen wird wie „Hamburg", eine Meßplatte in gleicher Größe und mehrere über Spantquerschnitt verteilte kleinere Platten eingebaut en. In der Schlepprinne will man Messungen am Boden an den Seitenwänden eines schiffsähnlichen Körpers hren. Die Klärung der angeschnittenen Frage hat praktische Bedeutung.

Busemann, Göttingen, berichtete über eine zeichnerische ichkeit der Ermittlung von ebenen Strö- gen mit Überschallgeschwindigkeit.

Turbulente Strömungen in keilförmigen Kanälen

n zwei genügend weit vom Einlauf entfernten Meßquer- tten an auf jeder Seite höchstens bis zu 5° erwei- und verengten Kanälen mit Rechteckprofil hat *Niku-*, Göttingen, bei einer *Reynoldsschen* Zahl von rd. 0 Geschwindigkeitsprofile und Druckverlauf längs der l gemessen. Daraus sind die bei Turbulenz „verstärkte" keit im Sinne von *Boussinesq*, die Impulsaustausch- und die *Prandtlsche* „Mischungsweglänge" ermittelt en. Mit den Messungen von *Dönch* für eine *Reynolds-* Zahl von 200 000 wurden Vergleiche gezogen.

die Geschwindigkeitsverteilung in einem rechteckigen Rohr und an einer angeströmten Platte

Hopf, Aachen, berichtete über Versuche von *Fritsch Hansen* im Aachener Aerodynamischen Institut mit em, welligem und rauhem Glas, sowie an „zackigen" llplatten als Wandungen. In Wandnähe ist die Ge- indigkeitsverteilung abhängig vom Wandabstand y y^n), die Schubspannung $\frac{\tau_0}{\frac{\gamma}{g} u^2} = \xi \left(\frac{y\, u}{Z}\right)$. n und ξ sind auhen Wandungen größer als bei glatten, zwischen bei- scheint eine Beziehung zu bestehen. In Rohrmitte t man bei gleicher Abmessung und gleicher Wandschub- nung gleiche Geschwindigkeitsprofile, während zu glei- *Reynoldsschen* Zahlen, aber verschiedener Schubspan- oder Rauhigkeit, verschiedene Verteilungen gehören.

Wirbeltheorie der Luftschrauben

Die Annahme gleichmäßiger Geschwindigkeit in einem ringelement ist im Innern des Schraubenkreises nähe- sweise zulässig und gestattet, wie *Troller*, Aachen, dar-, der „Schraubenstrahltheorie", Aussagen über Energie- Impulsverhältnisse und über die Geschwindigkeiten am zu machen. In der Nähe der Flügelspitzen jedoch gilt nicht mehr. *Prandtl* hat ein bei günstigster Schubver- ng und gleichzeitiger über den Halbmesser unveränder- r Auftriebverteilung am Blatt gut gültiges Näherungs- ıhren angegeben. (Ersatz der Flügelspitzen durch ein ebenensystem bestimmter Anordnung.) Durch Wahl geeigneter Parameter (einzelne, praktisch vorkommende Fortschrittsgrade und alle möglichen Abstandsverhältnisse) und graphische Integration kann man die Geschwindigkeiten, die aus den von den Enden abgehenden schraubenförmigen Wirbelfäden induziert werden, strenger ermitteln. Hieraus lassen sich auch beliebige Schub- und Auftriebverteilungen näherungsweise zusammenstellen. In den praktisch wichtigen Fällen ergibt sich eine gute Bestätigung der Zulässigkeit der *Prandtlschen* Rechnung.

[1]) Die Vortragsreferate sind in Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 8 2 S. 421 bis 460 erschienen.

[2]) Z. Bd. 70 (1926) S. 836, Werft-Reederei-Hafen Bd. 6 (1925) S. 671 l.euere Messungen.

Physikalisches zur Vereinigung der Grenzschichttheorie mit der asymptotischen Widerstandstheorie

Die *Zeilonsche* Erweiterung der *Oseenschen* Theorie führt für einen langen Kreiszylinder zu einer verblüffend guten Übereinstimmung zwischen dem zahlenmäßigen theoretischen Ergebnis und den Versuchen in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin, hinsichtlich Körperwiderstand und Druckverteilung längs der Körperoberfläche, wie *Eisner*, Berlin, darlegte. Sie ergibt aber gemäß ihrem Ansatz einen impulsmäßig nicht zu verstehenden Stromlinienverlauf, ferner Zerfall von Stromlinien und Wirbelbahnen im Kielwasser. Insbesondere ist auch das Gleiten auf der Vorderseite physikalisch unrichtig. In diesem Gebiete gilt aber gerade die Grenzschichttheorie. Die von dieser verlangte Druckverteilung wird von der *Oseenschen* Theorie dann im Einklang mit den Grundgesetzen der Mechanik geliefert, wenn die *Oseen-Zeilonsche* Strömung auf den Außenraum $r > a + \delta$ des von einer Grenzschicht δ umgebenen Körpers $r = a$ auf der hydrodynamischen Vorderseite bis zur Ablösungsstelle und auf den Raum in einiger Entfernung hinter dem Körper im Kielwasser beschränkt wird, wo kein wesentlicher Impulsaustausch mehr stattfindet. *Zeilons* „Gleitintervall" entspricht der Grenzschichtdicke an der Ablösungsstelle.

Zug-Diagonalfelder in dünnen Blechen

Wie *H. Wagner*, Danzig, berichtete, kann auch ein sehr dünnes Stegblech eines Blechwandträgers nach dem Ausknicken durch eine Belastung und nach einer Faltenbildung erheblich weiter belastet werden, ohne daß der Träger zu Bruch geht. Das Blech ist in der Lage, in Richtung der Falten Zugspannungen aufzunehmen; infolge der Querdehnung nähern sich die Falten. Für die Verhältnisse an den in Randstäben, Winkeleisen usw. eingespannten Rändern des Bleches läßt sich der Satz vom Minimum der Formänderungsarbeit anwenden. Dem Sonderfall gerader Falten entsprechen gerade Spannungstrajektorien für den einachsigen Zustand („Zugdiagonalenfeld").

Dieser sehr originelle Gedankengang eröffnet ein ganz neuartiges Gebiet der Festigkeitslehre. Die Vernachlässigung des Biegungswiderstandes des Bleches ist — wie Versuche zeigen — auf die Größe der Hauptspannung von vernachlässigbarem Einfluß; aber die in Wirklichkeit auftretenden lokalen Biegungsspannungen infolge Faltung können von der Theorie nicht erfaßt, jedoch abgeschätzt werden.

Die Berechnung des magnetischen Feldes in einem Transformator

Die Berechnung der Stromlinien des magnetischen Feldes in einem Einphasen-Kern-Transformator von gegebenen Abmessungen ist nach *Bergmann*, Berlin, gelöst, wenn die Halbebene konform auf die dem Transformator entsprechende Figur abgebildet werden kann. Allgemein geschieht dies durch ein hyperelliptisches Integral. Es gibt nun aber immer eine Abbildung auf ein beliebig wenig von der Transformatorfigur abweichendes Gebiet, die nur durch gewöhnliche elliptische Integrale gelingt. Zwei Beispiele wurden vom Vortragenden durchgerechnet.

Untersuchungen zum Wärmeübergangsproblem

L. Schiller, Leipzig, sprach über Versuche über den Einfluß nicht nur der *Reynoldsschen* Zahl und der relativen Anlauflänge, sondern auch des Stoffwertes

$$\sigma = \frac{\text{Wärmeleitfähigkeit}}{\text{Zähigkeit} \times \text{spezifische Wärme}}$$

oder der *Pécletschen* Zahl auf den Wärmeübergang bei in Rohren strömenden tropfbaren Flüssigkeiten, für die σ nicht wie bei Gasen $= 1$, sondern kleiner ist. Eine Ähnlichkeitsbetrachtung zwischen der Wärmeleitungsgleichung und der hydrodynamischen Gleichung ist unter Benutzung des Umstandes möglich, daß in der (ähnlichen) turbulenten Kernströmung das Geschwindigkeitsprofil weitaus unabhängig von der *Reynoldsschen* Zahl ist und in den für den Kern wesentlichen konvektiven Gliedern die Ge-

schwindigkeiten proportional dem Mittelwert u gesetzt werden dürfen. Dann folgt Ähnlichkeit des Geschwindigkeitsfeldes in einem Rohr mit dem Temperaturfeld, wenn die *Reynoldssche* Zahl gleich der vorhandenen *Pécletschen* ist. Das ergibt mit den empirischen Widerstandsgesetzen der Hydromechanik eine neue einfache Gleichung für den Wärmeübergang, die für Gase und Flüssigkeiten ($\sigma = 1$ und $\sigma < 1$) gilt, gut mit den Versuchen und mit den Ergebnissen nach *Nusselts* empirischer Gleichung übereinstimmt und auch in Übereinstimmung mit neueren Betrachtungen von *Prandtl* ist, wenn man hier einen Wert empirisch einführt, um dessen Größe es sich in der *Prandtlschen* Theorie handelt.

Mechanische Schwingungsmesser hoher Empfindlichkeit

G. Reutlinger, Darmstadt, führte zwei Geräte, einen großen Senkrechtschwingungsmesser von 30 kg und eine kleine Meßdose von 3 kg Gewicht vor. Die Empfindlichkeit kann man verändern. Die Aufzeichnung geschieht optisch-elektrodynamisch bei langsamen Störungen mittels Drehimpulsinstrumentes und bei schnellen Störungen mittels Saiten- oder Schleifenoszillographen.

Über Strahlungs- und Richtwirkungseigenschaften von Schallwellen

H. Backhaus, Berlin, teilte die Ergebnisse der Untersuchung der Schwingungsformen von Klangkörpern der Streichinstrumente bei Abtastung mit Kondensatoren in Hochfrequenzkreisen mit. Besonders die Richtwirkungen wurden untersucht. Für einen Kugelstrahler hat *Rayleigh* rechnerische Ergebnisse erhalten, die auch allgemeinere Schlüsse gestatten.

Über Vierpole und Siebketten

W. Cauer, Göttingen, berichtete, daß theoretische Untersuchungen u. a. folgende Eigenschaften ergeben haben: Ein symmetrischer Vierpol mit gewünschten, ihn kennzeichnenden Frequenzfunktionen kann in Form einer Brückenschaltung durch Konstruktion von Zweipolen dargestellt werden, die die Frequenzfunktionen als Widerstandcharakteristiken aufweisen. Jeder Vierpol hat eine ähnliche Frequenz wie gewisse kanonische Schaltungen mit im allgemeinen gegenseitigen Induktionen. Jede Schaltung von Selbstinduktionen und gegenseitigen Induktionen gleicht einer Schaltung, in der nur feste Kopplungen vorkommen. Die Frage, ob Schaltungen mit entgegengesetzten Frequenzen zu Zwei- und Vierpolen gemacht werden können, wird behandelt.

Fragen aus der Physik der Hochspannungsventilröhren

K. Pohlhausen, Berlin, hat eine Anordnung von zur Zylinderachse parallelen Glühfäden einer Röhre mit zylindrischer Anode und einer Halterung an bestimmter Stelle gefunden, die derart berechnet sind, daß die Drähte spannungsfrei werden. Die Berechnung der Kapazität, der Feldstärkenverteilung auf der Kathodenoberfläche und des Gütegrades ist durchgeführt. Indem die Anode teilweise durch die Halterung gegenüber den von den Drähten ausgesandten Elektronen abgeschirmt ist, ergibt sich ungleiche Temperatur auf dem Anodenzylinder; die berechnete Temperaturverteilung stimmt mit der Messung überein.

Berlin [N 2369] Dr.-Ing. *Eisner*

Hebezeuge

Differential-Greiferwindwerk mit Getriebekasten

Bereits kurz nach der Einführung des elektrischen Antriebes in den Hebezeugbau ging man wegen der damit verbundenen Vorteile dazu über, jeder einzelnen Kranbewegung einen besonderen Motor zuzuordnen. Obwohl dieser Grundsatz des Einzelantriebes sehr schnell allgemein anerkannt und durchgeführt wurde, wird er noch heute bei den Greiferwindwerken vielfach vernachlässigt; denn obschon auch beim Greiferbetrieb zwei verschiedene Bewegungen (Heben – Senken, Öffnen – Schließen) vorliegen, wird dafür doch meistens nur ein Motor vorgesehen, der unter Zuhilfenahme von Kupplungen auf die beiden Windwerktrommeln arbeitet. Gleichzeitiges und unabhängiges Ausführen der beiden Greiferbewegungen ist dabei natürlich ausgeschlossen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den sogenannten getrennten Winden, bei denen jede Trommel durch einen besonderen Motor angetrieben wird. Auch hier können die Greiferbewegungen nicht gleichzeitig vor sich gehen, ein sicheres Ineinanderfließen der Steuerbewegungen ist ausgeschlossen, und man braucht zudem noch besondere Vorrichtungen, um überhaupt das Heben und Senken des Greifers in geschlossenem und geöffnetem Zustand sicher zu ermöglichen, Motorüberlastungen einzuschränken oder das Voreilen eines Motors und damit unbeabsichtigtes Öffnen und Schließen des Greifers zu vermeiden.

Folgerichtige Beachtung der Erfahrungen aus den fängen des elektrischen Kranbetriebes und der Erfahru mit den bisherigen Greiferwindwerken muß dazu fü nicht jeder Trommel, sondern jeder Greiferbeweg einen besonderen Motor zuzuordnen. Die einzige bishe kannte Möglichkeit, diesen idealen Einzelantrieb auf Gr windwerke anzuwenden, bietet das Windwerk mit Diff tialgetriebe.

Wirkungsweise des Differentialwindwerkes

Entsprechend den Anforderungen des Einzelantr sind zwei Steuerorgane vorhanden, von denen das ein das Heben und Senken, das andre nur das Öffnen und S ßen steuert. Entleerbremse, Rutschkupplung und B bandkupplung sind nicht vorhanden, auch elektr Zwangschaltungen erübrigen sich, so daß jede ein Kranschaltung verwendet werden kann. Die mechan Zwangläufigkeit der beiden Trommeln wird lediglich Zahnradgetriebe erreicht. Der Hubmotor a ist für di samte Hubleistung bemessen und treibt über zwei gelege die Haltetrommel d und über ein Planetengetri und ein Vorgelege die Schließtrommel e an, während etwa halb so starke Schließmotor b über das Plan getriebe c und das Trommelvorgelege nur die Schließ mel e antreiben kann, Abb. 1. Läuft nur der Hubmoto drehen sich beide Trommeln mit gleicher Umfangsgesch digkeit, der Greifer wird also gehoben oder gesenkt. Zuschaltung des Schließmotors wird dieser Bewegung zusätzliche der Schließtrommel überlagert, die das Ö und Schließen des Greifers veranlaßt. Es ist also mö sowohl den Greifer geöffnet oder geschlossen zu heben zu senken, als auch während des Heb- oder Senkvorg mit beliebiger Geschwindigkeit zu öffnen oder zu schli Die Schließtrommel dreht sich dabei mit der Summe dem Unterschied der ihr durch den Hub- und Schließ erteilten Geschwindigkeiten. Unbeabsichtigtes Öffnen Zuklappen des Greifers während des Hebens oder Se ist ausgeschlossen, da der Hubmotor unabhängig vo Stellung der Greiferschaufeln immer sämtliche Greife gleichmäßig anzieht oder nachläßt.

Beim Schließen arbeitet der Schließmotor allein der Greifer vollständig geschlossen, so wird der Sc motor abgestellt und der Hubmotor eingeschaltet. Sol Greifer während des Schließens angehoben werden, so der Hubmotor während des Schließvorganges bereit geschaltet. Der Greifer läßt sich also ohne Kunstferti des Kranführers über Bodenhindernisse hinweg schli ohne daß diese berührt oder gar mitgenommen we Sollte bei zu spätem Ausschalten des Schließmotors Sch seil entstehen, so kann dieses ohne Unterbrechung der bewegung durch ein kurzes Zuschalten des Schließm im Entleersinne leicht beseitigt werden. Notwendi dies jedoch nicht, da der Hubmotor durch Schlappseil überlastet wird.

Zum Entleeren wird der Schließmotor auf Öffne gelassen, bis der Greifer vollständig geöffnet ist.

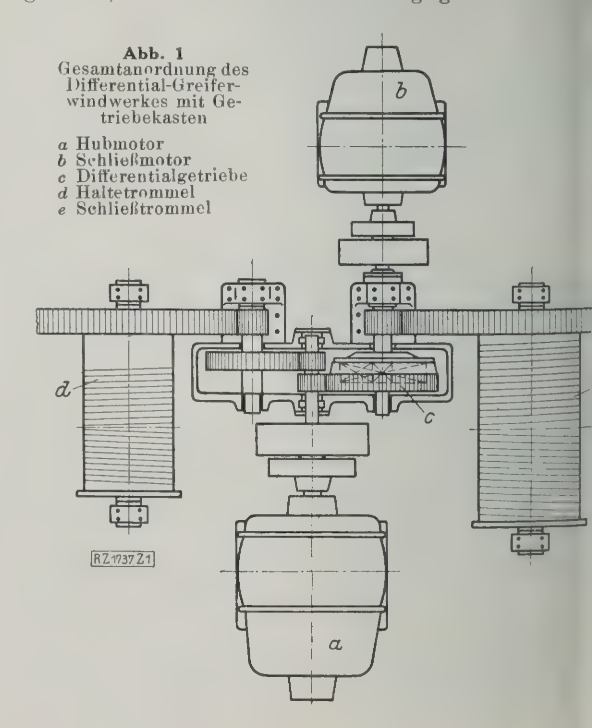


Abb. 1 Gesamtanordnung des Differential-Greiferwindwerkes mit Getriebekasten

a Hubmotor
b Schließmotor
c Differentialgetriebe
d Haltetrommel
e Schließtrommel

-es gleichgültig, ob die Hubperiode
.h im Gange ist oder der Hub-
.or bereits still steht. Desgleichen
.n auch sofort, nachdem der Grei-
. leer ist, das Senken schon be-
.nen. Das vollständige Öffnen er-
.gt dann während der Senk-
.egung. Umgekehrt kommt es
.h vor, daß man den Greifer nur
. kleiner Öffnung auf das Förder-
. absetzen will, damit er sich nur
.nig füllt, während es zum Ent-
.ren erforderlich ist, ihn vollstän-
. zu öffnen. Auch in diesem Falle
.d mit der Differentialwinde Er-
.rnisse an Zeit zu erzielen, da die
.stellung auf die geeignete Öff-
.ngsweite während des Absenkens
.olgen kann.

Wenn es sich als notwendig er-
.ist, z. B. beim Durchfahren einer
.gen Schiffsluke, kann der Greifer
.rch Anstellen des Schließmotors
.ch während des Senkens vorüber-
.hend etwas geschlossen und wieder
.öffnet werden.

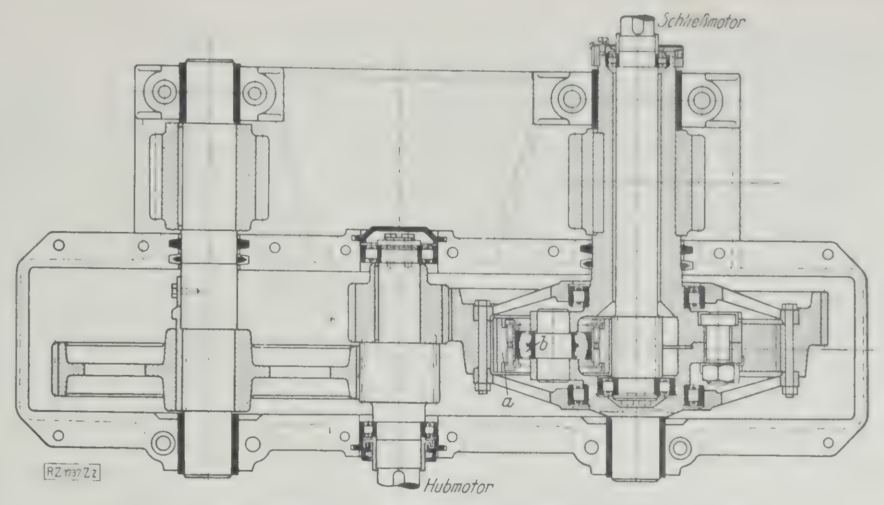


Abb. 3. Getriebekasten mit Getriebe eines Differential-Greiferwindwerkes.
a Umlaufritzel *b* selbsteinstellende Wälzlagerung

Konstruktive Ausführung

Das ganze Getriebe mit Ausnahme der Trommelvor-
.ege ist in einem staubdichten, ölgefüllten Getriebekasten
.tergebracht, Abb. 2 und 3. Sämtliche schnellaufenden
.llen haben Wälzlager, für die übrigen sind gut zugäng-
.he Gleitlager vorgesehen. Das Differentialgetriebe ist

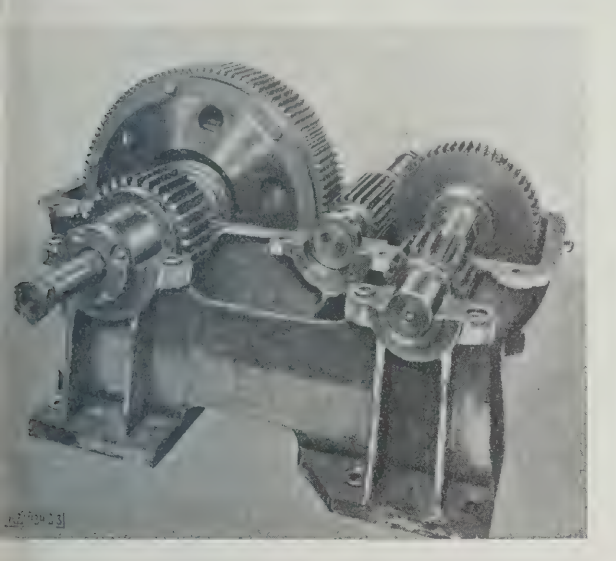


Abb. 2
Geöffneter Getriebekasten des Differential-Greiferwindwerkes.

.r sich betriebfähig, so daß es außerhalb des Kastens
.sammengesetzt und auf einwandfreies Arbeiten geprüft
.erden kann. Da es sehr zweifelhaft ist, ob mit der üb-
.chen Genauigkeit der Bearbeitung zwei Umlaufritzel
.eichzeitig in Eingriff zu bringen sind und somit ohnehin
.ur ein Ritzel *a*, Abb. 3, für die Kraftübertragung in Anrech-
.ng zu bringen ist, anderseits aber erhöhte Genauigkeit auch
.höhte Herstellkosten bedingt, hat man auf das zweite
.mlaufritzel überhaupt verzichtet. Das bleibende Ritzel
.t eine etwas größere Zahnbreite erhalten und ist zur
.zielung einer gleichmäßigen Anlage auf der ganzen
.reite der Zahnflanken mit selbsteinstellender Wälzlage-
.ng *b* ausgerüstet. Der Wirkungsgrad des ganzen Wind-
.erkes errechnet sich zu etwa 90 vH, wenn für die Ver-
.ste in Lagerungen und Zahneingriffen die bekannten Er-
.hrungs- und Versuchswerte eingesetzt werden. Er läßt
.ch sogar noch um einige Hundertteile höher treiben, wenn
.mtliche Lagerungen im Kasten mit Wälzlagern aus-
.rüstet werden.

Die Bremsen sind unmittelbar am Getriebekasten der-
.t befestigt, daß ihre Arbeitsweise nicht beeinträchtigt
.nd die Magneten durch Verlagerung der Teile nicht über-
.stet werden können. Der Kasten hat Dreipunktlagerung,
. daß ein gleichmäßiges Aufsitzen gewährleistet und schäd-
.che Beanspruchungen infolge Verziehens des Windwerk-
.hmens ausgeschlossen sind.

Wartung und Bewährung im Betrieb

Die Wartung des mechanischen Teiles der Winde beschränkt sich lediglich auf die Schmierung und gelegentliches Nachsehen der beiden Bremsen, die als ganz normale Backenbremsen ausgebildet sind. Für die Schmierung der Gleitlager dienen leicht zugängliche Staufferbüchsen, während das Getriebe selbst im Ölbad läuft, also keiner Wartung bedarf. Da für die Motoren eine einfache Kranschaltung verwendet wird, erfordert auch die Wartung und Instandhaltung des elektrischen Teiles keinen besonderen Aufwand.

Im Betrieb macht sich vor allem die leichte Steuerbarkeit der Winde vorteilhaft bemerkbar. Die Bedienung der beiden Steuerschalter erfordert im Gegensatz zur Bedienung von Kupplungs- und Bremshebeln nur ganz geringe Kraftanstrengung von seiten des Kranführers. Auch die zum Steuern erforderliche Denkarbeit ist sehr gering. Bereits nach einigen Spielen hat der Kranführer sich daran gewöhnt, ganz selbsttätig mit der einen Hand das Heben und Senken, mit der andern das Öffnen und Schließen des Greifers zu steuern. Diese Umstände, sowie die Möglichkeit, die Greiferbewegungen zu überlagern, bringen eine Beschleunigung des Arbeitzeitmaßes mit sich.

Das Getriebe hat sich, wie folgender Vorfall zeigt, als äußerst betriebsicher und widerstandfähig erwiesen. Während der Hubwerk-Endschalter wegen Ausbesserung außer Betrieb war, fuhr infolge Unachtsamkeit des Kranführers der Greifer einer Auslegerkatze mit solcher Wucht gegen den Auslegerkopf, daß die Seile rissen und der Greifer abstürzte. Trotz dieser überaus heftigen Stoßbeanspruchung, die mindestens das fünfzehnfache der zulässigen Höchstbelastung betrug, versah die Winde nach Erneuerung der Seile nach wie vor ihren Dienst.

Entwurf und Ausführung dieser Kastengreiferwinden stammen von der Demag, Duisburg. [M 1737]

Duisburg *Fr. Toussaint*

Brennstoffe

Die Pittsburgher Internationale Kohlentagung

Die 2. Internationale Kohlentagung in Pittsburgh, die vom 19. bis 24. November 1928 unter Teilnahme von Vertretern von 22 Ländern stattfand, zeigte die immer wachsende Bedeutung der Veredelung der aus der Grube kommenden Rohkohle zu höherwertigen Erzeugnissen. Die auf der Tagung gehaltenen 105 Vorträge waren in folgenden 11 großen Gruppen zusammengefaßt: Allgemeines; Entstehung, Zusammensetzung und Einteilung der Kohle; Aufbereitung; Krafterzeugung und Verbrennung; Kohlenstaubherstellung; Schwelung; Verkokung; Teer und Öl; Verflüssigung; Gasfortleitung und -auswertung; Gewinnung von Nebenerzeugnissen. Besonders hervorzuheben verdient die kurze Einführung jedes Redners durch den Vorsitzenden der einzelnen Gruppen, wodurch man einen Überblick über den Hauptbildungsgang, die Beschäftigungen und Hauptverdienste jedes einzelnen Redners auf wissenschaftlichem und technischem Gebiete bekam.

Als einleitender Vortrag wurde von Dr. *Krauch*, Ludwigshafen, der von dem Präsidenten *Teagle* der Standard

Oil Co., New-Jersey, mit Worten der Anerkennung seiner bisherigen Leistungen eingeführt wurde, ein längerer Bericht: Zur Umwandlung von Hydrokohlenstoffen angewandte Katalysen, gehalten. Er behandelte hierbei die Anwendung von Katalysatoren auf die Umwandlung von Kohlenwasserstoffen, wobei er darauf hinwies, daß uns die Natur selbst diesen photochemischen Vorgang in großartiger Weise in der Umwandlung von Kohlensäure durch das Sonnenlicht zeigt. Nach Besprechung der in den letzten Jahren durch die I.-G. Farbenindustrie durchgeführten Arbeiten über die katalytische Umwandlung von Kohlenwasserstoffen ging *Krauch* auf die Oxydierung und Hydrierung ein und erwähnte die Verfahren der Deutschen *J. Frank* und *N. Caro* sowie des Amerikaners *R. W. Wood.* Es sei in den letzten Jahren gelungen, eine neue Klasse von Katalysatoren zu finden, die sich für die Behandlung mit Wasserstoff eigneten. Die anfänglichen Schwierigkeiten bei der Herstellung von Kunstbenzin aus Braunkohle im Leunawerk wurden in verhältnismäßig kurzer Zeit überwunden, so daß 1928 die Jahreserzeugung der Leunawerke an Kunstbenzin aus Braunkohle und Krackölen zur Zeit 70 000 t beträgt. Man hofft bis Ende 1929 die Erzeugung auf 250 000 t zu erhöhen.

Prof. *Bergius,* Heidelberg, berichtete in seinem Vortrage: Beiträge zur Kenntnis der Umwandlung von Zellulose und Lignin in Kohle, über Versuche, die er zum Zwecke des Studiums der chemischen Natur der Kohle angestellt hat. Er hat mit seinen neuen Versuchsergebnissen eine neue Stütze für seine bereits früher im Gegensatz zu andern Forschern vertretene Theorie gefunden, daß nicht nur das Lignin, sondern in entsprechendem Maße auch die Zellulose an der natürlichen Kohlenbildung beteiligt ist.

Dipl.-Ing. *zur Nedden* vom Reichskohlenrat Berlin wies in seinem Vortrag: Kohlenveredelung und Kapital[1]) auf die Abnahme der relativen Wichtigkeit der Kohle als Rohkohle hin und stellte fest, daß im Gegensatz zu Deutschland, wo der größte Teil des zur Energiegewinnung aufgewandten Kapitals in Fabriken zur Kohlenveredelung und in Wärmekraftwerken angelegt wird, Amerika den größeren Teil dieses Kapitals darauf verwendet, Bohrlöcher niederzubringen und Wasserkräfte auszubauen. Er führte aus, daß die Kapitalanlage je Einheit des jährlichen Kohlendurchsatzes um so größer wird, in einen je edleren Energieträger man die Kohle umwandelt. In chemischen Anlagen zur Anlagerung von Wasserstoff an Kohlenstoff werde das Kapital in kürzeren Zeiträumen umgesetzt als in Kraftanlagen. Wegen der Planung auf lange Sicht, die bei Anlagen zur Energieversorgung nötig ist, wirkt diese Art der Kapitalanlage als Stabilisator für die Beschäftigung von Industrie und Arbeitskräften.

Dr. *F. Hofmann* vom Schlesischen Kohlenforschungs-Institut, Breslau, sprach über die Herstellung von künstlichem Gummi aus Kohle, betonte hierbei jedoch, daß augenblicklich das Kunsterzeugnis noch keine Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Naturgummi aufweist. — Die Berginisierung von Schwelteeren bei Gegenwart von Katalysatoren behandelte Dr. *A. E. Dunstan,* London, und stellte fest, daß die erhaltenen Kohlenwasserstoffe ähnlich dem Benzol klopffreie Eigenschaften aufweisen und sich für die Mischung mit bestimmten Benzinarten eigneten. — Dr. *R. Thiessen,* Pittsburgh, legte die Notwendigkeit einer größeren Genauigkeit und Gleichmäßigkeit der Bezeichnungen für verschiedene Kohlenarten und Bestandteile dar, ähnlich wie dies im deutschen Schrifttum[2]) vor kurzem auch gefordert wurde.

In der Gruppe über

Kohlenaufbereitung

sprach Prof. *Glinz,* Berlin, über Gegenwärtige Aufbereitungsprobleme. Er gab zunächst eine Darstellung über die Beziehungen zwischen den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Kohle zu den verschiedenen Aufbereitungsverfahren. Insbesondere machte er dabei auch auf die Wichtigkeit der Kleingefügeforschung bei den verschiedenen Kohlensorten, besonders im Hinblick auf die Verkokung aufmerksam und gab die neueren qualitativen und quantitativen Untersuchungsverfahren an. In wirtschaftlicher Hinsicht forderte er vor allem stärkere Unterschiede in der Wertbemessung der Aufbereitungserzeugnisse, da die jetzt zu gleichem Marktpreis gehandelten Erzeugnisse für den Verbraucher je nach ihren Beimengungen und ihrem Wassergehalt verschiedenen Wert haben. Auch müsse der Betrieb so eingerichtet werden, daß nicht eine Zeche mit wenig Mittel-(Abfall-)Produkten wertvolle Reinerzeugnisse zur Krafterzeugung verbrauche, während andre Zechen mit Überfluß an Zwischengut dieses nicht völlig verwerten können. Zu diesem Zweck muß man Zentr[illegible] anlagen zur Verwertung minderwertiger Abfallst[illegible] schaffen.

Dir. *Sperr,* Pittsburgh, bemerkte in seinem Vortr[illegible] über Gasreinigung in Beziehung zum Schw[illegible] felgehalt der Kohle, daß es infolge der Fortschri[illegible] auf dem Gebiete der Gasreinigung möglich sei, Kohle [illegible] höherem Schwefelgehalt zu verwenden, ohne sie vorher a[illegible] bereiten zu müssen.

Aus der Vortragsreihe über

Krafterzeugung und Verbrennung

sind die Vorträge von *Christie, Robinson* und *Dolch* von [illegible] deutung. *Christie,* Baltimore, berichtete über Kesse[illegible] feuerungen für Weichkohle, wobei er auf [illegible] Verhinderung der Schlackenbildung, die Verwendung v[illegible] gewärmter Luft, die Anwendung wassergekühlter Bren[illegible] raumwände und die zunehmende Größe der Roste hinwi[illegible] *W. L. Robinson,* Baltimore, gab einen Überblick über die A[illegible] forderungen, die an Kohle für Lokomotivfeuerungen [illegible] stellen sind und besprach die Wirkung der Menge an flü[illegible] tigen Bestandteilen und Asche sowie der Staubkohle auf [illegible] Verbrennung. Dr. *Dolch,* Halle, ging auf die gewöhnlich[illegible] Verfahren der Probenahme von Brennstoffen ein und auf [illegible] Notwendigkeit, sie den Erfordernissen der Praxis mehr a[illegible] zupassen. Er schilderte ein Schnellverfahren zur Wass[illegible] bestimmung in Brennstoffen, das bei nur 10 min Dauer [illegible] friedigende Ergebnisse zeitigt.

Über

Kohlenstaub

und seine verschiedenen Anwendungsgebiete sprach [illegible] *G. Blythe,* London[3]), der auf die Notwendigkeit der T[illegible] bulenz im Ofen hinwies und feststellte, daß für die Kohle[illegible] staubherstellung Kugel- und Walzenringmühlen am wi[illegible] schaftlichsten seien. Von den Kohlenstaubbrennern sei d[illegible] Bauart, die lange Flammen ergibt, besonders für Zementöf[illegible] geeignet, im allgemeinen werden jedoch Streubrenner vo[illegible] gezogen. Dr. *Rosin,* Freiberg, erwähnte in seinem Vortra[illegible] Thermodynamische Grundlagen der Kohlenstaubverbrennu[illegible] den Einfluß der Feinvermahlung auf die Anzahl der f[illegible] 1 m³ und 1 h im Brennraum entwickelten Wärmeeinheite[illegible] Durch Untersuchungen ist nachgewiesen worden, daß ei[illegible] Brenndauer von wenigen Zehntelsekunden erreicht u[illegible] dadurch Brennraumbelastungen gewählt werden können, d[illegible] das Mehrfache der jetzt üblichen ausmachen.

H. Kreisinger, New York, teilte mit, daß auch in Am[illegible] rika zur Flugstaubausscheidung aus Rauchgasen zum T[illegible] elektrische Entstaubung angewendet wird. *J. W. Armo[illegible]* Worcester, schilderte in seinem Vortrage die Fortschritt[illegible] die in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Rostfeueru[illegible] gemacht wurden und brachte einen Vergleich mit Kohle[illegible] staubfeuerungen. — Über die Anwendung von Kohlensta[illegible] in Schiffskesseln handelte der Vortrag von *C. J. Jeffers[illegible]* New York, und *J. J. Broshek,* Philadelphia. Es wurde d[illegible] Anlage auf dem Schiff „Mercer" geschildert und die wi[illegible] schaftlichen Vorteile des Kohlenstaubes für Schiffahrt[illegible] zwecke hervorgehoben.

Dr. *J. P. Goossens,* Aachen, berichtete über die v[illegible] schiedenen Arten der Kohlenstaubförderung. Für Entfe[illegible] nungen über 10 km ist die Beförderung des Kohlenstaub[illegible] in Eisenbahnsonderwagen wirtschaftlicher als die Beförd[illegible] rung in Rohrleitungen mittels Druckluft.

In der Vortragsgruppe über

Schwelung

behandelten *A. W. Gauger* und *D. J. Salley,* North-Dako[illegible] den Einfluß von anorganischen Beimengungen bei der Brau[illegible] kohlenschwelung, bei der das Vorhandensein von Alum[illegible] niumverbindungen einen harten Pseudokoks an Stelle d[illegible] gewöhnlichen Grudekoks ergibt. Direktor *Plaßmann,* Du[illegible] burg, gab eine Darstellung des Rundzellenofens der Ch[illegible] misch-Technischen Gesellschaft Duisburg[4]), der sich na[illegible] neueren Versuchen für die Schwelung der verschiedenst[illegible] Arten von Kohlen und Kohlengemischen und auch für d[illegible] wirtschaftliche Schwelung von Staub eignet.

W. H. Allen, New York, führte in seinem Vortra[illegible] Kohlenschwelung nach dem Karbocit-Ve[illegible] fahren[5]) aus, daß Schwelung in Verbindung mit ze[illegible] traler Krafterzeugung[6]) die Möglichkeit erhöhter Wirtscha[illegible] lichkeit in sich schließe. — *R. H. Crozier,* London, beto[illegible] die Wichtigkeit der Schwelung für Großbritannien zur G[illegible] winnung eines hochwertigen rauchlosen Brennstoffes. — E[illegible] neues Verfahren für die Umwandlung von Staubkohle [illegible] einem Ersatz für Anthrazit wurde von *A. Léauté,* Paris, m[illegible] geteilt. Nach diesem Verfahren wird der Staub vor d[illegible] Schwelung verpreßt, wobei das Bindemittel nach Maßga[illegible] der gewünschten Schwelerzeugnisse gewählt wird. D[illegible]

[1]) „Der deutsche Volkswirt" Bd. 3 (1928) S. 238.
[2]) Archiv f. Wärmewirtschaft Bd. 9 (1928) S. 388.

[3]) Mining Journal Bd. 163 (1928) S. 975.
[4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1184.
[5]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1025.
[6]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1201.

ıthrazit genannte künstliche Anthrazit hat die gleichen n Eigenschaften der natürlichen Anthrazite, weist je- bessere Verbrennlichkeit auf.

Professor *Rittmann*, Pittsburgh, kündigte ein neues Ver- en zur Herstellung von Gasolinkohle aus Petroleum an. werden nach diesem Verfahren Petroleum-Rückstände, beim Kracken von Schwerölen anfallen, erhitzt und durch rere 100 m lange Rohrleitungen geführt. Hierdurch l der Rückstand in 75 vH für die Benzinerzeugung ge- etes Öl und 25 vH Restkohle zerlegt, die in flüssigem and aus den Apparaten anfällt und sich besonders für anschließende Verflüssigung eignet. — *F. S. Sinnatt*, don, gab in seinem Vortrage über Grundlagen der welung von Kokskohle und die Bildung Hohlkugeln (Cenospheres) eine Erklärung die Bildung der Hohlkugeln bei der Schwelung, die er verschiedenen Bläheigenschaften der einzelnen Kohlen- andteile zuschreibt.

Von den Vorträgen über

Verkokung

die von Dr. *Terres* und *D. W. Wilson* von besonderer eutung. Dr. *Terres*, Braunschweig, äußerte sich über Wichtigkeit der Wärmewirtschaft bei der Verkokung und e ein Verfahren für die Bestimmung der Wärmebilanz der Verkokung mit einer Genauigkeit von ± 1 vH dar. r die Trockenkühlung von Koks sprach *D. W. Wilson*, York. Er stellte hierbei die technischen und wirt- ftlichen Vorteile einer Trockenkühlung des Kokses fest.

Über neue katalytische Verfahren für die Aufbereitung rohen

Steinkohlenteeren,

esondere Rohanthrazen, durch selektive katalytische Oxy- on der Verunreinigungen berichtete Dr. *A. O. Jaeger*, sburgh. Die Verbindung von katalytischen und che- chen Verfahren für die Aufbereitung von rohen Stein- lenteeren machte die Erzeugung sowohl von gereinigtem hracen wie auch Phenanthracen aus rohem Anthracen lich.

Die Abhandlung von Generaldirektor *Pott*, Essen, hatte

Gasfernversorgung

Deutschland zum Gegenstand. Es wurde die wachsende vendung billiger Brennstoffe für die Beheizung von Kes- und Koksöfen hervorgehoben und über den heutigen ungsbau, das Kreuzen von Straßen, Bahnlinien und ssen, die Ausführung der Rohrschweißungen und die wendung von Muffenverbindungen berichtet. Der Ausbau Leitungsnetzes ist soweit vorgeschritten, daß bis Ende 9 insgesamt 950 km Rohrleitungen zur Verfügung stehen, ein Gebiet von 11 000 km² mit etwa 10 Millionen Ein- ner mit Gas versorgen. Der Gasabsatz dürfte sich aus em Netz Ende 1929 auf 2 Milliarden m³ stellen. Reinigung, Verdichtung und Messung des Gases kann lge der großzügigen Modernisierung und Rationali- ung der Kokereien im Ruhrgebiet mit der Er- tung von Zentralkokereien, bei denen jeweils 400 bis Millionen m³/Jahr anfallen, auf den einzelnen Zechen- gen durchgeführt werden.

C. Simon, Paris, schilderte die Möglichkeit der Anwendung von Gasen als Betriebstoff für Lastautomobile und Traktoren. Es wurde ein Verfahren zur Erzeugung von Wassergas zur Mischung mit Koksofengas dargelegt, dessen Heizwert durch Zufuhr von Methan oder anderen heizkräftigen Restgasen erhöht wird. — Über die Wichtigkeit einer Entfernung des organischen Schwefels aus dem Gase sprach *W. J. Huff*, Baltimore. Der Vortragende hält die Anwendung bestimmter Katalysatoren zur Entfernung des Schwefels für möglich. — Der Vortrag von Prof. Dr. *Fischer*, Mülheim-Ruhr, handelte von der Bildung von Benzol und anderen Kohlenwasserstoffen mittels Einwirkung von Hitze auf Methan. Die in Verbindung mit *Pichler*, *Meyer* und *Kich* durchgeführten Versuche haben die Möglichkeit der Umwandlung von Methan in Benzin und andere Benzin-Kohlenwasserstoffe gezeigt, wenn man das Methan auf eine Temperatur von 1000 bis 1200 ° erhitze; die Dauer der Erhitzung muß hierbei unter 10 s liegen. Das Verfahren kann bei gewöhnlichem Druck ohne Anwendung von Katalysatoren ausgeführt werden, wobei man die Bedingungen so wählen kann, daß in der Hauptsache Benzin-Kohlenwasserstoffe mit über 50 vH Benzin anfallen. Die ungesättigten Kohlenwasserstoffe und das Restgas können auf eine Menge von 4 vH vermindert werden; die Bildung von freiem Kohlenstoff lasse sich fast völlig vermeiden.

Dr. *E. E. Slosson*, Washington, äußerte sich über die Fortschritte der synthetischen Chemie während des letzten Jahrhunderts und gab hierbei einen Überblick über die verschiedenen Verfahren der Ammoniaksynthese, über die in dieser Zeitschrift erst vor kurzem ausführlich berichtet wurde[7]).

Der Präsident des Carnegie-Instituts, Dr. *Th. Baker*, regte in seiner Abschlußrede die Errichtung einer Versuchs- und Forschungsanstalt zum Studium der Weichkohle in Pittsburgh an, wobei er die Hoffnung aussprach, daß die Forschungsanstalt durch Bereitstellung der erforderlichen Mittel möglichst bald errichtet werden könne. [N 2409]

Berlin *Prockat*

[7]) Z. Bd. 72 (1928) S. 975.

Berichtigungen

Maschinen für Härteprüfungen, technologische Versuche und Verschleißprüfungen an metallischen Werkstoffen

Der in Abb. 11 der Arbeit von *Deutsch* und *Fiek* in Heft 43 Bd. 72 (1928) S. 1542 dieser Zeitschrift dargestellte Rockwellprüfer wird von der Firma Wilson Maeulen Co., New York, gebaut. [N 2567]

Die Wiener Stadt- und Vorortbahnen

In Z. Bd. 73 (1929) Nr. 5 S. 150 muß es statt: eine Zugfolge von 14 min heißen: 1½ min. Ferner ist der Pfeil der Stromrichtung in verkehrter Richtung eingezeichnet. [N 2598]

Anwendungen des Spektrographen in der Metallindustrie

In Z. Bd. 73 (1928) Nr. 6 S. 197 muß die Anmerkung 3a) lauten: R. Fuess, Berlin Steglitz, Dr. C. Leiß, Berlin-Steglitz, Carl Zeiß, Jena, stellen u. a. gleichfalls Spektrographen usw. her. [N 2599]

Kleine Mitteilungen

geln einer Heizung durch die Außentemperatur

Die Einrichtung der Firma Warren Webster & Co., nden, N. J., regelt die ins Rohrnetz gehende Heiz- apfmenge ganz selbsttätig in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Ein Luftverdichter im Keller fördert Luft gleichbleibendem Druck in einen Thermostaten auf Dach des Gebäudes. Dieser besteht aus einem hl- und einem Messingrohr von je 2,1 m Länge. Die erschiede in der Wärmedehnung der Rohre bewirken, sich ein Ventil in der Druckluftleitung verschieden t öffnet. Die Luft tritt nach dem Austritt aus dem ntil durch eine Düse ins Freie, die mit der Hand verstellt den kann. Der Druck vor der Mündung ist infolge dieser ordnung verhältnisgleich der Außentemperatur. Dieser ick wirkt mittels einer Quecksilberwaage auf das Steuer- til einer Druckölleitung. Das Drucköl erzeugt eine ge- insam mit dem Luftverdichter elektrisch angetriebene npe. Es dient zum Steuern des Regelventils in der Haupt- ung der Heizanlage. Düsen in den Zweigleitungen und jedem Heizkörper passen die Dampfmenge dem Bedarf betreffenden Stelle an, während Wechsel im Dampf- arf des ganzen Netzes als Änderung des Druckunter- iedes zwischen Vor- und Rücklauf mittels einer zweiten Quecksilberwaage auf das Regelventil der Hauptleitung übertragen werden. („Power" 15. Januar 1929 S. 101*)

[N 2592 a] *Le.*

Fahrbare Gleisschotter-Reinigungsanlage

Die Pennsylvania-Eisenbahn hat zur Reinigung des Schotters auf ihren Gleisen eine Anlage eingerichtet, die aus einem Zug von mehreren Wagen besteht. Auf dem vordersten Wagen ist die Maschinenanlage zum Antrieb der Seilwinde, mittels deren sich der Zug langsam fortbewegt, und der beiden Bagger sowie der Reinigungsvorrichtung untergebracht. Daran schließen sich etwa sechs Wagen zur Aufnahme des anfallenden Staubes und Schmutzes.

Die Maschinenanlage besteht aus einem 300 PS-Ölmotor und einem Gleichstromerzeuger, der den Strom für die zahlreichen Reinigungs- und Fördervorrichtungen und für den Luftverdichter liefert. Auf der einen Seite des vordersten Wagens befinden sich die beiden Bagger, die den Schotter zwischen den Enden der Schwellen aufgraben und ihn in einen Trichter entleeren. Von hier aus gelangt das Reinigungsgut mittels Fördervorrichtung zu den Sieben des zweiten Wagens, wo es mittels Gebläse von Staub und Schmutz gereinigt wird. Der gereinigte Schotter fällt durch einen

Trichter wieder zur Gleisbettung zurück. Er wird dabei mittels einer Schleudervorrichtung verteilt. Der Staub hingegen wird über Förderanlagen den Behältern der angehängten Wagen zugeführt.

Die Anlage rückt immer je 2,1 m, der Arbeitsbreite entsprechend, vor, die Tagesleistung beträgt rd. 2300 m Gleisstrecke, wobei etwa 1500 m³ Schotter gereinigt werden. („Engineering News-Record" 24. Januar 1929 S. 131*)
[N 2592 c] *Ro.*

Der Antrieb von Straßenbaumaschinen

Der Bericht über die Straßenbauausstellung 1929 in Cleveland weist namentlich auf den Rückgang in der Verwendung der Dampfkraft für den Antrieb von Straßenbaumaschinen hin. Es war nur ein Dampf-Schaufelbagger ausgestellt. Während im übrigen der Benzinmotor als Antriebmaschine vorherrscht, macht der Dieselmotor so große Fortschritte, daß er bald als ernster Bewerber in Betracht kommen wird. Die Harnischfeger Co. stellte einen 0,75 m³-Bagger aus, der von einem Buda-MAN-Dieselmotor von 85 PS angetrieben wird, ihr 1 m³-Bagger hat einen Atlas-Imperial-Dieselmotor von 190 mm Zyl.-Dmr. und 267 mm Hub. Die Marion Steam Shovel Co. stellte einen 1 m³-Bagger mit Dieselmotor und elektrischer Kraftübertragung aus, dessen Bauart, soweit die elektrische Ausrüstung in Betracht kommt, mit einem im Jahr zuvor ausgestellten benzin-elektrischen Bagger übereinstimmt. Die mit unveränderlicher Drehzahl laufende Stromerzeugergruppe versorgt drei Gleichstrommotoren, die das Hubwerk, das Drehwerk und das Fahrwerk des Baggers antreiben. Bemerkenswert als ein Zeichen der Verfeinerung der Bauweise war noch ein 1 m³-Bagger der Ohio Power Shovel Co., in den 62 Wälzlager eingebaut sind. Bei diesem Bagger sind Kettengetriebe grundsätzlich vermieden und durch Zahnrädergetriebe ersetzt, die in öldichte Gehäuse eingeschlossen sind. Die Fettschmierleitungen zu den Teilen des Fahrwerkes werden vom Führerstand aus gemeinsam unter Druck gesetzt. („Engineering News Record" 24. Januar 1929 S. 160/64)
[N 2592 d] *H.*

Belastungsprüfung an einer ausgeführten Betonbrücke

An einer vor fünf Jahren erbauten Straßenbrücke über den Yadkin-Fluß, Nord-Carolina, die einem neuen Staudamm für eine Wasserkraftanlage Platz machen soll, wurden Spannungs- und Verformungsmessungen unter sehr großen Lasten vorgenommen. Die Brücke besteht aus drei Bogen von je 42,5 m Spannweite und einer 6,1 m breiten Fahrbahn, die mittels Quermauern an den Bogen hängt. Zur Belastung dienten zwei hölzerne Behälter, die einschließlich ihrer Wasserfüllung je 300 t wogen. Die Messungen wurden einmal mit unversehrter Fahrbahndecke vorgenommen, sodann wiederholt, nachdem der einheitliche Zusammenhang der Decke durch mehrere Risse gestört war.

Bei der größtmöglichen Belastung wurde ein Bogen zwei Stellen verbogen, ohne zusammenzubrechen. Die Fo änderungen entsprachen den aus den Festigkeitsberechn gen gefundenen Werten. Ebenso wurden die Ergebnisse Versuche am Modell bestätigt, nach denen die unverseh Fahrbahndecke auf die Bogen versteifend wirkt. („Engin ring News-Record" 24. Januar 1929 S. 138)
[N 2592 e] *Sc*

Austrocknen und Aufheizen einer Kok ofenbatterie mit Öl

Um eine hohe Leistungsfähigkeit einer Semet-Solv Regenerativ-Koksofenbatterie im Betrieb zu gewährleist war es wichtig, daß, außer sorgfältiger Bauweise, die Ö gut getrocknet und aufgeheizt wurden. Hierzu wurde e Ölfeuerung benutzt. Der Ölbehälter zur Speisung Brenner war mit Rücklauf ausgerüstet, um immer ei gleichmäßigen Öldruck an den Brennern aufrechtzuerh ten. Der Ölbehälter wurde mittels Pumpe aus ein Hauptbehälter gespeist. Außer den Brennern in Abgas- und Ofenkanälen wurden solche in den Regene toren zu beiden Seiten angeordnet, im ganzen in den Abg kanälen 60, in den Regeneratoren 120 und in den Of kanälen 480 Brenner.

Der Brennstoffverbrauch konnte von 0,5 l/h bis 2,9 für jeden Brenner geregelt werden, wobei die Flam 150 mm bis 610 mm lang war. Die Zerstäubung war einem Verbrauch von 0,5 l/h vollkommen, während einem Verbrauch von 2,9 l/h unzerstäubte Mengen verlo gingen; erst nach Aufstellung eines Gitters an der Fl menspitze konnten sie vollkommen verbrannt werden. Luftdruck betrug zweckmäßig 20 mm Q.-S. bei ein mittleren Ölverbrauch. Zur Zerstäubung des Öles wa mindestens 5 mm Q.-S. Druck notwendig. Das Öl-L Gemisch wurde entzündet, indem zuerst die Luft- und d die Ölleitung und eine Fackel von 100 mm Flammenlä hinter die Brenner eingeschaltet wurde, wobei die Flam durch die Zusatzluftöffnungen gezogen und das zerstäu Öl entzündet wurde. Der Gesamtölverbrauch für das Tro nen und Aufheizen zur Betriebsübernahme betrug 454 000 l. („Iron and Coal Trades Review" 1. Febr 1929 S. 183*.) [N 2592 b] *St*

Selbsttätige U-förmige Emaillieröfe

Bei der General Electric Co. hat man erfolgreiche V suche mit elektrisch beheizten selbsttätigen U-förmi Emaillieröfen durchgeführt. Die Heizbänder sind an d geschlossenen Ende des Ofens eingebaut, so daß die We stücke nebeneinander in den Ofen eingeführt und hera befördert werden, wobei die kalten Werkstücke vorgewä und getrocknet werden. Mittels selbsttätiger Temperat überwachungsgeräte, die in den einzelnen Abteilungen Ofens eingebaut sind, überwacht man den Ofengang u regelt die Geschwindigkeit des Förderbandes. Die einzel Ofengrößen leisten 450 bis 3600 kg/h Werkstücke. („T Iron Age" 24. Januar 1929 S. 284.) [N 2592 f] *Gu*

BÜCHERSCHAU

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 313: **Zugfestigkeit und Härte bei Metallen.** Von *Otto Schwarz,* Berlin 1929, VDI-Verlag. 34 S. m. 51 Abb. und 20 Zahlentaf. Preis 6 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 5,40 *RM*.

Die Werte für die Umrechnung von Brinellhärtezahlen in Zugfestigkeitswerte bei verschiedenen Metallen schwanken in so weiten Grenzen, daß bei den meisten Nichteisenmetallen, bei manchen Stahllegierungen und bei gegossenen Metallen die praktische Ausnutzung einer Beziehung zwischen Härte und Zugfestigkeit unmöglich wird.

Schwarz gibt in seiner Arbeit einen Beitrag zur Klärung der Frage, worauf die Abweichungen zurückzuführen sind, und kommt zu dem Schluß, daß eine lineare Beziehung zwischen beiden Kennziffern unmöglich ist. Rechnerisch ergibt sich bei vereinfachenden Voraussetzungen eine recht verwickelte Beziehung von Zugfestigkeit zu Härte, deren zeichnerische Auswertung unter Beachtung gewisser Gesichtspunkte eine Umrechnung mit 5 vH Genauigkeit gestattet. Für Metalle bei höheren Temperaturen gilt das gleiche, bei gegossenen Metallen treten besondere Schwierigkeiten auf.

Die auf Anregung von *R. Baumann* durchgeführte Arbeit enthält umfangreiche Zahlenangaben und bietet auch für die Normung der Nichteisenmetalle beachtenswerte Unterlagen. [E 2439] *Deutsch*

RKW-Veröffentlichungen, Nr. 24: **Die neuzeitliche Repa turwerkstatt für Automobile.** Herausgeg. vom Aussch für wirtschaftliche Fertigung. Berlin 1928, Beuth-Verl 92 S. m. 28 Abb. Preis 1,80 *RM*.

Anläßlich der Internationalen Automobilausstellu 1928 veranstaltete der AWF eine Ausstellung „Muster-I paraturwerkstätte", nachdem schon im Frühjahr eine äh liche Ausstellung in Stuttgart vorangegangen war. Im A schluß an die Ausstellung gibt das Reichskuratorium je eine Zusammenstellung der neuzeitlichen Gesichtspunkte Errichtung und zum Betriebe einer kleinen bis mittle Ausbesserwerkstatt für Automobile heraus.

Das Heft befaßt sich mit den Aufgaben, Anlagen u Einrichtungen, der Arbeitsführung und Betriebswirtscha Werbung und den Rechtsverhältnissen bei Ausbesserung

Die Absicht, die Arbeitsführung und Geschäftsgebaru der Ausbesserwerkstätten in dem Sinne zu beeinflussen, d die Güte der Instandsetzungen und die geschäftliche handlung der Kundschaft verbessert wird, ist sehr zu grüßen, da man noch oft Klagen über unzuverlässige A besserungen hört.

Inhaltlich entspricht das Heft den heutigen Forderung an eine sachgemäß arbeitende Instandsetzung im a gemeinen gut; im einzelnen sei darauf hingewiesen, daß Unterbringung und Anordnung des Werkzeugs und der E zelteile mehr Aufmerksamkeit verdient hätte. Bei

..n Zahl von Werkzeugen ist es wichtig, daß jedes ..eug im Werkzeugschrank oder an der Werkbank seinen .. unvertauschbaren Platz hat, damit es sofort gefunden ..ieder abgelegt werden kann.

..as Aufbewahren der zerlegten Einzelteile eines ..s in Regalen erscheint unzweckmäßig, weil dabei die ..ige Arbeit des Einordnens gemacht werden muß und ..chselungen oder Abhandenkommen unvermeidlich .. Viel zweckmäßiger ist es, die Teile in übereinander ..lbaren Kisten aufzubewahren, wobei die Teile in den ..n bis zum Gebrauch liegen bleiben und ein Umstapeln ..ig ist.

..ine Einrichtung zum Nachlackieren kleiner Lack..en wird vermißt, dagegen erscheint hier die Reifen..sserung unangebracht, da sie heute in brauchbarem .. nur durch Heißvulkanisieren in Spezialwerkstätten ..hrbar ist. Bei der Ausbesserung wird häufig der Lack ..ädigt und das Polster beschmutzt. Hinweise auf die ..eidung und die Behebung solcher Schäden wären zweck..g gewesen. [E 2414] *Karpinski*

..nenbuch für Bauingenieure. Herausgeg. von *Max Foer..r.* 5. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 1. Bd.: ..15 S. m. Abb. 2. Bd.: 1422 S. m. Abb. Preis zusammen ..50 *RM*.

..egenüber der 1922 erschienenen vierten Auflage ist die .. Auflage vollkommen neu gestaltet. Der erheblich ge..rte Inhalt entspricht durchaus den großen wissenschaft..n Fortschritten, die in den letzten Jahren das Bau..ieurwesen gemacht hat. Auch die Verteilung der Fach..te auf die beiden Bände ist wesentlich anders gewor.. Während der erste Band die theoretischen Hilfswissen..ften und die technischen Nachbargebiete wie Maschinen..und Elektrotechnik, Eisenbahnsicherungswesen u. a. so..Grundzüge des Bau- und Enteignungsrechtes behandelt, ..er zweite Band den eigentlichen Bauingenieurwissen..ften und den Grenzgebieten des Hochbaues gewidmet.

Das Buch, dessen Wert für den in der Praxis befind..n Bauingenieur wie für den Studierenden des Bau..ieurwesens nicht besonders hervorgehoben zu werden ..cht, wird auch dem Maschineningenieur, der sich mit ..echnischen Fragen zu beschäftigen hat, z. B. als Fabrik..r, als Konstrukteur von Wasserkraftmaschinen und -an..n oder als kommunaler Beamter, ein willkommener Rat..r sein. [E 2455] *Sd.*

..dbuch der Wasserversorgung. Von *Erwin Groß.* Mün..en und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 427 S. m. 187 Abb. ..reis 22 *RM*.

Ein deutsches gründliches wissenschaftliches Werk .. die gesamte Wasserversorgung ist seit Jahren nicht ..hienen. Ein solches ist daher an und für sich schon zu ..rüßen, um so mehr, wenn sein Verfasser praktische und ..ndere wissenschaftliche Erfahrungen hat. *Groß* ist Ab..ungsleiter der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, ..en- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem, und es liegt ..er nahe, daß er mit seinem Buch besonders die Grenz..iete zwischen Wasserversorgung, Chemie, Bakteriologie, ..logie und Biologie berücksichtigen will. Glücklicher..se — vom Standpunkt des Technikers aus gesehen — .. der Ingenieur und sein Wirken im Inhalt immer wieder ..len Vordergrund. Das Buch bringt in sieben Abschnitten .. ausführliche, lehrreiche Wiedergabe des vielseitigen ..ietes der Wasserversorgung. So ist ein Handbuch ent..den, das nicht nur den Studierenden, sondern auch den ..ktikern ein zuverlässiges Lehr- und Nachschlagewerk ge..rden ist.

Die Absicht des Verfassers, dem Anfänger und dem ..httechniker Kenntnisse zu vermitteln, hat vielleicht dazu ..ihrt, daß er einige Kapitel über Hydromechanik zu weit ..gebaut hat, anstatt auf die jedem Techniker geläufigen ..emeinen Werke der Mechanik zu verweisen. Bei der Neu..lage wäre es wünschenswert, diese Kapitel zugunsten ..tschaftlicher Ausführungen zu kürzen, wie sie beispiels..se in dem Abschnitt über Betriebskostenberechnungen ..recht ansprechender Form bereits jetzt gegeben sind. ..E 2472] *Baer*

..dbuch der Experimentalphysik. Herausgeg. von *W. ..Wien* und *F. Harms.* Unter Mitarbeit von *H. Lenz.* 13. Bd. .. T.: Physik der Glühelektroden. Von *W. Schottky* und *..l. Rothe.* Herstellung der Glühelektroden. Von *H. Simon.* ..echnische Elektronenröhren und ihre Verwendung. Von *..l. Rothe.* Leipzig 1928, Akademische Verlagsgesellschaft. ..92 S. m. 179 Abb. Preis 46 *RM*.

Die Elektronenemission glühender Metalle hat in den ..ten Jahren außerordentliche Bedeutung für die Technik ..ngt. Der vorliegende Teil des *Wien-Harmsschen* Hand..hes erscheint demnach zur rechten Zeit.

Im ersten Abschnitt finden wir zunächst eine Einführung in die thermodynamische Behandlung des Problems, der die Anwendung auf den wichtigen Fall der Verdampfung von Elektronen von heißen Metallen im Vakuum folgt. Diese Betrachtungen werden darauf im nächsten Kapitel auch auf die Verdampfung von Ionen und neutralen Atomen ausgedehnt. Das Problem des Temperaturganges der Elektronenaustrittsarbeit wird in der Weise angeschnitten, daß, immer unter Benutzung der zuerst besprochenen allgemeinen thermodynamischen Beziehungen, die möglichen Schlüsse hieraus abgeleitet werden und dann auf die thermodynamischen Verdampfungswärmen und auf die Bedeutung der *Clausius-Clapeyronschen* Gleichung eingegangen wird. Es folgen die Verhältnisse bei stationärem Elektronenübergang und die Besprechung der hierher gehörigen experimentellen Methoden und deren Ergebnisse. Thermische Erscheinungen, die bei Ionenumsetzungen auftreten, bilden den Schlußteil dieses Kapitels. Nach einer Besprechung der Beziehungen zu Voltaspannung und Thermoelektrizität folgen Betrachtungen über die Einwirkung von Fremdatomen auf der Oberfläche von Metallen, sowie die der Salze und Oxyde. Untersuchungen über die Bewegung der Elektronen im Vakuum, über das Bild- und Atomkraftfeld und dann die bekannten Schwankungserscheinungen, der Schrot- und der Funkel-Effekt, schließen den ersten Abschnitt. — Der Inhalt der beiden folgenden Abschnitte erhellt aus den Überschriften: 2. Die Arten der Elektroden, deren Materialien und Anordnung, die Evakuiermethoden und die Temperaturbestimmung. 3. Die technischen Elektronenröhren als Verstärker, als Schwingungserzeuger und als Gleichrichter.

Wie von allen Bänden dieses hervorragenden Handbuches kann man auch von dem vorliegenden Teile sagen: er bringt das, was der Interessierte sucht, in klarer, verständlicher und tiefgründiger Form, so daß der Glühelektroden-Praktiker ihn oft zur Hand nehmen wird.
[E 2301] Prof. Dr. *Bergwitz*

Lehrbuch der physikalischen Chemie. Von *Karl Jellinek.* Ferdinand Enke, Stuttgart 1928. 2. Aufl. 2. Bd. 5. Lfg. S. 273 bis 560 m. Abb. 242 bis 276. Preis 24 *RM*. — 2. Aufl. 2. Bd. 6. Lfg. S. 561 bis 924 m. Abb. 277 bis 384. Preis 32 *RM*. 2. Bd. 1. bis 6. Lfg. vollständig 92 *RM*.

Die ersten vier Lieferungen der im Erscheinen begriffenen zweiten Auflage sind in Z. Bd. 72 (1928) S. 451 und 1102 kurz besprochen worden. Die letzte hiervon enthält vorwiegend die Behandlung des festen Aggregatzustandes in experimenteller Hinsicht. In der vorliegenden 5. und 6. Lieferung wird diese Betrachtung nach der theoretischen Seite hin fortgesetzt, wobei die Entropie reiner Stoffe besonders ausführlich und von verschiedenem Standpunkt aus behandelt wird. Dabei wird auch nachgetragen, was im Einzelfalle über den gasförmigen und flüssigen Aggregatzustand zu sagen ist.

Behandelt werden die von einer ganzen Reihe namhafter Forscher aufgestellten Theorien der Atomwärme, der Entropie, der Verdampfung, des Schmelzens und Gefrierens sowie der kristallisierten Phase. Damit erhält der Leser einen Einblick in viele geistreiche Forschungen, besonders aus den letzten Jahrzehnten, bei denen vor allem die Quantentheorie weitgehend angewandt worden ist.

Im folgenden Teile werden die Erscheinungen bei verdünnten Lösungen beschrieben, so bei den gasförmigen vor allem die Diffusionserscheinungen, bei den flüssigen die des osmotischen Druckes, der Dampfdruckverminderung, der Siedepunkterhöhung und der Gefrierpunkterniedrigung und bei den kristallisierten Lösungen (Mischkristallen) die des Dampfdruckes, des Ausfrierens, der Diffusion und der Entropie.

Da es heute auch den mathematisch geschulten Ingenieuren nicht leicht ist, die Entwicklung der modernen Physik auf Schritt und Tritt laufend zu verfolgen, und diese immer mehr in technisch wichtige Gebiete übergreift, so ist das Werk von *Jellinek* besonders aus dem Grunde sehr zu begrüßen, weil es die neueren, bis einschließlich 1927 bekannt gewordenen Theorien im Zusammenhang behandelt.
[E 2426] *W. S.*

Die Rohstoffe des Pflanzenreichs. Von *Julius Wiesner.* 4. Aufl. Herausgeg. von *Paul Krais* und *Wilh. von Brehmer.* Leipzig 1927, Wilh. Engelmann. 1. Bd.: Alkaloide bis Hefen. 1122 S. m. 307 Abb. Preis 49 *RM*. 2. Bd.: Hölzer bis Zucker. 1130 S. m. 217 Abb. Preis 49 *RM*.

Nach *v. Wiesners* Tode haben es *Krais* und *v. Brehmer* übernommen, eine neue Auflage dieses grundlegenden Werkes auf technologisch-wissenschaftlichem Gebiet unter Mitwirkung vieler neuer Mitarbeiter zu bearbeiten und herauszugeben. Sie haben die Rohstoffe des Pflanzenreiches zu Gruppen zusammengefaßt und diese Gruppen alphabetisch geordnet. Im ersten Band werden die Alkaloide, die äthe-

rischen Öle und Kampfer, die Bitterstoffe, die Eiweißstoffe, die Enzyme (Katalysatoren), die Farbstoffe, die Fasern und Baste, die Fette und Öle, die Gerbstoffe, die Gummiarten, die Harze und Balsame und die Hefen behandelt. Der zweite Band berichtet über die Hölzer, über Kautschuk, Guttapercha und Balata, den Kork, die Saponine, die Schleime, die Stärke, die Vitamine, die Wachse und den Zucker. Am Ende jedes Abschnittes findet sich eine ausführliche Angabe des Schrifttums. Die Abbildungen sind gut.

Das Werk, das sich mit den technisch angewandten Rohstoffen des Pflanzenreiches beschäftigt, ist übersichtlich zusammengestellt und für den wissenschaftlich und den technisch gerichteten Fachmann leicht benutzbar. Jedem mit pflanzlichen Rohstoffen Arbeitenden wird das Nachschlagewerk bald unentbehrlich werden.

[E 2527] *Gw.*

Encyclopédie de chimie industrielle: **Fabrication Industrielle des Porcelaines.** Von *Marc Larchevêque.* Paris 1928, Librairie J.-B. Baillière & Fils. 480 S. m. 194 Abb. Preis 92 Fr.

Der Verfasser hat in dem vorliegenden Buche seine früheren Veröffentlichungen und seine reichen Erfahrungen als Professor der Keramik an der Fachschule in Vierzon niedergelegt. Das Buch beginnt mit einer allgemeinen Betrachtung der keramischen Erzeugnisse. Ein breiter Raum ist der Zusammensetzung der Grundmasse, der Beschaffenheit der Grundstoffe und ihrer Wirkung auf das fertige Porzellan gewidmet. Die zur Vorbereitung der Stoffe erforderlichen Maschinen wie Brecher, Schlämmanlagen, Windsichter, Filter u. a. sind eingehend beschrieben. Ein größerer Abschnitt ist dem Vorkommen der Grundstoffe und dem Abbau gewidmet. Besonders hervorzuheben ist eine Zusammenstellung der verschiedenen Prüfverfahren für die Masse und deren einzelne Bestandteile, auf Grund deren man die Mischungen nach den an das Erzeugnis gestellten Anforderungen zusammensetzen kann. Zum Schluß werden noch praktisch ausgeführte Mischanlagen, die Herstellung von Glasflüssen für Porzellan, die Erzeugung feuerfester Stoffe und der Gips behandelt.

Das Buch ist hauptsächlich für den Betrieb bestimmt und bietet dem Fachmann außerordentlich viele Anregungen. Die zahlreichen Bilder sind recht lehrreich und gut ausgewählt, die druckmäßige Wiedergabe dagegen sehr schlecht und erreicht nicht annähernd die Ausstattung deutscher Verlagswerke. [E 2437] *Schr.*

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 314: **Der indizierte Wirkungsgrad der kompressorlosen Dieselmaschine.** Von *Fritz Schmidt.* Berlin 1929, VDI-Verlag. 22 S. m. 27 Abb. und 15 Zahlent. Preis 4,50 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 4 *RM*.

Die Bestimmung des indizierten Wirkungsgrades (Gütegrades) setzt die Möglichkeit voraus, die Leistung der verlustlos arbeitenden Maschine ermitteln zu können. Es wird ein Idealprozeß als Vergleichsprozeß aufgestellt und sein thermischer Wirkungsgrad mit den verschiedensten Annahmen berechnet. Der dann sich ergebende indizierte Wirkungsgrad wird aus Versuchsergebnissen verschiedener Maschinen nachgeprüft; er schwankt zwischen 75 und 85 vH[1]).

[1]) Ein Auszug wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwe[s…] Heft 315: **Begrenzung der Leistungssteigerung der sch[…] laufenden Verbrennungsmaschine durch den Steuer[…]gang.** Von *Manfred Christian.* Berlin 1929, VDI-Ve[…] 19 S. m. 20 Abb. u. 4 Zahlent. Preis 3,75 *RM*, für […]glieder des V. d. I. 3,40 *RM*.

Die Drehzahl ist nach oben begrenzt 1. durch die Mögl[…]keit, die erforderlichen Ein- und Austrittquerschnitte […] zu verwirklichen, 2. durch die Beanspruchung der Baus[…] der Steuerorgane infolge hoher Beschleunigungen. Das […]gebnis weist auf starke Unterteilung des Hubraumes […] Spitzenleistungen. Ein Vergleich der Ventilsteuerungen […] Schiebersteuerungen (*Burt, Knight*) zeigt zwar die Ü[…]legenheit der letzteren für die Erreichung von Höchstd[…]zahlen, muß aber hinsichtlich der Betriebsicherheit dem […] Viertakt arbeitenden Ventilmotor den Vorrang einräu[…]

[E 2489[…]

RKW-Veröffentlichungen, Nr. 23: **Graphisches Rech[…]** Bearb. von *H. Schwerdt* unter Mitarbeit von *W. Gütsch[…] Iris Runge, Felix Wolf.* Berlin 1928, Beuth-Verlag. 14[…] m. 71 Abb. Preis 2,75 *RM*.

Technische Fachbücher. Herausgeg. von *Arnold Me[…]* 9. Bd.: **Dampfkraftmaschinen.** (Kolbenmaschinen und T[…]binen.) Von *Heinrich Dubbel.* München 1928, C. W. K[…]del. 120 S. m. 64 Abb. Preis 2,25 *RM*.

Deutscher Werkmeister-Kalender 1929, 5. Bd.: **Betriebsber[…]nungen.** Herausgeg. u. bearb. von *C. E. Berck.* Witt[…]berg (Bez. Halle) 1929, A. Ziemsen. 440 S. m. 153 A[…] Preis 3,50 *RM*.

Deutscher Werkmeister-Kalender 1929. 8. Bd.: **Handbuch […] den Werkstättenbetrieb.** Herausgeg. u. bearb. von *C. Berck.* Wittenberg (Bez. Halle) 1929, A. Ziemsen. 56[…] m. 287 Abb. Preis 3,50 *RM*.

The Rôle of Scientific Societies in the Seventeenth Centu[…] Von *Martha Ornstein.* Chikago, Illinois, 1928, The U[…]versity of Chicago Press. 308 S. Preis 3 $.

Lehrbuch der Physik in elementarer Darstellung. V[…] *Arnold Berliner.* 4. Aufl. Berlin 1928, Julius Spring[…] 658 S. m. 802 Abb. Preis 19,80 *RM*.

Städtebau und Landesplanung. Von *Otto Bünz.* Berlin 19[…] Carl Heymanns Verlag. 116 S. Preis 5 *RM*.

Der Quecksilberdampf-Gleichrichter. Von *Kurt E. Mül[…] Lübeck.* 2. Bd.: Konstruktive Grundlagen. Berlin 19[…] Julius Springer. 350 S. m. 340 Abb. u. 4 Taf. Pr[…] 42 *RM*.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwese[…] Heft 311: **Die Durchflußzahlen von Normaldüsen und N[…]malstaurändern für Rohrdurchmesser von 100 bis 1000 m[…]** Von *M. Jakob* und *Fr. Kretzschmer.* Berlin 1928, V[…] Verlag. 35 S. m. 98 Abb. und 14 Zahlentaf. Preis 5,50 […] für Mitglieder des V. d. I. 5 *RM*.

Taylorix-Fachschrift, 19. H.: **Taylorisierte Buchhaltung […] Elektrizitätswerke, Straßenbahnen, Gas-, Wasser- […] Eiswerke.** Von *A. Wermuth.* Stuttgart 1928, Taylo[…] Organisation. 75 S. Preis 3,50 *RM*.

Sammlung Vieweg, 95. H.: **Die Bildtelegraphie.** Von *P[…] Werk.* Braunschweig 1929, Friedr. Vieweg & Sohn. 8[…] m. 39 Abb. und 3 Taf. Preis 5,80 *RM*.

Sammlung Vieweg, 93. H.: **Die Adsorption.** Von *Otto B[…]* und *Nandor Stark.* Braunschweig 1929, Friedr. Vieweg […] Sohn. 136 S. m. 30 Abb. Preis 7,75 *RM*.

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

d 73 SONNABEND, 23. FEBRUAR 1929 Nr. 8

Sicherheit im Betrieb

Zur Reichs-Unfallverhütungswoche, 24. Februar bis 3. März 1929

Von Reg.-Baumeister E. KOTHE, Berlin

Für Sicherheit im Betrieb zu sorgen, ist gleichermaßen Pflicht des Staates wie Aufgabe aller im Betriebe Tätigen. Der Staat erläßt zum Schutze seiner Bürger Gesetze und Verordnungen. Die in Berufsgenossenschaften zusammengeschlossenen Unternehmer geben, mit staatlichen Vollmachten ausgestattet, Unfallverhütungsvorschriften heraus. Aufsichtsbeamte des Staates und der Selbstverwaltung überwachen die Betriebe. In diesen müssen Unternehmer, Ingenieure, Meister und Arbeiter zusammenarbeiten, um durch immer wiederholte Aufklärung bei allen Betriebsangehörigen den Sinn zu wecken für die Pflicht zur Erhöhung der Sicherheit.

herheit im Betriebe senkt die Zahl der Unfälle, be- 'vahrt Leben und Gesundheit der Arbeiter, hält Not Sorge von ihren Familien fern. Sie zu fördern, ist ein Gebot des Herzens. Sicherheit im Betrieb stei- aber auch die Hingabe an die Arbeit, hebt ihren kungsgrad, schaltet betriebliche Störungen aus. Sie ılso ebenso eine betriebstechnische Aufgabe. Sicher- im Betrieb spart dem Unternehmer Kosten mannig- er Art, für Heilung und Renten, für Einstellen und ernen neuer Arbeiter, für Ausfälle und Schäden an chinen, Werkzeug und eugnissen. Im gleichen se wie menschliche Er- ungen müssen rechne- he Feststellungen dazu oornen, jeden Betrieb, in Menschen schaffen, un- sicher zu gestalten.

Welche Bedeutung Unfallverhü- ıg in deutschen Betrie- hat, mögen zunächst ge Zahlen zeigen. Wer gewerblichen, landwirt- ftlichen oder staatlichen ieben beschäftigt wird, durch Gesetz gegen Un- versichert. Träger die- Versicherung sind die ufsgenossenschaften. Die l der Unfallversicherten aßt den Kreis der durch riebsunfälle gefährdeten sonen. Im Jahre 1927 en es 22,8 Mill., das ist genau ein Drittel der mten Bevölkerung.

Die Gefährdung ist im erblichen Betrieb stär- als im landwirtschaft- en. Zu beachten ist hier- daß der Anteil der in d- und Forstwirtschaft Beschäftigten in den Jahren 2 bis 1925 von 40 auf 23 vH zurückgegangen, während gleichen Zeitraum der Anteil der in Industrie und Hand- k Tätigen von 35 auf 41,3 vH gestiegen ist. Will man allzahlen miteinander vergleichen, so muß man unter- eiden zwischen gemeldeten und entschädigten Unfällen. Jahre 1913 verhielt sich die Zahl der entschädigten Un- zur Zahl der gemeldeten wie 1 : 5,64, im Jahre 1927 wie 1 : 9,56. Das seltenere Auftreten von Unfällen in landwirtschaftlichen Betrieben gegenüber den gewerblichen tun folgende Zahlen für 1927 dar:

	in gewerblichen Betrieben	in landwirtschaftlichen Betrieben	
eine Unfallmeldung kommt auf	10	70	Vollarbeiter
ein entschädigter Unfall kommt auf	170	200	„
ein tödlicher Unfall kommt auf	2000	5000	„

Die Zahl der gemeldeten, der entschädigten und der tödlichen Unfälle für alle Betriebe zusammen in den Jahren 1913 und 1924 bis 1927 sind in Abb. 1 dargestellt. Wenn auch bei den entschädigten und bei den tödlichen Unfällen erfreulicherweise die Zahlen des Jahres 1913 nicht wieder erreicht werden, so ist doch der jährliche Tod von 8530 Menschen, die mitten aus der Arbeit abberufen werden, erschreckend und beschämend groß. Von den Toten der Arbeit entfallen allein auf die gewerblichen Betriebe 5284, das bedeutet bei 300 Arbeitstagen im Jahr und bei achtstündiger Arbeitzeit, daß etwa alle halbe Stunde ein tödlicher Unfall eintritt. Wer sich diese Zahl vor Augen hält, wird sicherlich bereit sein, das seinige zu tun, um Unfälle zu verhüten.

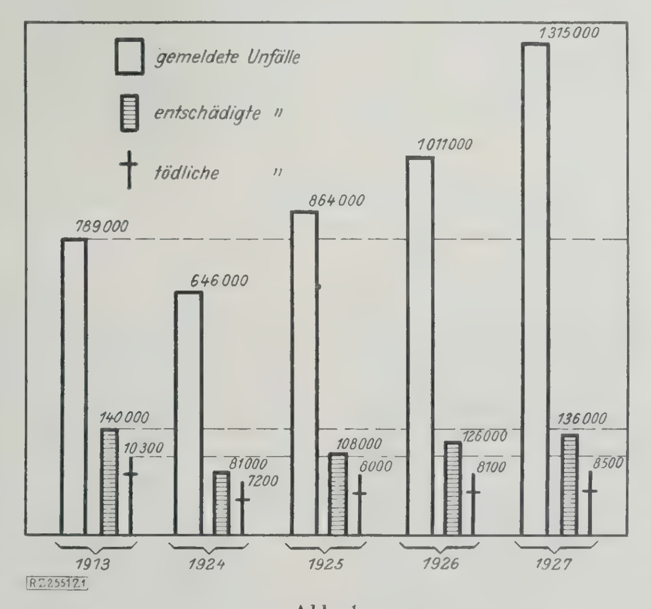


Abb. 1
Unfälle in deutschen Betrieben.
Maßstäbe: Gemeldete Unfälle 1 mm = 20000, entschädigte Unfälle 1 mm = 10000, tödliche Unfälle 1 mm = 1000

Entwicklung der Unfallverhütung

Der Kampf gegen die Gefahren ist so alt wie die Menschheit selbst. In alten Schriften finden wir Mitteilungen, die dies bestätigen. *Plinius der Ältere* spricht in seiner Historia naturalis von den Maßnahmen, die der Brunnengräber trifft, um sich gegen giftige Gase zu schützen. *Georgius Agricola* schreibt in seinem Werke „De re metallica“ den schönen Satz nieder: „denn wir

müssen größeren Wert auf die Erhaltung der Gesundheit legen, als auf den Gewinn, damit wir ungehindert mit unseren Körperkräften die Arbeit verrichten können". An anderer Stelle berichtet *Agricola* von einer betrüblichen Erscheinung, die wir heute in genau dem gleichen Maße beobachten müssen: von der eigenen Fahrlässigkeit der Leute und von der Notwendigkeit, Schutzeinrichtungen so zuverlässig anzubringen, daß sie nicht entfernt werden können.

Die Notwendigkeit, durch Gesetz das Leben der Betriebstätigen zu schützen, ergab sich mit der allgemeinen Einführung der Dampfmaschine. Das erste Gesetz in Deutschland war die preußische Kabinettsordre vom 1. Januar 1831, betreffend die Aufstellung von Dampfmaschinen. Ihr folgte das Regulativ vom 9. März 1839. Dieses verbot die Kinderarbeit, regelte die Arbeitzeit der Jugendlichen und übertrug den zuständigen Ministern den Erlaß von sanitäts-, bau- und sittenpolizeilichen Anordnungen.

Fabrikinspektoren werden erstmalig 1853 erwähnt. Die Gewerbeordnung für den Norddeutschen Bund schuf 1869 einheitliches Recht in den zugehörigen Staaten, nach Reichsgründung ward es Reichsgesetz.

Das Arbeiterschutzgesetz vom 1. Juni 1891 enthielt wesentliche Verbesserungen, und seine Bestimmungen bilden heute noch die Grundlage des Arbeiterschutzes. Bei diesen gesetzgeberischen Arbeiten hat der Verein deutscher Ingenieure als sachverständige und beratende Körperschaft lebhaft mitgewirkt.

Außerbetriebliche Einwirkung

Berufsgenossenschaften

Das Jahr 1884 brachte dann das Unfallverhütungsgesetz. Die Unfallverhütung und -versicherung wurde auf genossenschaftliche Grundlage gestellt. Gemeinsame Haftung gleicher Gewerbezweige ist bis zum heutigen Tage die starke Stütze der Unfallverhütung geblieben. „Arbeiterschutzvorschriften sind ein Spiegelbild der Arbeitsmethoden und ein Maßstab für die Bewertung der Arbeitsmethoden und ein Maßstab für die Bewertung der Arbeitskraft durch den Staat", so wurde damals verkündet, und wenn man die staatliche Fürsorge in Deutschland mit den Verhältnissen in andern Ländern vergleicht, so muß man wohl zu dem Ergebnis kommen, daß die Arbeitskraft bei uns stets hoch geachtet wurde.

Die auf Grund des Gesetzes vom Jahre 1884 entstandenen Berufsgenossenschaften erhielten vom Staate bestimmte Aufgaben zugewiesen und wurden mit Vollmachten ausgestattet. Ihre Aufgabe kann man mit den drei Worten umreißen: „Verhüten, Heilen, Entschädigen". Mit Recht haben die Berufsgenossenschaften stets den Nachdruck auf das „Verhüten" gelegt; denn verhüten ist billiger, aber auch menschlicher als vergüten. Die „Unfallverhütungsvorschriften" sollen Unternehmer und Arbeiter an ihre Pflichten mahnen und auf die Gefahren hinweisen. Ihr Vorbild fanden sie in Vorschriften, die schon im Jahre 1871 von den fortschrittlichen Augsburger Fabrikanten zusammengestellt und in ihren Fabriken ausgehängt worden waren.

Gegenwärtig gibt es 68 gewerbliche und 44 landwirtschaftliche Berufsgenossenschaften. Die Geldmittel werden durch Mitgliedsbeiträge aufgebracht, die nach Lohn- und Gefahrentarif gestaffelt sind. Die Einstufung in die Gefahrenklasse nimmt leider kaum davon Notiz, ob der Unternehmer in besonderem Maß Aufwendungen für die Sicherheit seines Betriebes macht. Diesen offenbaren Mangel zu beheben, ist eine der dringendsten Zukunftsaufgaben. Wertvoll ist ein Überblick über die Ausgaben der Berufsgenossenschaften. Sie sind für die gewerblichen und landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften aus Abb. 2 zu entnehmen. Den weitaus größten A[...] der Kosten beanspruchen die Entschädigungen. Beim [...] gleich mit den verhältnismäßig geringen Kosten für die [...]hütung, die nach dem oben Gesagten auffallen müsse[...] zu beachten, daß die Entschädigungen für Unfälle aus [...] langen Reihe von Jahren zu zahlen sind, während [...] Kosten für die Verhütung sich jeweils nur auf das lau[...] Jahr erstrecken.

Die Gesamtausgaben aller Berufsgenossensch[...] betrugen:

1924	. . . .	645 Mill. *ℛℳ*,
1925	. . . .	224 „ „ ,
1926	. . . .	322 „ „ ,
1927	. . . .	332 „ „ ,
1928	. . . . . . rd.	358 „ „ .

Die starke Steigerung der Ausgaben von 1925 auf [...] ist verursacht durch drei Verordnungen und Gesetze [...] dem Jahre 1925, die

1. gewerbliche Berufskrankheiten mit einbeziehen, [...]
2. die Unfälle auf dem Wege von und zur Arbeit [...] erfassen,
3. die Lastenverteilung zwischen Krankenkassen [...] Berufsgenossenschaften neu regeln in dem Si[...] daß die Berufsgenossenschaften die Behandl[...] nicht erst, wie früher, [...] 13 Wochen, sondern sofort [...] dem Unfall zu übernehmen ha[...]

6,7 5,2 9,4 6,3 26,6 256,8 RZ25512Z

Entschädigungen — Unfallverhütungskosten — Verfahrenskosten — Finanzdienst — pers. Verwaltgs.-Kosten — sächl. Verwaltgs.-Kosten

Abb. 2
Ausgaben bei den gewerblichen und landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften 1927 in Mill. *ℛℳ*.

Die Überwachung ihrer [...]triebe lassen die Berufsgenos[...]schaften durch ihre te[...]nischen Aufsichtsbea[...]ten vornehmen. Für die rd. 87[...] ihrer Aufsicht unterstehenden [...]triebe haben die gewerblichen [...]rufsgenossenschaften 393 techni[...] Aufsichtsbeamte, das bedeutet, [...] auf einen Beamten 2229 Betr[...] entfallen, eine Zahl, die zweif[...] viel zu groß ist, wenn man wün[...] daß ein wirksamer Einfluß auf [...] Verbesserung der Betriebssicher[...] von den technischen Aufsic[...]beamten ausgeübt wird. Di[...] Einfluß und enge Fühlung mit [...] im Betriebe verantwortlich Tät[...] sind aber notwendig. Hieraus [...] aber klar die Forderung nach er[...]licher Vermehrung der Stellen [...] Aufsichtsbeamten.

Staatliche Überwachungsbehörden

Neben den Berufsgenossenschaften, die, wie [...] sahen, Sondervorschriften erlassen und ihre Befolg[...] im staatlichen Auftrag überwachen, hat der Staat in [...] schon erwähnten Reichsgewerbeordnung (1869) ei[...] Anordnungen für gewerbliche Betriebe herausgege[...] deren sachmäßige Durchführung den Gewerbea[...]sichtsbeamten übertragen ist. Sie sind nicht [...] bestimmte Berufsgruppen zuständig, sondern ihr [...]kungsbereich ist örtlich oder bezirklich abgegrenzt. [...] Tätigkeit geht auch weit über den Rahmen der Unfall[...]hütung hinaus. In Preußen gibt es 207 Gewerberät[...] den übrigen Staaten 107, zusammen 314. Daneben [...] 120 jüngere Beamte, 90 weibliche Kräfte und außer[...] Hilfsbeamte, aus den Reihen der Arbeiter und [...]gestellten entnommen, in der Gewerbeaufsicht tätig, [...]sammen etwa 670 Personen.

Im Bergbau sind für Aufrechterhaltung der dort [...]sonders wichtigen Betriebsicherheit die Bergpoli[...]behörden zuständig. Die grundsätzlichen Bestimm[...]gen brachte für Preußen das allgemeine Berggesetz [...] die preußischen Staaten von 1865. Die Oberbergämter [...]lassen die Bergpolizeiverordnungen, die Überwach[...] wird durch Bergrevierbeamte (in Preußen 65) ausge[...]denen Grubenkontrolleure aus dem Arbeiterstande [...] Seite stehen. In den übrigen Ländern bestehen ähnl[...] Einrichtungen.

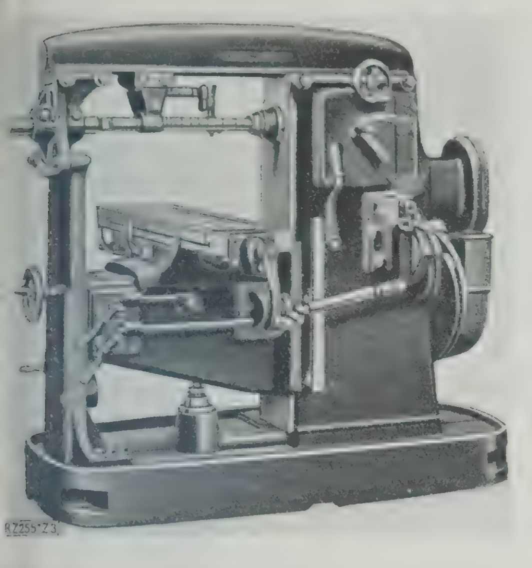
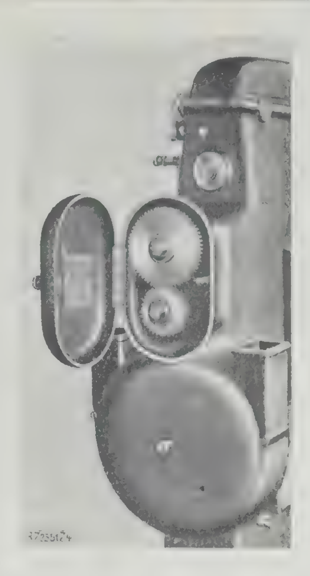


Abb. 3 bis 6
Gute Beispiele unfallsicherer Werkzeugmaschinen.

Abb. 3 und 4
Universal-Fräsmaschine.

Abkapselung für den Geschwindigkeitswechsel des Werkzeugantriebes und Sicherung beim Riemeneinlauf.



.Vährend die bisher behandelten Aufsichtstellen vor-
end technisch vorgebildete Beamte verwenden, hat
Staat sehr frühzeitig erkannt, daß die Hilfe des
tes unentbehrlich ist, wo es doch um Leben und
ndheit seiner Bürger geht. In dem preußischen Re-
iv von 1839 wurde schon die Zuziehung von Ärzten
gen. In Baden wurde 1906 erstmalig ein Arzt Ge-
eaufsichtsbeamter, in Bayern 1909 ein Landes-
rbearzt eingestellt. Sachsen hat demnächst in jedem
rk einen Arzt in der Gewerbeaufsicht, Preußen hat
1928 acht Gewerbemedizinalräte.

Dampfkesselaufsicht

Eine Sonderreglung besteht für die Überwachung
Dampferzeuger. Hier sind staatliche Vorschriften er-
n, ihre Innehaltung wird durch Beamte überwacht,
von Vereinen der Kesselbesitzer angestellt sind.
ißen hat 27 derartige Vereine, die übrigen Länder 11,
deutsche Reich also 38. Neben Kesseln der Mit-
er können auch sonstige in Privatbesitz befindliche
sel geprüft werden. Durch die Überwachung von
zügen, elektrischen Anlagen und Kraftfahrzeugen ist
Wirkungsbereich der Dampfkessel-Überwachungs-
ine inzwischen erheblich erweitert worden. Der
t läßt seine eigenen Kessel durch Staatsbaubeamte
wachen, und endlich haben Besitzer großer Kessel-
gen, die als zuverlässig gelten, das Recht, durch
ne Beamte die vorgeschriebenen Untersuchungen vornehmen zu lassen. Ein etwas buntes Bild, aber die Erfahrungen haben gelehrt, daß die in weitem Umfange vorgesehene eigene Verantwortung der Besitzer hinreichender Ansporn zu gewissenhaftester Durchführung der staatlichen Vorschriften ist. Kein Grund ist erkennbar, warum bewährte Einrichtungen geändert werden sollen

Betriebliche Maßnahmen

Wie der Staat die Verpflichtung erfüllt, Gefahren für das Leben seiner Angehörigen abzuwehren, zeigten uns die bisherigen Betrachtungen; wie die Betriebe selbst in diesem Sinne wirken können und wirken, soll im folgenden untersucht werden. Es ist das schöne Vorrecht des Ingenieurs und des Unternehmers, daß er, wie kaum ein andrer Beruf, mit dem schaffenden Mann am Schraubstock in unmittelbare enge Berührung kommt, mit ihm gemeinsam für dasselbe Ziel — wirtschaftliche Gütererzeugung — arbeitet. Aus dieser engen Bindung erwächst gleichzeitig dem Ingenieur die Verpflichtung, das kostbarste Gut, die menschliche Arbeitskraft, pfleglich zu behandeln, die Verantwortung, Schäden und Gefahrenquellen zu beseitigen, die Aufgabe, mit den übrigen Werkangehörigen gemeinsam an einer Steigerung der Sicherheit im Betriebe zu arbeiten.

Maschinenschutz

Die nächstliegende Arbeit war und ist noch heute, die Maschine unfallsicher zu gestalten. Wohl wird meist die Gefahr, die hier lauert, überschätzt. Die Statistik

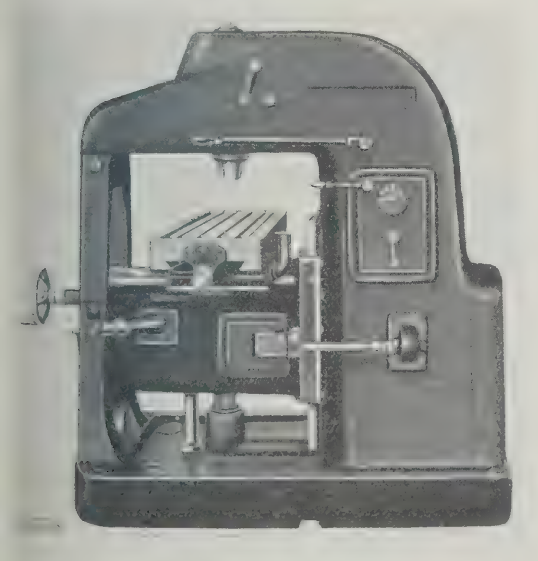


Abb. 5
Senkrechtfräsmaschine.

Antrieb und sämtliche Getriebe sind im Innern der Maschine untergebracht.

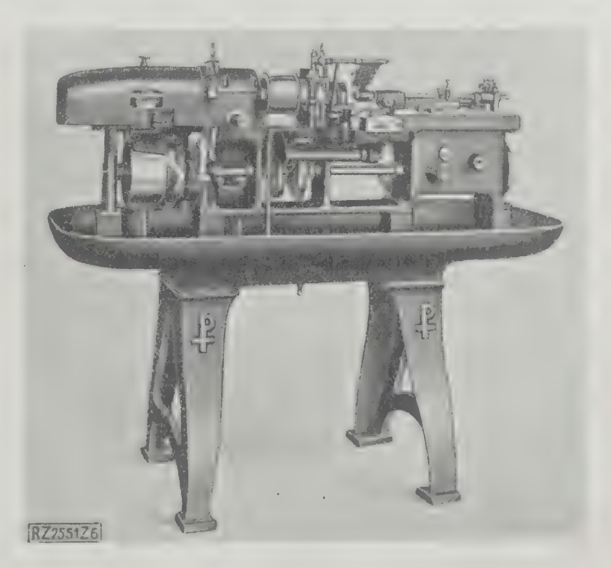


Abb. 6
Form- und Schraubenautomat.

Schutz der Übertragungen des Antriebs auf Schaltungen und Werkzeuge.

lehrt, daß heute nur noch 25 vH aller Unfälle an Maschinen auftreten, und doch ist es wichtig, gerade bei diesen besonders umsichtig zu Werke zu gehen. Maschinenunfälle wirken begreiflicherweise stärker als alles andre auf die Seele des Arbeiters ein. Sie sind anderseits in den meisten Fällen durch Einbau guter Schutzvorrichtungen zu vermeiden. Die Arbeitsgemeinschaft für Unfallverhütung, vom Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten, den Berufsgenossenschaften, Gewerbeaufsichtsbeamten, Gewerkschaften und Betriebsingenieuren gegründet, hat zunächst den Maschinenschutz aufgegriffen. Ein im Auftrage dieser Arbeitsgemeinschaft herausgegebenes Buch faßt alle wichtigen Unfallverhütungsvorschriften für den Bau von Maschinen und Apparaten zusammen[1]). Wichtig ist, daß auf die Hersteller der Maschinen eingewirkt wird, damit sie schon beim Entwurf auf die Sicherheit der Bedienung Rücksicht nehmen. Ein einwandfrei wirkender Schutz soll nicht nachträglich angebaut, sondern als ein wesentlicher Teil der Konstruktion neben dem Sachzweck vom Erbauer durchdacht und eingebaut werden. Angehängte Verkleidungen werden erfahrungsgemäß gar zu leicht vom Arbeiter abgenommen. Zu fordern ist namentlich auch, daß eine Schutzvorrichtung nicht bei der Arbeit behindert, sonst ist der Anreiz zum Entfernen dadurch schon gegeben. Gute Beispiele unfallsicherer neuzeitlicher Werkzeugmaschinen zeigen Abb. 3 bis 6.

Wer unsere deutschen Werke kennt, weiß, wie von allen im Betriebe Tätigen unablässig daran gearbeitet wird, die Sicherheit der Maschinen zu erhöhen. Ein besonders wohlgelungenes Beispiel einer solchen Verbesserung zeigt Abb. 7. Bekannt ist, daß Fingerverletzungen in Stanzereien recht häufig vorkommen. Im vorliegenden Fall[2]) handelt es sich um das Stanzen von dünnen Blechen, die schon mit gestanzten Durchbrüchen versehen sind und in einem zweiten Arbeitsgang weiter gestanzt werden sollen. Da aus geldlichen Gründen Ersatz der stehenden

[1]) „Der Maschinenschutz", herausgegeben vom Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten, Berlin 1926.

[2]) s. *Ludwig*, „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) S. 1125.

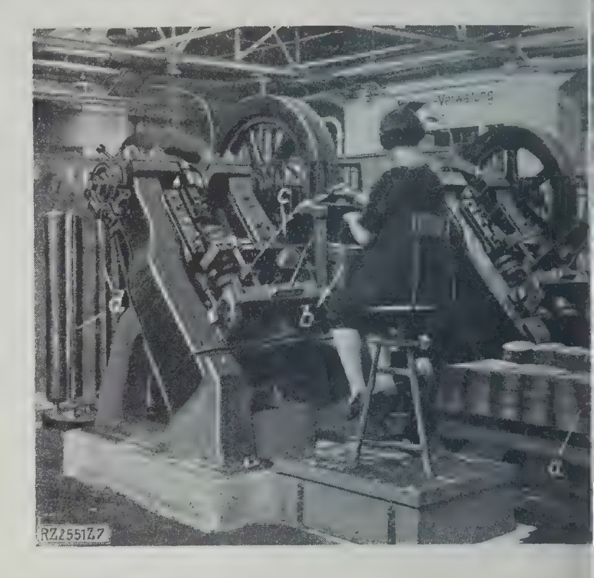


Abb. 7
Durch Aufsetzen auf schrägen Sockel und Vorbau ein[er] Rutsche unfallsicher gemachte Stanze.

Die auf Karren angefahrenen Bleche *a* werden der Arbeiteri[n] handgerecht zugelegt (*b*), gleiten auf der Rutsche *c* zum Stanz[-] stempel und werden von dort zum Stapel *d* geführt.

Exzenterpressen durch schwenkbare nicht in Frage [kam,] hat man die Pressen auf einen schrägen gußeise[rnen] Unterbau gesetzt. Eine vorgebaute Rutsche *c* macht [es] der Arbeiterin unmöglich, mit den Händen unter [den] Stempel zu kommen. Die Bleche werden einzeln oben [auf] die Rutsche gelegt, gleiten zum Stempel, der Abfall [fällt] unten durch, und das fertige Stück wird durch Able[...] und Förderband über ein Zählwerk zum Stapel gef[ührt.] Diese Einrichtung bietet nicht nur wirksamsten Sch[utz,] sondern gestattet gleichzeitig, Leistung und Verdienst [der] Arbeiterin zu erhöhen. [...] treffliches Beispiel, [...] gedankliche Durcha[...] tung zwei wichtige [Be-] triebzwecke durch A[nde-] derung vorhandener [Ma-] schinen erreichen läß[t.]

Unfallverhütun[gs-] vorschriften u[nd] -bilder

Sehr viel schwere[r ...] sichere Maschinen zu b[...] ist es aber, Unfälle im [Be-] triebe zu verhüten, [...] ohne Einfluß von Ma[schi-] nen entstehen. Aus e[...] früher üblichen Zu[sam-] menstellung von Un[fall-] ursachen kann man [...] nehmen, welcher [...] solche Unfälle sind. [...] Zahlentafel 1 ist gl[eich-] zeitig angegeben, in [wel-] chem Umfang bei ei[nzel-] nen Berufsgenossens[chaf-] ten einige der am [mei-] testen verbreiteten Un[fall-] ursachen zu erstmal[iger] Entschädigung geführt [ha-] ben. Die hier mitgete[ilten] Zahlen[3]) lassen erken[nen,] wie außerordentlich [ver-] schieden in den einze[lnen] Gewerben die vorh[err-] schenden Unfallursa[chen] sind. Man kann hie[r ...]

[3]) Amtliche Nachrichte[n ...] Reichsversicherung, Berlin [...]

Zahlentafel 1
Die häufigsten Unfallursachen in einigen gewerblichen Berufsgenossenschaften.
Erstmalig entschädigte Unfälle 1926 (Zahlen absolut und in Hundertteilen).

Betriebseinrichtungen und Vorgänge, bei denen sich die Unfälle ereigneten: Motoren, Transmissionen u. Arbeitsmaschinen	Zusammenbruch, Einsturz, Herabod. Umfallen von Gegenständen	Fall von Leitern, Treppen usw., aus Luken usw., in Vertiefungen, auf ebener Erde	Auf- u. Abladen m. d. Hand, Heben, Tragen usw.	Fuhrwerk (Überfahren, Absturz usw. von Wagen u. Karren all. Art)	Eisenbahnbetrieb (Überfahren usw.)	zehn weitere Ursachen zusammen	Gesamtzahl	Berufsgenossenschaften
402	**3827**	906	820	314	1970	**2101**	10 340	Knappschafts-B.-G.
3,9	37	8,7	7,9	3	19	20,5	100	
315	171	240	155	45	117	514	1 557	Hütten- und Walzwerks-B.-G.
20,2	11	15,4	10	2,9	7,5	33	100	
596	183	282	174	104	19	485	1 843	Maschinenbau- u. Kleineisenindustrie-B.-G.
32,3	9,9	15,3	9,4	5,6	1	26,5	100	
290	144	158	195	41	39	400	1 267	Nordwestliche Eisen- und Stahl-B.-G.
23	11,5	12,4	15,4	3,2	3,1	31,4	100	
117	164	138	35	107	**167**	125	853	Ziegelei-B.-G.
13,7	19,2	16,4	4,1	12,5	19,5	14,6	100	
343	149	**383**	228	148	114	646	2 011	B.-G. der chemischen Industrie
17,1	7,4	19,1	11,3	7,4	5,7	32	100	
139	22	77	27	28	5	62	360	Norddeutsche Textil-B.-G.
38,6	6,1	21,4	7,5	7,8	1,4	17,2	100	
1047	189	302	174	115	10	276	2 113	Norddeutsche Holz-B.-G.
49,5	8,9	14,3	8,2	5,4	0,5	13,2	100	
68	180	**297**	87	57	35	231	955	Bayrische Baugewerks-B.-G.
7,1	18,8	31,1	9,1	6	3,7	24,2	100	
31	40	59	187	**486**	12	149	964	B.-G. für gewerbsmäßige Fahrzeughaltungen
3,2	4,1	6,1	19,4	50,5	1,2	15,5	100	
77	237	347	**949**	158	301	373	2 442	Tiefbau-B.-G.
3,2	9,7	14,2	38,8	6,5	12,3	15,3	100	



Abb. 8
Als ungeeignet beurteiltes Unfallverhütungsbild.



Abb. 9
Als günstig beurteiltes Unfallverhütungsbild.

ermessen, daß es nicht annähernd so leicht ist, ehrmaßnahmen zu ergreifen gegen einen in so ältiger Gestalt drohenden Feind wie gegen die hin- hergehenden oder sich drehenden Teile einer Ma- ne. Jede Berufsgenossenschaft hat ihre Erfahrungen Zusammenstellung von Vorschriften verwertet. Sie alten alles Wissenswerte, haben aber wenig Wirkung, sie von denen, für die sie bestimmt sind, nicht ge- werden.

Nach amerikanischem Muster hat die Unfallverhütungs- G. m. b. H. beim Verband der deutschen Berufgenos- chaften in den letzten Jahren bildliche Darstellungen Unfällen geschaffen. Sie greifen einen Einzelfall her- schildern die Folgen von Unachtsamkeit und Ver- en gegen die Vorschriften, oder zeigen die Möglichkeit Abwehr. Sicher ist, daß diese Art der seelischen Be- lussung eher zu Erfolgen führt als die nüchterne Auf- ung von Maßregeln in den gedruckten Vorschriften. wendig ist allerdings, daß die Bilder, wenn sie nützen n. in ständigem Wechsel und nicht in großen Mengen iner Stelle aufgehängt werden, sonst erlahmt die Auf- ksamkeit sehr bald.

Um bei den vielfach sich widersprechenden Ansichten igstens einen Anhalt über die Bewährung der Unfall- r zu gewinnen, hat die Arbeitsgemeinschaft deutscher iebsingenieure eine Rundfrage unter ihren Mitarbeitern den verschiedensten Industriezweigen veranstaltet. Das ebnis war, daß zwar große Abweichungen in der Be- ilung einzelner Bilder bestehen, daß aber über einige itige Hauptfragen doch Übereinstimmung herrscht. übereinstimmend wurden z. B. blutrünstige und uerliche Darstellungen abgelehnt. Sie sind inzwischen ausgemerzt worden. Abb. 8 und 9 zeigen zwei Bil- von denen das erste überwiegend als ungeeignet, das te günstig beurteilt ist.

Den Unfallbildern in der beabsichtigten Wirkung recht ähnlich sind Aufschriften an Hausecken, Gleiskreuzungen, Wänden, Kranen oder Fahrzeugen. Das Stahlwerk Hoesch hat die Wirkung der Bilder gesteigert durch Verwendung von Glasbildern, durch die der Nachtschicht beim Betreten des Werkes die Mahnung zur Vorsicht auf die weiße Wand geworfen wird.

Unfallstatistik

Der Betriebsmann, der die Notwendigkeit der Unfallverhütung begriffen hat, wird gut tun, sich, wie bei andern Aufgaben, so auch hier zunächst einen Überblick über den bestehenden Zustand zu verschaffen. Er wird also versuchen, aus den Unfällen der Vergangenheit die Abwehrmittel für die Zukunft abzuleiten. Hierzu dient ihm die Unfallstatistik, und wenn eine solche nicht vorhanden oder unzureichend ist, so muß seine erste Aufgabe sein, sich eine den Bedürfnissen seines Werkes angepaßte Aufzeichnung anzulegen. Vielerlei Vorschläge sind hier schon gemacht. Die Berufsgenossenschaften legen seit Jahren Zusammenstellungen des reichen Zahlenmaterials an, das ihnen durch ihre Aufsichtsbeamten und durch die Unfallmeldungen laufend zufließt Für die Werke selbst aber sind diese Statistiken weniger geeignet, sie litten bislang namentlich an dem Mangel, daß die Unfälle wohl gezählt, aber nicht gewertet wurden.

Die Amerikaner haben zuerst damit begonnen, Unfallhäufigkeit und Unfallschwere gesondert zu erfassen. Im ersten Falle beziehen sie die Zahl der Unfälle, im zweiten die versäumten Arbeitstunden auf einen bestimmten Lohn- oder Arbeitzeitraum. Sie sind auch noch weiter gegangen und haben den Geldwert der Unfälle zu ermitteln versucht, wobei sie beispielsweise einen tödlichen Unfall mit 24 000 $ bewerten. So weit braucht man nicht zu gehen. Sicher ist aber, daß eine mit einigem Nachdenken und mit ausreichender Sorgfalt angelegte Sammlung und Sichtung

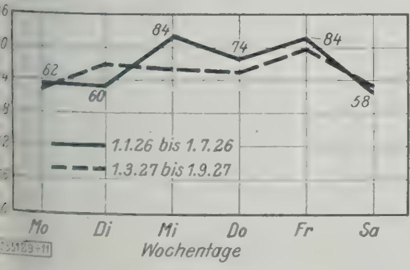


Abb. 10
Unfallhäufigkeit in Abhängigkeit vom Wochentag.

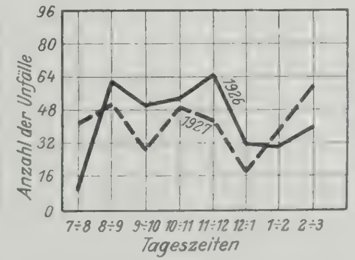


Abb. 11
Unfallhäufigkeit in Abhängigkeit von der Tageszeit.

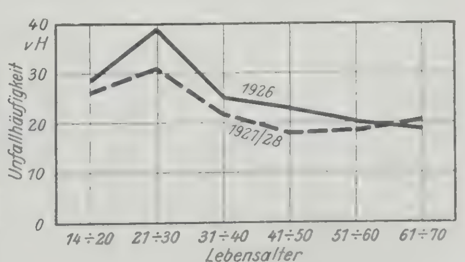


Abb. 12
Unfallhäufigkeit in Abhängigkeit vom Lebensalter.

aller Unfallzahlen recht beachtliche Ergebnisse zeitigt und wertvolle Schlüsse zuläßt. Der Betriebsmann muß wissen, bei welcher Art von Tätigkeit oder in welchen Werkabteilungen oder an welchen Maschinen und Einrichtungen erfahrungsgemäß die meisten Unfälle eintreten. Dort muß er zuerst Hand anlegen, wenn er die Sicherheit seines Betriebes bessern will. Er muß wissen, welche Folgen die Unfälle nach sich ziehen, und er wird dort zuerst eingreifen, wo die schwersten Unfälle auftreten. Es wird ihm weiter wertvoll sein, zu erfahren, an welchen Wochentagen, zu welchen Tageszeiten Unfälle sich häufen, welche Lebensalter besonders gefährdet erscheinen. Abb. 10 bis 12 bringen einige Beispiele solcher Untersuchungen, die bei der Firma A. Borsig, Tegel, durchgeführt worden sind. Sie sollen nicht ihrer Ergebnisse wegen wiedergegeben werden, die von besondern Umständen beeinflußt sein mögen; sie sollen nur zeigen, welche Feststellungen nützlich sein können, und sollen zu ähnlichen Arbeiten anregen. Bemerkenswert ist immerhin, daß z. B. unter den Wochentagen der Montag durchaus nicht, wie vielfach vermutet wird, besonders unfallschwer ist. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem, was auch an andern Stellen ermittelt ist. Daß junge Leute im Lebensalter von 20 bis 30 Jahren stärker der Unfallgefahr ausgesetzt sind als ältere, wird niemanden überraschen. Sehr beachtlich ist aber wiederum, was Abb. 13 zeigt, daß nämlich nach den Ermittlungen von *Bitter*[4]) im Stahlwerk Hoesch 45 vH aller Unfälle den Arbeitern zustoßen, die weniger als 60 Tage im Werke tätig sind. Dieses eine Ergebnis schon ist von großem Wert. Es gibt den Werken die Lehre, den Arbeiterwechsel mit allen verfügbaren Mitteln hintan zu halten, eine Forderung, die übrigens auch aus anderm Grunde jeder vernünftige Betriebsmann stellen wird.

Mag man sich zur Statistik stellen wie man will, Unfallverhütung ohne Statistik kann nur in sehr beschränktem Maße zum Ziele führen. Jeder Leiter eines Werkes sollte sich bemühen, so schnell wie möglich, wenn auch in einfachster Form, sein eigenes Unfallmaterial zu verarbeiten. Nach welchen Regeln er hierbei vorgeht, ist zunächst gleichgültig. Kann er die bewährten Einrichtungen von Nachbarwerken als Vorbild verwenden, dann hat er den Vorteil, daß seine Zahlen nicht nur mit den eigenen Zahlen früherer Jahre, sondern gleichzeitig mit denen andrer Werke vergleichbar werden. Der große Wert von Betriebsvergleichen wird sich auch in der Unfallverhütung bald bemerkbar machen.

Belehrung und Zusammenarbeit

Wertvoller als alle andern Arbeiten ist ohne jeden Zweifel, wenn es gelingt, der ganzen Belegschaft des eigenen Betriebes den Geist gemeinsamer Verantwortlichkeit für die Sicherheit einzupflanzen. Vom Werkleiter bis zum jüngsten Lehrling müssen alle den festen Willen haben, nicht nur sich selbst zu schützen, sondern vor allem auch den Kameraden. Mit der Aufklärung und Erziehung zu dieser Gesinnung, die von wahrem Menschentum geleitet werden muß, ist zu beginnen bei den jungen Menschen, die von der Schulbank her in den Betrieb kommen, um hier ihre Ausbildung für die Arbeit des Lebens zu empfangen; wenn verständige Lehrer und Meister ihnen das Verständnis dafür einzuhämmern vermögen, wie wertvoll ein Menschenleben ist und wie schnell es durch Unvorsichtigkeit oder Nachlässigkeit ausgelöscht sein kann, dann wird in der Zukunft die Sicherheit in unsern Betrieben besser sein als heute.

Neben der Anleitung der Jugendlichen muß verstärkte Sorgfalt auf das Anlernen der Neulinge verwandt werden, damit sie schnellstens im Betrieb heimisch werden, die Gefahren kennen und vermeiden lernen. Auch die älteren Arbeiter und die Meister werden von Zeit zu Zeit über die notwendigen Maßnahmen zur Unfallverhütung zu belehren sein. Heranziehung der Arbeiterschaft zur Mitwirkung, Bildung von Sicherheitsausschüssen, Beteiligung des Betriebsrates an den Untersuchungen sind Mittel zur Ausbreitung des richtigen Verständnisses. Alle im Werke müssen erkennen, daß es sich hier um eine Aufgabe handelt, wo es keinen Unterschied gibt zwischen Arbeitgeber

[4]) „Stahl und Eisen" Bd. 48 (1928) S. 1193.

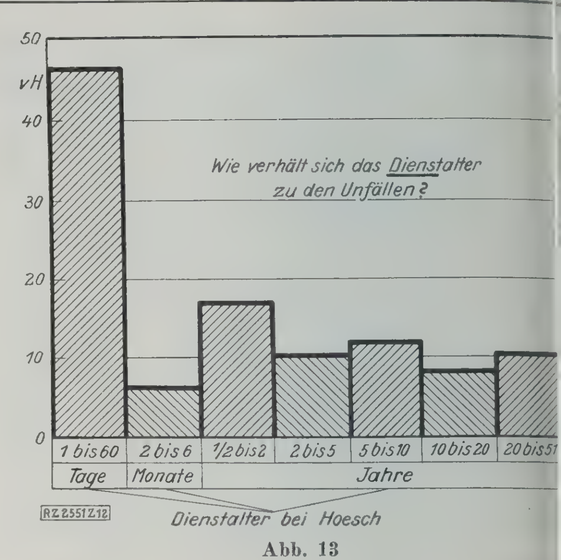


Abb. 13
Verhältnis des Dienstalters zur Zahl der Unfälle.

und Arbeitnehmer, zwischen Hand- und Kopfarbeiter, [zwi]schen Kapital und Arbeit. Über allen Arbeiten, die [der] Sicherheit im Betrieb gelten, steht das eine Wort: [„Zu]sammenarbeit"! [B 25[...]

Über die Haltbarkeit von Thermoelement[en] im Betrieb

Um zu untersuchen, welche Art von Drähten (aus edlen Metallen oder Legierungen) sich am besten zu baren und alterungsfreien Thermoelementen eignen, h[aben] *H. Lent* und *F. Kofler*[1]) Chronindrähte mit folgenden [Drah]ten andrer Legierungen gepaart:

1. Chronin-Konstantan, 2. Chronin-V2A-Stahl, 3. Chronin-NCT 3, 4. Chronin-Cekas, 5. Chronin-Nick[el]

Die Zusammensetzung der Drähte ist folgende:

		Ni	Cr	Mn
Chronin	vH	83,7	14,7	—
Konstantan . . .	„	43	—	—
V2A	„	8	15,7	—
NCT 3	„	17,5	37,6	0,48
Cekas	„	59,7	11,2	2
Nickel	„	98,9	—	—

Festgestellt wurde die Haltbarkeit dieser Thermoelen[...] in Kokereiflammengasen und in Gichtgas-Flammengasen[...] bei die Schenkel ungeschützt den Gasen ausgesetzt waren[...] ergab sich, daß die Alterung (d. h. Nachlassen der The[rmo]kraft) und die Zerstörung in Kokereigasen im allgeme[inen] schneller verlaufen als in den Abgasen aus der Ver[bren]nung von Gichtgas. Als empfehlenswerte Zusammenstel[lung] kann nach den vorliegenden Versuchen Chronin-C[...] gelten, die allerdings oberhalb 800 ° eine verhältnism[äßig] geringe Empfindlichkeit aufweist; hierbei ist beim Gl[...] in Gichtabgasen kein Altern festzustellen. Eine genüg[ende] Haltbarkeit zeigen sowohl in Kokereigas als auch in G[icht]gasen Chronin-Nickel-Elemente, die sich bis zur Temper[atur] von 1100 °C als brauchbar erwiesen.

Die Ursache für das verschiedene Verhalten in Kok[erei]gas oder auch Gichtgas-Feuergasen konnte trotz der [aus]gedehnten metallographischen Untersuchungen nicht [ein]deutig festgelegt werden. Der Grund für die Alteru[ngs]erscheinung liegt jedoch nicht in einer Widerstandsände[rung] des geglühten Elementes.

Bei dieser Gelegenheit sei auf eine Arbeit von *F.* [...]*mann* und *A. Schulze*[2]) hingewiesen, die in der Physikal[isch-]Technischen Reichsanstalt ausgeführt ist. Hier sind an [einer] großen Reihe von Thermoelementen aus unedlen Le[gierungen] Dauererhitzungen vorgenommen und die Änderung der T[her]mokraft bei verschiedenen Temperaturen beobachtet wo[rden]. Dabei haben sich Elemente, deren einer Schenkel aus Ch[rom]nickel (verschiedener Zusammensetzung) besteht, [...] Kohle-Nickel-Elemente gut bewährt. Die Empfindlic[hkeit] sowohl wie die Thermokraft waren groß. Die The[rmo]elemente konnten teilweise bis 1000 ° und 1200 °C bei [...]geren Beanspruchungen benutzt werden.

Berlin [N 2623] *A. Schu*[...]

[1]) Vergl. Archiv f. d. Eisenhüttenw. Bd. 2 (1928/29) S. 173; [...] und Eisen" Bd. 48 (1928) S. 1473.
[2]) Vergl. ETZ B. 41 (1920) S. 427.

Staubexplosionen

Von Obering. R. LOCH, Berlin

Vorgetragen im Fachausschuß für Staubtechnik beim Verein deutscher Ingenieure
am 10. Oktober 1928

Beim Auftreten von Staubexplosionen wirken drei Dinge zusammen: der brennbare Staub, dann Luft, d. h. der darin enthaltene Sauerstoff, sowie irgendeine Kraft, die als Zündmittel wirkt. Die Verhütung läuft also darauf hinaus, eine dieser drei Ursachen zu vernichten oder ihr Entstehen zu verhindern. Mittel und Wege hierfür werden angegeben.

; Schrifttum über Staubexplosionen war bis in die üngste Zeit hinein außerordentlich spärlich. Erst etzten zwei bis drei Jahre haben zwei Sonder'ten über diesen Gegenstand gebracht, das amerikche Buch von *Price* und *Brown* und die Schrift von *Beyersdorfer*. Die *Beyersdorfersche* Schrift ist zwar zer umfangreich als die von *Price* und *Brown*, sie ist sehr lehrreich und im Aufbau des Stoffes vorch.

lles, was vorher gewesen ist, liegt in den verschieen Fachschriften zerstreut und ist schwer auffind- Unter den älteren Arbeiten ragt eine hervor, die it des ehemaligen Professors an der Techn. Hoche Charlottenburg, *Weber*. Wenn von Staubexplon die Rede ist, wird man seine Arbeiten nicht um1 können.

Vor etwa 50 Jahren wurden die Wesermühlene zu Hameln a. W. durch eine Staubexplosion bis die Grundmauern zerstört. Der damalige Besitzer Wesermühlenwerke veranlaßte *Weber*, Untersuchuniber Staubexplosionen anzustellen. Die Untersuchun*Webers* umfaßten die Staubarten organischen Urigs, die wir gemeinhin Mehl nennen, also die aus Gräsergewächsen Roggen, Weizen usw. stammenden. tellte nur

unteren Explosionsgrenzen für Luft-Staub-Gemische

und war ein äußerst genauer Beobachter, denn seine en sind heute noch gültig und neuere Untersuchunhaben sie voll bestätigt. Das ist um so verwunderr, als *Weber* mit den einfachsten Mitteln arbeiten e und es durchaus nicht leicht ist, homogene Luft-Gemische herzustellen, die für Versuchszwecke lich sind. Einige Ergebnisse der Untersuchungen *ers* seien hier wiedergegeben.

Er hat festgestellt, daß 23 g entzündbaren Weizenstaubes in 1 m³ Luft verteilt sein müssen, um ein osionsfähiges Gemisch zu erzielen, dabei darf der sergehalt des Staubes 11 vH nicht übersteigen. Bei enmehlstaub liegen die Werte bei dem gleichen sergehalt, je nach der Beschaffenheit des Roggenes, zwischen 20 und 27 g. Gerstenstaub muß zu m³ Luft vorhanden sein. Gerste in der Form von aber nur zu 20 g. Erbsenmehl zeigt mit 35 g den ten Bestandteil an Staub für die untere Explosgrenze. Der Wassergehalt darf bei Gersten-, Malz- Erbsenstaub 9 vH nicht übersteigen.

Bei diesen Zahlen fällt der erhebliche Unterschied chen Gerstenstaub in Naturform und in Malzform bei hem Wassergehalt auf. Darauf werde ich später zurückkommen.

Was es aber bedeutet, Luft-Staub-Gemische mit Staubten wie die genannten zu haben, mag daraus hervor-, daß der allerdichteste Nebel höchstens einen Bruchder aufgeführten Gewichtsmengen an feinverteiltem ser in 1 m³ Luft aufweist. Man kann daran ermessen, die Luft aussehen muß, die 20 bis 35 g/m³ Staub ndwelcher Art trägt. Derartige Luft gibt es in den itsräumen unserer Industrien nicht, aber innerhalb Maschinen: der Mahl-, Sicht- und Mischmaschinen, Filter und Staubsammler, Rohrleitungen usw. der chiedensten Industrien ist sie vorhanden.

Man muß allerdings davor warnen, alle diese Zahlen als unbedingt feststehend anzunehmen. Bei Luft-Gas-Gemischen, deren Explosionsvorgänge eine große Ähnlichkeit mit den Vorgängen bei Staubexplosionen haben, ist es bekannt, daß die Form des Versuchsgefäßes oder -raumes einen wesentlichen Einfluß auf die Explosionsgrenze ausübt. Ob auch diese merkwürdige Erscheinung auf Staubexplosionen zutrifft, ist bisher nicht nachgewiesen, dürfte jedoch bei der Ähnlichkeit der Explosionsvorgänge anzunehmen sein.

Weinmann hat festgestellt, daß die untere Explosionsgrenze für Zuckerstaub bei weniger als 72 g/m³ Luft liegt, die obere Grenze bei über 4,5 kg/m³. Außerdem stellte er für verschiedene Saarkohlen frischen Abbaues die untere Grenze bei 258 bis 344 g/m³ fest, dagegen sank die Gewichtmenge auf 172 bis 215 g/m³ nach zwanzigtägiger Lagerung der Kohlen. Von andrer Seite werden diese Zahlen bestritten oder angezweifelt. Die Unterschiede verschiedener Untersuchungsergebnisse erklären sich wohl aus der Schwierigkeit, gleichartige Luft-Staub-Gemische für den Versuch herzustellen.

Versuche, die *Bauer* mit Aluminiumstaub unternommen hat, ergaben als untere Explosionsgrenze, wenn sich Luftgewicht und Staubgewicht wie 1 : 3 verhalten.

Für die oberen Explosionsgrenzen fehlen vollkommen sichere Zahlen, dort, wo das Gemisch durch Staubübersättigung wohl noch brennbar, aber nicht mehr explosibel ist.

Die Lücke versuchte Dr. *Jaeckel* auf rechnerische Art auszufüllen, indem er der Überlegung stattgab, daß die obere Explosionsgrenze durch den beschränkten Sauerstoffgehalt eines Explosionsraumes bedingt ist und dieser bestimmte Sauerstoffvorrat auch nur der Verbrennung einer bestimmten Staubmenge dienen kann. Auf dieser Grundlage hat Dr. *Jaeckel* allgemeingültige Formeln für die Berechnung des Grenzwertes entwickelt.

Jeder feste Stoff kann in die Staubform übergeführt werden. Staub kann ungewollt als lästiges Nebenerzeugnis bei Zerkleinerung fester Körper auftreten, er kann aber auch das gewollte Endergebnis einer Fertigung sein. In allen Fällen aber kennzeichnet die Feinheit der Teilchen den Staub. Die Staubteilchen haben eine im Vergleich zu ihrem Volumen große Oberfläche, und das Verhältnis der Oberfläche zum Volumen wächst mit der Feinheit der Teilchen. Durch immer weitere Zerkleinerung der Teilchen wird die Oberflächensumme der Teilchen stark gesteigert.

In dieser Vergrößerung der Oberfläche liegt aber eine wesentliche Ursache für die Explosionsfähigkeit und Empfindlichkeit eines Luft-Staub-Gemisches. Jede Oberfläche hat die Eigenschaft, das sie umgebende gasförmige Mittel zu absorbieren. Da nun die Gesamtheit der feineren Staubteilchen bei gleichem Gewicht eine größere Oberfläche darstellt als gröbere Teilchen, so wird auch eine größere Menge des den Staub umspülenden Gases adsorbiert. Die Aufnahme eines Gases von Stoffen, die adsorbieren können, hängt hauptsächlich von der Wesensart des Gases selbst ab. Für Staub kommt fast stets nur atmosphärische Luft in Betracht. Der Sauerstoff der Luft aber läßt sich eher verdichten als der Stickstoff; daher dürfte auch eine größere Menge Sauerstoff als Stickstoff von den Staubteilchen aufgenommen werden, wodurch die Explosionsfähigkeit erhöht wird.

Die Entzündungstemperatur des feineren Staubes liegt zum Teil niedriger als die des gröberen. Nach *Stockmeier* hat Aluminiumbronzepulver eine Entzündungstemperatur von 480 bis 490 °, dagegen der feinere Staub aus Aluminiumschliff eine Entzündungstemperatur von nur 230 °. Ganz allgemein kann also gesagt werden, daß

mit der Feinheit der Staubteilchen auch die Empfindlichkeit, also auch die Gefährlichkeit des Gemisches wächst.

In diesem Zusammenhang muß noch die mechanische Mischung des Staubes mit der Luft betrachtet werden, oder, anders gesagt, der Abstand der Staubteilchen voneinander ist von Bedeutung. Die dichteste Zusammenballung des Staubes ist vorhanden, wenn der Staub in Schichten oder Haufen lagert. In dieser mechanischen Lagerung der Staubteilchen zueinander ist eine Explosionsmöglichkeit nicht gegeben. Mit dem Wachsen des Teilchenabstandes wird der Staub lockerer, und langsam werden die Teilchen in die Luft schwebend übergehen. Es wird ein Punkt der Konzentration erreicht, bei dem Entflammung eintritt und eine Explosion erfolgt. Bei weiterer Vergrößerung des Teilchenabstandes wird schließlich die Entflammbarkeit aufhören. Nur innerhalb dieser beiden Grenzen sind also Explosionen möglich.

Bei gleicher Staubkonzentration, aber verschiedener Teilchengröße, ist der Teilchenbestand im Luft-Staub-Gemisch der Teilchenlänge verhältnisgleich. Das bedeutet aber, daß kleinere Teilchen auch kleineren Abstand von einander haben und daß sich die Entzündung von Teilchen zu Teilchen leichter fortpflanzt, d. h. wiederum: die Empfindlichkeit des Gemisches wächst. Wird bei gleicher Staubkonzentration, also gleicher Gewichtmenge auf die Maßeinheit, der Teilchendurchmesser um das n-fache verringert, so steigt die Teilchenzahl in dritter Potenz, d. h. um n^3. Also auch so gesehen wächst die Gefahr mit der Feinheit der Teilchen.

Zündmittel bei Explosionen

Mag aber ein Luft-Staub-Gemisch aussehen, wie es will, es kann nicht zur Entzündung kommen, wenn nicht ein geeignetes Zündmittel, ein sogenannter „Initialimpuls" vorhanden ist. Dem Initialimpuls ist bei allen Explosionen eine außerordentliche Bedeutung beizumessen. Bei gewollten Explosionen unter Anwendung von Sprengmitteln liegen die Verhältnisse sogar so, daß man nicht ohne Grund gesagt hat, die Wirkung einer Explosion hänge mehr vom Zündmittel als vom Explosionsmittel ab. Auch sind die wirklichen Sprengmittel gegenüber den verschiedenen Zündmitteln verschieden empfindlich. Das gilt auch für Luft-Staub-Gemische, doch ist ihre größere oder kleinere Empfindlichkeit gegenüber den verschiedenen Zündmitteln nur wenig erforscht.

W ä r m e ,

namentlich dann, wenn sie einer unmittelbaren Wärmequelle entspringt, ist stets ein wirksames Zündmittel. Die offene Flamme eines Streichholzes, das offene Licht, eine zerspringende elektrische Birne, alles das sind sichere Zündmittel, wenn sie auf ein Staubgemisch von explosibler Eigenschaft treffen. Diese Wärmequellen haben alle eine Temperatur von über 500 °C; die Entzündungstemperatur der meisten Staubarten liegt aber unter diesem Wert.

E i s e n t e i l e ,

die bei Vermahlungen mit dem Mahlgut durch die Maschine gegangen und infolgedessen glühend geworden sind, sind nicht unbedingte Zündmittel. Es dürfte sogar richtig sein, zu sagen, daß kleine glühende Nägel und dergl. — von den Vermahlungsmaschinen zum Glühen gebracht — nur in den seltensten Fällen zünden. Sonst müßten Brände und kleine Explosionen innerhalb dieser Maschinen viel zahlreicher sein, denn kleine Eisenteile, wie Nägel und Schrauben, finden sich vielfach in jedem Mahlgut; es sind längst nicht überall Magnete den Mahlmaschinen vorgeschaltet, die für Entfernung der eisernen Beimengungen sorgen. Es scheint, daß die Aufnahmefähigkeit für Wärme bei kleineren, glühenden Eisenstückchen nicht groß genug ist, um die Zündung des lagernden Staubes und dann die Explosion des Luft-Staub-Gemisches hervorzurufen. Größere, glühende Metallstücke sind dagegen unbedingte Zündmittel.

Der m e c h a n i s c h e r z e u g t e F u n k e n ist für manche Luft-Staub-Gemische kein Zündmittel. Es ist beispielsweise möglich, ganze Funkenbündel, auf Schmirgelscheiben erzeugt, in ein explosionsfähiges Mehlstaubgemisch zu werfen, eine Zündung wird dadurch nicht erreicht.

Das Zündmittel aber, das für die Industrien, Produkte staubförmig sind oder die Staub weiter arbeiten, die größte Wichtigkeit erlangt hat, ist

d i e s t a t i s c h e E l e k t r i z i t ä t.

Sie ist in allen Betrieben als sogenannte R i e m e l e k t r i z i t ä t bekannt. Ist die umgebende Luft großem Feuchtigkeitsgehalt, dann findet ein un brochener Übergang der elektrostatischen Ladung i Atmosphäre statt. Ist jedoch die Luft trocken, so b sich ganz gewaltige Spannungen. Es finden dann ununterbrochen Entladungen statt, die die Form Funken annehmen können. Bei Versuchen hat ma Spannungen von 13 000 V künstliche Entladungen Riemens vorgenommen, die alle 20 s eine Funken von 2 bis 3 cm ergaben.

Die gleichen Erscheinungen wie bei Riementr finden sich auch bei Förderbändern, Becherwerkg und dergl. mehr. Bei allen diesen Triebwerken Riemen und Scheiben entgegengesetztpolig geladen. Riemenelektrizität ist eine dem Staub fremde La sie wird nur dann gefahrbringend, wenn der Ri innerhalb der Maschine läuft, wie das z. B. bei Bechergurten der Becherwerke der Fall ist.

Aber daneben treten e l e k t r o s t a t i s c h e S n u n g e n i n n e r h a l b d e r M a s c h i n e auf, die ständige Gefahrenquelle darstellen. Läßt man durc nicht geerdetes Metallrohr nur wenige Kilogramm mahlenen Zuckers durchrieseln, so sind bald Span gen von mehreren 1000 V meßbar. Derselbe Vor aber kann in jeder Maschine, die staubförmige S herstellt, verarbeitet oder weiterleitet, beobachtet we Bei feuchter Luft wird die erzeugte statische El zität so schnell in den freien Luftraum übergehen, das Vorhandensein statischer Elektrizität gar nich merkt wird.

Auch die Lage der Maschinen zur Erde wird in reichen Fällen eine stetige Ableitung ohne besonder gebrachte Erdung ergeben. Steht aber die Maschine liert oder laufen Wellen in guter Ölschicht im L so daß sie auch als isoliert gelten können, so wird die statische Elektrizität ansammeln, und die poten Energie wird stetig steigen bis zu dem Punkt, bei der Widerstand der umgebenden Luft gebrochen und die Entladung in Gestalt eines Funkens nach irg einem benachbarten nicht geladenen Körper hin vor geht. Die Funken können sich in schneller Folge laden, wenn statische Elektrizität in genügender M erzeugt wird. Auf diese Weise wird die statische trizität zum Zündmittel innerhalb der Maschinen denen explosible Luft-Staub-Gemische vorhanden Zahlreiche Explosionen und Brände sind einwandfrei diese Zündungsursache zurückzuführen.

Aber nicht alle statische Elektrizität wird durch Betrieb der Maschine erzeugt, sondern d e r S t s e l b s t ist Erzeuger. Jede Staubaufwirbelung, gleichgültig welcher Art der Staub ist, erzeugt stat Elektrizität auf den Staubteilchen und in der umgebe Luft. Ob durch Entladung dieser dem Staubgem selbst anhängenden Elektrizität Zündungen erfolgen nen, ist nicht mit Sicherheit nachweisbar. *Beyersd* hält die Zündungsmöglichkeit für sehr wahrschein die Amerikaner bejahen sie.

Aus eigener Erfahrung kann ich hierüber beric Eine Maschinenfabrik hat mich vor etwa ¾ Jahren sucht, ihr ein Gutachten über eine Schwefelstaube sion zu erstatten. Es hatten sich in einer von d Firma gelieferten Schwefelmahlanlage in kurzer etwa 40 Explosionen und Brände ereignet, die in mehr oder minder großen Schaden angerichtet ha Die Mahlanlage bestand aus einer Schlagkreuzm der der Schwefel in Stückform zugeführt wurde. der Schlagkreuzmühle förderte eine Förderschnecke gemahlenen Schwefel zu einem Becherwerk, das Mahlgut auf einen runden *Bunge*-Plansichter hoc Das abgesichtete Schwefelmehl wurde abgesackt, wäh die Übergänge durch eine zweite Schnecke zurück Schlagkreuzmühle gelangten, wo sie mit den Schw stücken zusammen wieder vermahlen wurden.

Offenes Feuer schied als Zündursache vollkommen da man jede Flamme ferngehalten hatte. Ferner es nicht wahrscheinlich, daß eine Zündung durch nteile, die in der Schlagkreuzmühle zur Glut geht worden waren, stattgefunden hätte; denn der An war ein starker Elektromagnet vorgeschaltet, der s mitkommende Eisenstückchen mit Sicherheit zuchalten konnte. Ferner war die Anlage so aufgestellt, eine stetige Ableitung statischer Elektrizität von den chinen gewährleistet erschien. Nun ist Schwefel ein echter elektrischer Leiter, aber Schwefel wird durch ung ungemein heftig elektrisch erregt, so daß anehmen ist, daß durch das Vermahlen und die Weiterlerung die Schwefelteilchen stark mit Elektrizität geladen worden waren, für die keinerlei Ableitung erhalb der Maschinenanlage vorhanden war. Deshalb t die Wahrscheinlichkeit vor, daß Entladungen aus Staubwolke selbst heraus die Zündungen hervorufen haben. Da die Anlage zerstört war, konnte eingehende Untersuchung nicht vorgenommen den.

Ich will das Kapitel über Zündmittel nicht schließen, e die pyrophoren Kohlen erwähnt zu haben. z. B. Holz der Einwirkung einer dauernden Wärmelle — Dampfheizung oder dergl. — ausgesetzt, so d es nach und nach äußerst stark porös und ist imnde, sehr große Mengen Sauerstoff in sich aufzuneh. Infolgedessen sinkt seine Entflammungstemperatur er Umständen bis auf 140° herab, so daß ein Zündtel eigener Art entstehen kann. Die vermehrte Aufme von Sauerstoff durch Wärmeeinwirkung ist auch andern organischen Stoffen möglich. Hier liegt auch cheinend der Schlüssel zur Erklärung des Unterschie in der Staubkonzentration für die untere Explosionsnze zwischen Gerstenstaub als Naturerzeugnis und rstenstaub in der Form von Malz. Durch die Einwirg der Wärme wird auf der Darre eine Vergrößerung Poren und damit eine vermehrte Sauerstoffaufnahme schaffen. Die Übersättigung an Sauerstoff hat dann e leichtere Entflammbarkeit des Staubes und ein Luftub-Gemisch von erhöhter Empfindlichkeit zur Folge.

Verhütung von Staubexplosionen

Nach den vorstehenden Ausführungen sind bei einem plosiven Vorgange wie bei jeder Verbrennung drei nge nötig, und zwar:

1. brennbarer Stoff, d. h. in unserem Falle Staub,
2. Luft, d. h. Sauerstoff und
3. ein Zündmittel, d. h. irgendeine Kraft, die als solches wirken kann, also elektrische oder Wärmeenergie.

s passende Zusammentreffen dieser drei Ursachen ert die Explosion. Fehlt eine Ursache, so ist eine Explon eine Unmöglichkeit. Die Verhütung von Staubexplonen läuft also darauf hinaus, einen dieser drei Faken zu vernichten oder seine Entstehung zu verhindern. ne vollständige Vernichtung eines dieser Faktoren rd zwar nicht gelingen, man kann seine Wirkung aber vermindern, daß die Gefahr gebannt wird.

Fernhaltung des Staubes

Überall, wo staubförmige Stoffe hergestellt werden ist ein wirtschaftliches Erfordernis, keinen Staub in Vert geraten zu lassen; ihn vielmehr restlos zu sammeln. i allen diesen Industrien sind auch deshalb meistens on Einrichtungen vorhanden, die zwar die Technologie r Fabrikation verlangt hat, die aber gleichzeitig die sammlung größerer explosibler Luft-Staub-Gemische rhindern. So hat z. B. jede bessere Getreidemühle in en ihren Teilen, einschließlich der Rohre und Förderschinen, eine Staubabsaugung. Ein ununterbrochener ftstrom zieht durch alle Maschinen, der die feinen und nsten Staubteilchen mitnimmt. Infolgedessen wird ein stsetzen dieses feinsten Staubes in den Maschinen und rdermitteln verhindert und die Gefahr auf ein Mindestß verringert. Der so abgesogene Staub wird zu einem ubsammler geführt. Als Staubsammler finden sich heute reinzelt noch sogenannte Staubkammern, die als explosionsgefährlich gelten müssen. Sie beherbergen große Mengen lagernden Staubes und große Luftmengen. Die Gefahr einer Explosion ist dabei stets gegeben. Die Beseitigung der Staubkammern ist geboten; an ihre Stelle sollten Filter treten. Auch sie bieten keine vollkommene Sicherheit, sind aber den Kammern weit vorzuziehen. Filter trennen den Staub von der Luft und führen ihn aus dem Filter hinaus. Das Verhältnis Luftmenge zu Staubmenge wird ungünstig, wodurch die Möglichkeit einer Explosion vermindert wird.

Eine wirksamere Bekämpfung der Gefahr mittels Staubentfernung kann bei den Staubarten vorgenommen werden, die lösbar sind. Das ist z. B. bei Zuckerstaub der Fall. Bei Kohlenstaub hat sich das sogenannte Gesteinstaubverfahren insofern bewährt, als es eine auftretende Explosion im Weiterschreiten verhindert.

Der Kampf gegen den Staub ist von Wichtigkeit, aber er führt nicht restlos zum Ziel, es muß hinzutreten der

Kampf gegen das Zündmittel.

In erster Linie muß das offene Licht aus Staubräumen heraus, nur elektrisches Licht mit sicherer Leitungsanlage ist zulässig. Das Hineingeraten von metallenen Fremdkörpern (Nägel usw.) in die Maschine muß durch Vorschalten starker Magnete verhindert werden.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, die statische Elektrizität als Zündmittel unwirksam zu machen. Es ist dabei verhältnismäßig leicht, die den Riemen, Wellen, Maschinen und Förderanlagen usw. eigene statische Elektrizität unschädlich zu machen. Zur Ableitung der Riemenelektrizität wird empfohlen, die Riemen mit Schleifkontakten zu versehen und zu erden. Oder es sollen in geringem Abstand vom Riemen und parallel zu ihm Kupferdrähte gezogen werden, die dann auch zu erden sind. Maschinen und Fördermittel sind zu erden, wenn ihre Aufstellung nicht sowieso schon Gewähr für stetige Ableitung bietet. Wellen, die isoliert liegen, oder durch die Ölschicht im Lager isoliert sind, sollen durch Schleifkontakte mit der Erde verbunden werden. Die amerikanischen Fachleute behaupten, daß durch diese und ähnliche Maßnahmen Feuer und Explosionen seit Jahren aus Betrieben verbannt sind, in denen früher diese Erscheinungen an der Tagesordnung gewesen sind.

Schwieriger ist es, die Elektrizität aus dem staubförmigen Erzeugnis selbst zu entfernen. Ein Teil wird durch Berührung mit geerdeten Maschinen im Verlauf der Fabrikation entzogen werden können. Aber die hauptsächlichste Gefahr liegt unmittelbar an der Zerkleinerungsstelle. Hier aber ist eine Ableitung meistens technisch nicht ausführbar. Könnte die Luft leitend gemacht werden, so wäre jede Gefahr beseitigt. Die Luft durch Befeuchtung leitend zu machen, ist bei fast allen Vermahlungen ein nicht gangbarer Weg. Wo es aber möglich ist, den Feuchtigkeitsgehalt der Luft verhältnismäßig hoch zu halten, sollte es auch geschehen, z. B. in der Textilindustrie.

Eine dritte Möglichkeit, Staubexplosionen zu verhüten, besteht in der

Fernhaltung des Sauerstoffes.

Die technischen Schwierigkeiten aber, die sich einer Entfernung oder einem Ausschluß der Luft in einem zusammenhängenden Maschinensatz entgegenstellen, sind außerordentlich groß. Eine vollständige Entfernung der Luft wäre allerdings nicht nötig, vielmehr würde eine Verringerung des Sauerstoffes um 50 bis 70 vH genügen, um eine Zündung zu verhindern.

Die Herstellung staubförmiger Waren in luftdichten Maschinen und unter inerten Gasen gäbe eine vollkommene Sicherheit, vorausgesetzt, daß das Erzeugnis nicht selbst Sauerstoff enthält. Aber auch hier besteht die Schwierigkeit der Dichthaltung.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß es mechanische Mittel gibt, die zwar keine Verhütung bedeuten, aber das Weiterschreiten einer Explosion wirksam bekämpfen. Die hauptsächlichsten Mittel dieser Art sind Siebe, die in Rohrleitungen eingebaut werden, und Klappen, die sich unter dem Druck der Explosionswelle öffnen und die Welle ins Freie leiten. [B 2191]

Das Unterpatent

Von Obering. R. Lüssenhop, Magdeburg

Ein Patent hat eine rechtliche, eine technische und eine volkswirtschaftliche Seite. In den mehr als 50 Jahren, die in Deutschland seit dem Erlaß des Patentgesetzes vergangen sind, haben die rechtliche und die technische Seite des Patentes feste Formen erlangt. Dagegen hat man sich mit der wirtschaftlichen Seite des Patentes und mit der Wirtschaftlichkeit des Patentwesens, d. h. mit der Frage, wie die Patente wirtschaftlich oder volkswirtschaftlich gewirkt haben, weniger befaßt. Daß eine Anzahl Patente eine große Rolle im Wirtschaftsleben und im Wirtschaftskampfe gespielt haben und noch heute spielen, ist bekannt. Über den Wert der Patente in ihrer Gesamtheit kann man sich an der Hand der Statistiken einen gewissen Aufschluß verschaffen.

Die Statistik über die Lebensdauer der Patente[1]) zeigt, daß im Durchschnitt der Jahre 1891 bis 1923 zu Beginn des 2. Patentjahres rd. 13 vH, zu Beginn des 3. Patentjahres rd. 34 vH und zu Beginn des 4. Patentjahres rd. 48 vH der Patente gelöscht, also fallen gelassen wurden.

Diese Zahlen beweisen, daß nach dem kurzen Lauf von drei Jahren im Mittel fast jedes zweite Patent verfällt. Rechnet man die Zeit von der Anmeldung bis zur Bekanntmachung oder Erteilung des Patentes, im Mittel ein bis zwei Jahre, ab, so bleiben als wirksame Dauer fast der Hälfte der erteilten Patente nur ein bis zwei Jahre, während die mögliche Laufzeit 15 bis 18 Jahre und bei kriegsverlängerten Patenten 23 Jahre betragen würde.

Vom Standpunkt der Volkswirtschaft aus sind somit für diese vorzeitig verfallenen Patente unnütze Arbeit und Kosten aufgewendet worden. Die Hälfte der Arbeit, die das Patentamt auf die Prüfung der Anmeldungen verwendet, ist für den Papierkorb bestimmt, da die Zahl der Patente, die während der ganzen Schutzdauer aufrecht erhalten werden, verschwindend klein ist, gegenüber den Patenten, die vor Ablauf der Schutzdauer erlöschen. Die Kommission des Deutschen Vereins für den Schutz des gewerblichen Eigentums hat schon anläßlich des Kongresses für den gewerblichen Rechtsschutz 1900 in Frankfurt a. M. erklärt:

„Die Durchschnittsdauer eines Patentes beträgt hiernach 4,9 Jahre (von 1877 bis 1898). Sicherlich sind an dem schnellen Verfall zum Teil die hohen Jahresgebühren schuld, zum größeren Teil aber unzweifelhaft die Tatsache, daß die Erfindungen sich in der Praxis nicht bewähren.

Hieraus aber folgt, daß die enorme, auf die Prüfung der Anmeldungen verwendete Arbeit zum überwiegenden Teil vergeblich ist. Weder die Erfinder noch das Publikum haben Interesse an den Irrwegen des Erfindungsgeistes, den überlasteten Beamten aber erwächst aus den stets wiederkehrenden Beobachtungen des schnellen Verfalles der Patente das niederdrückende Gefühl, daß sie immer und immer wieder unter Aufopferung ihrer Gesundheit für den Papierkorb arbeiten.“

Seit 1900 ist es in dieser Hinsicht nicht besser, sondern noch schlechter geworden. Auch das Ansehen der Reichsbehörde und der erteilten Patente wird dadurch nicht gefördert. Man kann nicht allgemein vom Wert der Patente sprechen, wenn sie nach so kurzer Zeit wertlos werden.

Volkswirtschaftlich ist es daher, diese kurzlebigen Patente in einen anderen Kanal zu leiten. Dieser Kanal soll die Erteilung von „Unterpatenten“ sein. Einen ähnlichen Vorschlag hat schon *v. Hefner-Alteneck* mit dem „Freipatent“ gemacht[2]). Es sollte eine Art Anmeldepatent gegenüber dem Prüfungspatent bedeuten. Dieser Vorschlag wurde abgelehnt „wegen der in bestimmten Kreisen verbreiteten Abneigung gegen Erleichterung in der Patenterlangung“.

Das jetzt vorgeschlagene Unterpatent soll, wie sein Name besagt, unter dem Patent stehen. Es soll, abgesehen von Förmlichkeiten, nicht geprüft werden und kann, genau wie ein Freipatent, jederzeit zu einem (wirklichen) Patent werden. Dagegen soll das Unterpatent kein positives oder negatives Recht bedeuten, sondern nur die Unterlage für ein etwa später zu erlangendes Patent bilden mit dem Hauptmerkmal, daß es die Priorität oder den Anmeldetag sichert.

Das Unterpatent soll also die amtliche Bescheinigung für die Niederlegung einer möglichen Erfindung sein, die den Anmelder berechtigt, ein Patent zu erlangen. Solange das Patent nicht erteilt ist, ist es für die Allgemeinheit praktisch nicht vorhanden. Damit ist dem berechtigten Einwand der Industrie entsprochen, die nicht mit ungeprüften Schutzrechten, z. B. Gebrauchsmustern, überschwemmt werden will.

[1]) Blatt für Patent-, Muster- und Zeichenwesen, Bd. 33 (1927) S. 67.
[2]) Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht Bd. 7 (1902) S. 118.

Um dem einzigen möglichen Nachteil des Unterpate
— seiner Priorität — den Stachel für die Industrie
nehmen, könnte man bestimmen, daß, wer seit der An
dung des Unterpatents drei Jahre lang die gleiche Erfind
ausgeführt hat, ohne vom Inhaber auf sein Unterpatent
gewiesen worden zu sein, das kostenlose Mitbenutzungsr
an der Erfindung haben soll; denn es ist stets verdienstl
einer Erfindung zum Leben verholfen zu haben. A
könnten Dritte verlangen dürfen, daß die Erfindung e
Unterpatents beim Patentamt auf Kosten des Inhabers
prüft werde. Käme der Inhaber des Unterpatentes die
Begehren nicht nach, so könnte das Unterpatent gelö
werden. Das wäre gleichzeitig eine Art von Hemmung
zu leichtfertige Anmeldung von Unterpatenten: Entwe
Verfall oder Nutzung, d. h. wirtschaftlicher Wert.

Die Vorteile des Unterpatents wären:

1. Für fast die Hälfte der heute angemeldeten Er
dungen besteht kein Bedürfnis, eine so große Prüfungsar
aufzuwenden, wie für Patente heute vorgesehen ist. Er
dungen werden nur angemeldet, um einen wirtschaftlic
Nutzen daraus zu erzielen. Stellt sich dieser nicht bald
so läßt man sie fallen. Für diese „Probe aufs Exemp
genügt das Unterpatent; dem Inhaber geht dadurch
eine gewisse Schutzdauer verloren.

Allerdings läßt sich eine geprüfte Erfindung wa
scheinlich leichter verwerten. Die Praxis der Verwert
von Erfindungen hat aber bewiesen, daß für die ers
Schritte zur Verwertung der Nachweis der Anmeldung v
fach genügt; denn diese ersten Schritte ins praktische Le
entscheiden meist schon über das weitere Schicksal der
findung. Selbst die Industrie würde von Unterpatenten
brauch machen; denn viele Industriepatente werden nur
gemeldet, um gewisse Wege zu sperren, aber nicht, um
unmittelbar auszubeuten. Niedrige Anmelde- und Jahr
gebühren wären ein Vorteil des Unterpatentes und wür
seine Einführung fördern.

2. Durch die Einführung des Unterpatentes würde m
unter den Erfindungen die Spreu vom Weizen trennen u
den Wert der Patente steigern. *Duisberg* sagte schon 19
„Wir zählen die Patente nicht, wir wägen sie, und we
uns gesagt wird, daß in andern Ländern drei- bis vierm
mehr Patente als bei uns erteilt werden, so kann uns a
das nicht überzeugen“. Das Monopolrecht aus dem Pat
verdienen auch nur Erfindungen, die in Wahrheit Leist
gen sind. Unter dem Schutz des Unterpatents kann s
eine Erfindung auch immer noch zum Patent entwickeln

3. Der bekannte Mangel an Vorprüfern beim Reic
patentamt würde aufhören; vielleicht würde sogar ein T
von den vorhandenen frei werden für bedeutungsvolle n
Aufgaben des Reichspatentamts, insbesondere die, das w
senschaftlich-technische Schrifttum für die Allgemeinh
nutzbar zu machen.

4. Die lange Dauer der Prüfung der Patente, die
kanntlich zu großen Klagen geführt hat, fiele fort; z
Vorteil aller Beteiligten würde über eine zum Patent an
meldete Erfindung in kurzer Zeit Klarheit geschaffen.
das Patent dem Fortschritt dienen oder diesen bringen s
ist seine baldige Bekanntgabe für alle wichtig.

5. Die „Erfindungsfreudigkeit“ würde das Unterpat
sogar fördern; denn das Unterpatent erhält der Anmel
sofort — praktisch müßte er es in drei Monaten erlang
können — und was er darin offenbart, bleibt ihm gesich
Verspricht die Erfindung einen praktischen Erfolg, da
ist es noch Zeit, das Patent nachzusuchen.

Die Zahl der Gebrauchsmuster, also der ungeprüf
Schutzrechte, würde vielleicht abnehmen, weil der Erfin
das Unterpatent vorzieht. Dieses ist für die Industrie g
unschädlich. Mancher Erfinder würde vielleicht das Unt
patent schon seiner Bezeichnung wegen dem Gebrauc
muster vorziehen. Er hätte dabei die Aussicht, daß
seinem Schutz etwas „Großes“ werden könnte, was
einem Gebrauchsmuster ausgeschlossen wäre. Diese A
sicht — Illusion — ist gerade das Verlockende und
Triebfeder des Erfindens und der möglichen Erfindung.

6. Von jedem Unterpatent würde eine Beschreibung
druckt werden. Schon diese könnte ein Grund sein,
Unterpatent anzumelden. Der Staat könnte sich daraus e
Einnahmequelle schaffen.

7. Endlich können Unterpatente Anregungen für Dr
bilden und insofern könnte auch die Industrie Vorteil
von haben. Mißverständnisse oder Täuschungen du
Unterpatente dürften nach kurzer Zeit vermieden werd
wenn man vorschreibt, daß in Ankündigungen und de
das Wort „Unterpatent“ nicht abgekürzt werden darf.

s der neueren Entwicklung der Fördertechnik

Von Oberbaurat Dipl.-Ing. C. MICHENFELDER, Akademiedirektor, Wismar

Die Entwicklung der Ausfuhr von Fördermitteln in der letzten Zeit. — Größtausführungen von Kranen und Verladebrücken. — Die neuesten Abraumförderbrücken. — Auf einem Speicherdach fahrende Verladebrücken. — Spannweitenentwicklung bei Seilschwebebahnen. Verminderung der Tragseilbeanspruchung durch die Kuppelvorrichtung „Zenith". — Gummigefütterte Laufrollen und mehrgeschossige Kabinen bei Drahtseilbahnen. — Kabelkrane in Lauf- und Bockkranform; Raupenfahrwerke. — Verbreitung und bauliche Entwicklung von Einziehkranen. — Krane mit Kletterkatzen. — Boot- und Speicherkrane. — Elektrokarren mit hydraulischer Hebeeinrichtung. — Hydraulische Aschenförderung. — Aufzüge mit Treibscheiben- und mit Feineinstellungsbetrieb. — Fahrtreppen. — Fahrbarer Gichtaufzug. — Stapler mit Umlaufbetrieb. — Fördertechnische Hilfsmittel für Fließfertigung.

'e nachstehenden Betrachtungen wollen einige Fort-schritte der Fördertechnik in der letzten Zeit, ins-ndere der deutschen, hinsichtlich ihrer äußeren und ren Entwicklung kurz behandeln, wobei die äußere wicklung gekennzeichnet ist vor allem durch die Ver-ßerung der Abmessungen, der Leistungen oder auch des Anwendungsgebietes an sich bekannter Förder-iel, die innere durch bauliche Neugestaltungen.

Die beträchtliche Zunahme der Ausfuhr deut-r Krane, Aufzüge und sonstiger Fördermittel[1]) von 15 880 t Gewicht und 19 401 000 *RM* Wert i. J. 1925, 18 t und 24 104 000 *RM* i. J. 1926 auf 29 334 t und 64 000 *RM* i. J. 1927, also fast eine Verdoppelung in i Jahren[2]) — läßt mit Genugtuung erkennen, daß der Ruf deutscher Fördertechnik den durch den Krieg großen Teil verlorenen Weltmarkt sich wieder-robern beginnt.

Eine ansteigende Entwicklung hat die Fördertechnik erdings auch durch die Schaffung von

Größtausführungen

der erfahren können.

Nachdem schon bald nach Kriegsende ein Hammer-n von 350 t Tragkraft (gebaut von der amerikani-en Mc Myler-Interstate Co.) im Marinearsenal zu Phi-elphia errichtet, ein Schwimmkran gleicher Tragfähigkeit (gebaut von der englischen Firma Cowans, Sheldon & Co.) für Japan geliefert worden war und, Ende 1923, ein für die französische Marine nach Gâvres gelieferter fahrbarer Bockkran (erbaut von den französischen Etablissements Daydé) erstmalig sogar die ungeheure Nutztragkraft von 400 t — 480 t Probetragfähigkeit — erreicht hatte[3]), ist ihm inzwischen ein gleich hubkräftiger Schwimmkran verladebrückenähnlicher Bauart und deutscher Herkunft (Demag) für den italienischen Hafen Bari gefolgt[4]).

Auch sind in der Zwischenzeit die beiden riesigen

Verladebrücken,

die die Demag für Rotterdam-Vlaardingen schon seit längerem in Auftrag hatte, in Betrieb genommen worden; sie haben dabei mit Hilfe ihrer 16 t-Greifer und einer Katzfahrgeschwindigkeit von 6 m/s die gewährleistete Leistung von je 550 t/h noch erheblich überschritten. Gleichfalls für den Erzumschlag im Rotterdamer Hafen hat die MAN vor kurzem drei Verladebrücken, grundsätzlich gleicher Bauart wie die für Vlaardingen, geliefert, von denen jede sogar 800 t/h leistete.

Eine besondere Größenentwicklung haben die

Abraumförderbrücken[5])

genommen, und zwar an Ausdehnung in gleichem Maße wie an Leistung. Während noch vor kaum drei Jahren — kurz nachdem die Erstausführung (Bleichert) für Bubendorf mit 110 m größter Spannweite und 325 m³/h Leistung entstanden war — die Plessaer Brücke (ATG)

[1]) Vergl. auch Z. Bd. 72 (1928) S. 861.
[2]) Auch die neueste Statistik aus dem ersten Halbjahr 1928 zeigt, einem Monatsdurchschnitt von 3158 t Gewicht u. 3 729 000 *RM* Wert, gleichmäßiges Anhalten dieses Aufstieges; vergl. „Maschinenbau" Bd. 7 8) S. 281. Die entsprechende Einfuhr hat sich (absolut u. relativ) mit 999 t 231 000 *RM*, 1137 t u. 1 100 000 *RM*, 1270 t u. 1 355 000 *RM* nur un-ntlich gehoben, so daß auch die Aktivität der fördertechnischen Handels-nz in den letzten Jahren eine sehr merkliche Stärkung erfahren hat.
[3]) s. „Le Génie Civil" Bd. 90 (1927) S. 569.
[4]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1613.
[5]) Vergl. auch Z. Bd. 71 (1927) S. 341.

Abb. 1 bis 3
u- und Größenentwicklung von Abraumförderbrücken.
ie drei Brücken sind im leichen Maßstab gezeichnet.

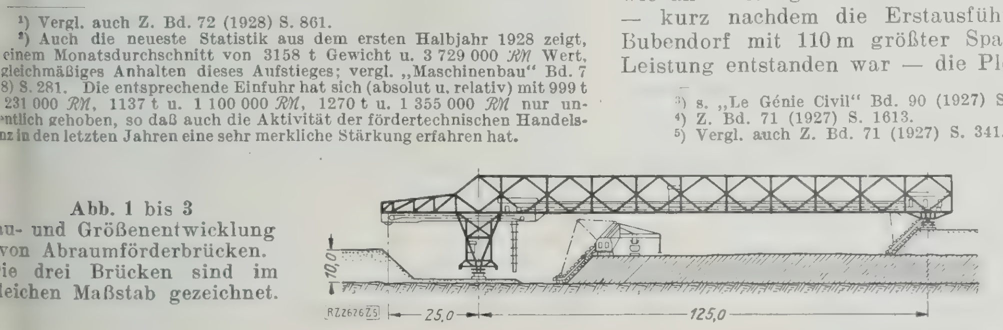


Abb. 1 (links) Grube „Agnes", Plessa, N.-L.

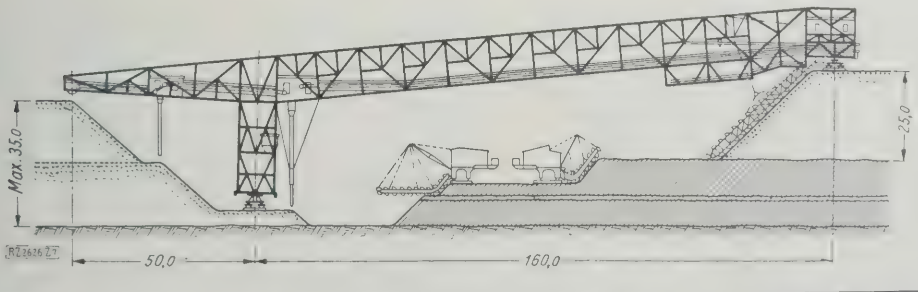
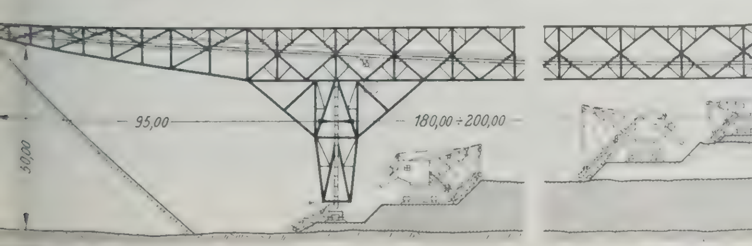


Abb. 2 (links) „Prinzessin Victoria", Neurath (Rheinland).



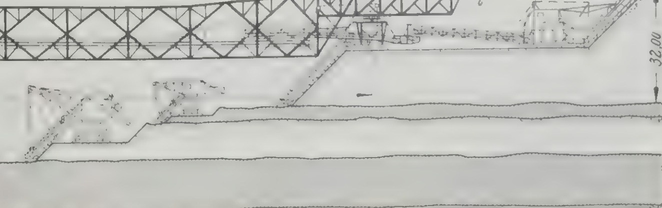


Abb. 3 (unten) Grube „Böhlen" der A.-G. Sächsische Werke.

mit 128,5 m größter Spannweite und 400 m³/h Leistung eine vielbestaunte Größtausführung darstellte, ist sie darin heute schon mehrfach und sehr erheblich übertroffen worden. Besonders stellen die von der ATG inzwischen gebauten Abraumförderbrücken für die Gruben Neurath, Werminghoff und Böhlen sehr wesentliche Fortschritte dar. (Die Inbetriebnahme der beiden letztgenannten Brücken mit 1500 und 1950 m³/h Leistung ist im Herbst d. J. zu erwarten.)

In bezug auf die Spannweite stellt die Böhlener Förderbrücke mit 200 m, wozu noch eine Ausladung von 95 m kommt, m. W. jetzt die Größtausführung aller Verladebrücken dar; sie wird die bisher größte, amerikanische Verladebrücke (Erbauer: Heyl & Patterson in Pittsburg) mit 165 m Spannweite, die, mit einer 12 t-Greiferkatze ausgerüstet, dem Kohlenumschlag in Superior, Wisc., dient[6]), also noch weit übertreffen.

Abb. 1 und 2 veranschaulichen die Unterschiede zwischen der Plessaer und der Neurather Brücke, während Abb. 3 mit einer Skizze der neuen für die Grube Böhlen gebauten Brücke den jüngsten Fortschritt auf diesem Gebiet sinnfällig vor Augen führt.

Wie stark bei den entsprechend vermehrten Eigengewichten solcher Riesengebilde — bei Bubendorf noch kaum 200 t, bei Plessa bereits rd. 600 t, bei Neurath schon mehr als 1100 t und bei Böhlen gar rd. 2000 t — jede Konstruktions- oder Werkstoffverbesserung sich auswirkt, geht z. B. daraus hervor, daß bei der Neurather Brücke allein die durch erstmalige Verwendung des hochwertigen Baustahles St 48 erzielte Gewichtersparnis rd. 120 t, d. i. etwa 15 vH des Gewichtes der Eisenkonstruktion, ausmacht, während bei der Brücke „Böhlen" die durch Verwendung von Si-Stahl gegenüber St 37 erzielte Gewichtersparnis sogar auf 350 bis 400 t zu schätzen ist[6a]).

Verladebrücken weisen in der jüngsten Zeit bei uns eine bemerkenswerte Entwicklung noch insofern auf, als ihre Fahrbahn vom Flur auf das Gebäudedach verlegt worden ist. Auf diese Weise hat man sich im Stettiner Hafenfreibezirk die Vorteile des Verladebrückensystems

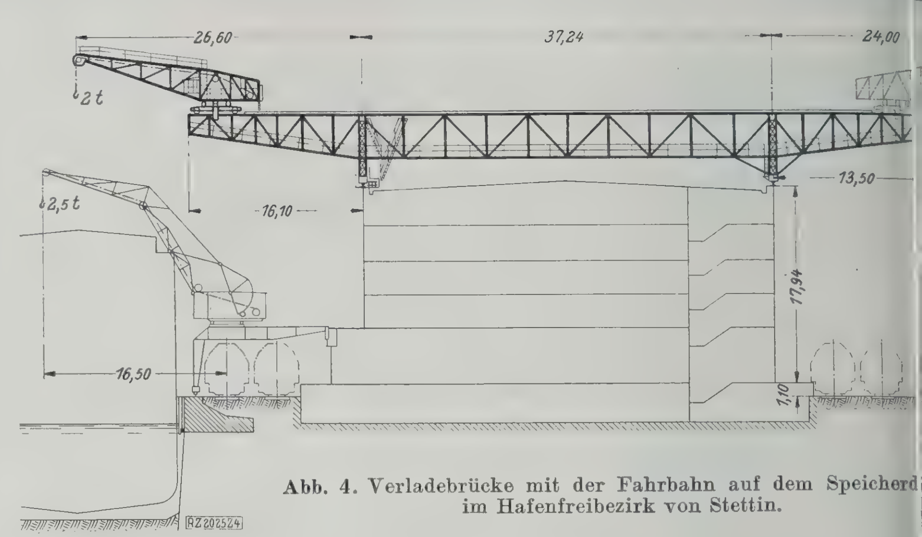


Abb. 4. Verladebrücke mit der Fahrbahn auf dem Speicherd… im Hafenfreibezirk von Stettin.

— ähnlich wie es mit einfachen Auslegerkranen bei „Dachkranen" ja schon wiederholt, namentlich an den… engten englischen Hafenkais, durchgeführt ist — a… dort zu nutze gemacht, wo die Bodenfläche durch and… Baulichkeiten, die von der Brücke aber nicht mehr üb… spannt werden können, in Anspruch genommen ist. … allgemeine Anordnung und die Hauptabmessungen … gegenwärtig im Bau begriffenen Anlage gehen … Abb. 4 hervor. Die drei Dachbrücken werden hier wass… seitig dem Umschlag vom Schiff zum Speicher und la… seitig dem vom Speicher zu den Wagen dienen[7]).

Die Spannweitengröße hat auch bei den

Seilschwebebahnen,

bei denen sie ja, mehr noch als bei den Verladebrück… eine wesentliche, oft ausschlaggebende Eigenheit bil… in der letzten Zeit eine weitere Entwicklung erfahr… So ist im Jahre 1926 von der Cia. Minera Disputada de… Condes, Santiago de Chile, eine Drahtseilbahn, Bau… Bleichert, in Betrieb genommen worden, die au… mehreren freien Überspannungen von über 1000 m brei… Schluchten, eine größte Spannweite von 1655 m, in … Wagerechten gemessen, aufweist. Damit ist auf dem … biete der schon bisher ungemein weit gespannten Dra… seilbahnen — von neueren z. B. die Zugspitzenbahn … 1006 m, Oropabahn mit 1108 m und Haflingbahn sogar … 1467 m — eine neue Höchstleistung geschaffen.

Die Frage der Spannweiten bei Drahtseilbahnen st… mit der der Tragseilbeanspruchung in eng… Zusammenhang, und diese wieder kann wesentlich …

[6]) Vergl. „Werft, Reederei, Hafen", Bd. 8 (1927) S. 252.

[6a]) Hiervon entfällt ein erheblicher Teil auch auf die Fahrwerke, die entsprechend dem leichteren Gewicht der Brückenkonstruktion auch wesentlich leichter ausgeführt werden können.

[7]) Die Anlage wird demnächst in dieser Zeitschrift ausführlich … schrieben werden.



Abb. 5
Seilbahn mit Kuppelvorrichtung älterer Bauart.



Abb. 6
Bleichertscher Zugseilkuppler neuerer Bauart.

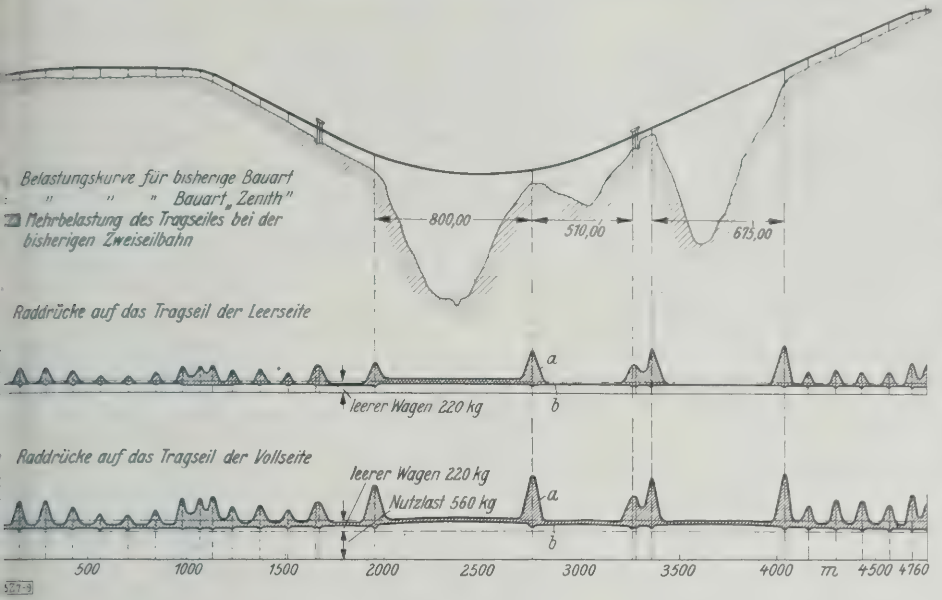


Abb. 7 bis 9
Vergleichende Darstellung der Tragseilbelastungen bei der bisherigen Zweiseilbahn und der Seilbahn „Zenith".

...ußt werden durch die Behandlung oder Führung ... Zugseile. Auch nach dieser Richtung sind in neuerer ... erhebliche Vervollkommnungen geschaffen worden. ... Bleichertsche Seilbahn-Kuppelapparat „Zenith" schal... die zusätzliche Beanspruchung der Tragseile von ...eiseilbahnen, die von der Zugseilrückwirkung an den ...zenübergängen herrührt, dadurch aus, daß das Zug... an den Stützen in Höhe der Tragseile über Rollen ...ihrt wird. Abb. 5 und 6 lassen diese Verhältnisse bei ...r Seilbahn mit Kuppelapparaten älterer und neuerer ...art erkennen. Hierdurch wird die vom Gewicht und ... der Spannung des Zugseils beeinflußte Rückwirkung ...t mehr von den Tragseilen über die Wagenlaufwerke, ...dern unmittelbar von den Stützen selbst aufgenommen. ...it nun beim Übergang eines Wagens über die Stütze das ...seil von der Führungsrolle nicht abgehoben und da...ch die angestrebte Wirkung aufgehoben wird, ist die ...klemme lotrecht verschieblich im Kuppler gelagert, ...laß die wechselnden Höhenunterschiede zwischen Zug... und Tragseillage ausgeglichen werden. Die Folge ... mit dieser neuen Anordnung erreichten geringeren Belastung der Tragseile ist die Möglichkeit der Verwendung schwächerer Tragseile und der sonstigen, hiervon beeinflußten Konstruktionsabmessungen, wodurch in manchen Fällen eine Gewichtsersparnis bis zu 20 vH erzielt werden konnte.

Abb. 8 bis 9 lassen die mit der Benutzung des neuen Kupplers erzielbaren Wirkungen im Vergleich mit den beim alten Apparat sich ergebenden Verhältnissen bei einer Drahtseilbahn für 75 t/h Leistung bei 67,5 m Wagenabstand und 2,5 m Fördergeschwindigkeit, und der aus dem Längsprofil, Abb. 7, ersichtlichen Anordnung erkennen: an Stelle des bisher auf der Seite der beladenen Wagen erforderlichen Tragseiles von 36.4 mm Dmr., entsprechend 6,71 kg/m Eigengewicht, genügt nunmehr ein solches von 30,8 mm Dmr. und 4,80 kg/m Eigengewicht, auf der Seite der leeren Wagen an Stelle eines 30,8 mm dicken Seiles ein solches von 21 mm Dicke und 2,25 kg/m Eigengewicht.

Im Gegensatz zur Disputada-Bahn mit 24 100 m Gesamtlänge[8]), die über Höhen von mehr als 3000 m in den Kordilleren Chiles Güter befördert, sind die weitgespannten Bahnen auf die Zugspitze, von Oropa in der Provinz Turin und nach Hafling bei Meran dem neueren System Bleichert-Zuegg für Personenbeförderung[9]) angepaßt.

Besondere Bestrebungen im Seilbahnbau erstreckten sich auf Vergrößerung vor allem der Lebensdauer und

[8]) Auch hierin mit nur wenigen noch längeren Seilschwebebahnen an der Spitze marschierend: z. B. der argentinischen Kordillerenbahn mit rd. 34 km, der Siebenrichterbahn mit etwa 25 km und der chinesischen Tolibahn mit gleichfalls rd. 24 km. Die leichten Einseilbahnen sind allerdings mit z. T. noch wesentlich größeren Längen ausgeführt worden: So ist in Kolumbien bei Mariquita vor wenigen Jahren für den Kaffeetransport eine solche Bahn mit einer Gesamtlänge von nahezu 74 km fertiggestellt worden; eine zweite gleichartige Bahn ist dort bei Viletta von annähernd der gleichen Länge z. Z. im Bau und eine dritte bei Gamarra am Magdalenenfluß soll jetzt auf die Länge von sogar 170 km fortgeführt werden; vergl. VDI-Nachr. 1928 Nr. 39. [9]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1755.

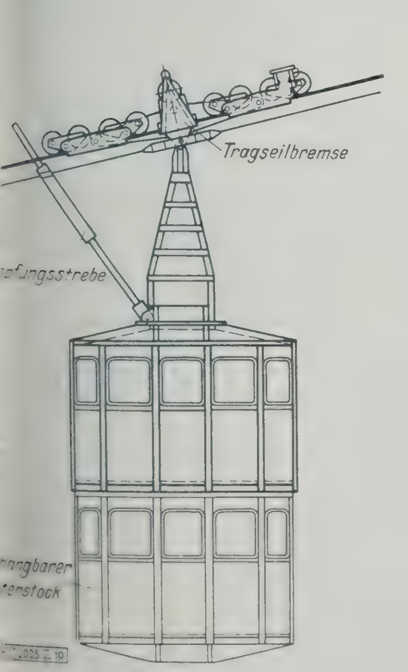


Abb. 10 (links)
Mehrgeschossige Kabine neuster Bauart.

Abb. 11 (rechts)
Drahtseilbahngondel der Haflingbahn, die noch vor sechs Jahren dem Personenverkehr diente.



Betriebsicherheit sowie der Leistung solcher Bahnen. Die Lebensdauer wird erhöht durch eine weitere Verringerung der Tragseilabnutzung, die bei diesem System ja ohnehin schon durch die besonders spannungsstarke Seilauflegung und die dadurch erzielte Verminderung der Seilbiegung an den Stützen in weitgehendem Maß erreicht ist[10]), mit Hilfe einer Gummiausfütterung der Laufräder. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß die Abnutzung der Tragseile weniger durch die gleichsam feilende Wirkung der gleitenden Reibung als durch das Schlagen der Laufräder hervorgerufen wird, das dadurch entsteht, daß sie infolge der Unebenheit der Seiloberfläche gewissermaßen von einem Draht auf den andern fallen. Laufräder mit Gummieinlage haben sich als Schutz gegen die schädlichen Wirkungen außerordentlich bewährt: die Seilabnutzung ist praktisch gleich null, und außerdem ist die Fahrt fast geräuchlos.

Die Leistungsvergrößerung der Personenbahnen wird durch Erhöhung des Aufnahmevermögens der Kabinen angestrebt, wozu aber, aus wirtschaftlichen Gründen, nicht einfach die Kabine erweitert, sondern vielmehr auf-, oder, richtiger gesagt, angestockt wird. Man wird also dazu übergehen, für Bahnen mit großen Leistungen zweistöckige Kabinen zu bauen, deren unteres Stockwerk man an- und abhängen kann, um in Zeiten nur mäßigen Betriebes nicht unnötig viel tote Last mitschleppen zu müssen. Selbstverständlich müssen dann auch die Bahnsteige zweistöckig ausgebaut werden. Die gewaltige und schnelle Entwicklung, die die Personenseilbahnen in den letzten Jahren genommen haben, läßt sich augenfälliger kaum beweisen, als durch die Gegenüberstellung einer solchen mehrgeschossigen Kabine auf Gummirädern, mit Telephoneinrichtung u. a., Abb. 10, die ein halbes hundert Menschen sanft und bequem, sicher und schnell durch die Lüfte trägt, mit dem Kasten, der nach Abb. 11 bei der — inzwischen von Bleichert umgebauten — Haflingbahn noch vor sechs Jahren dem Personenverkehr gedient hat!

Auch in der Form der

Kabelkrane

haben die Seilbahnen eine weitere Größenentwicklung in neuester Zeit erfahren. Hier sei nur auf den seit etwa Jahresfrist auf Gräfin Johanna-Schacht bei Bobrek in Oberschlesien arbeitenden, schwenkbaren Kabelkran, Bauart Bleichert, von 18,5 t Tragfähigkeit und 270 m Spannweite hingewiesen, der mit nahezu 250 t/h der leistungsfähigste aller bisher, auch in Amerika, gebauten Kabelkrane sein dürfte[11]).

Der ursprünglich, erstmalig auf der Leipziger Herbstmesse 1924, bei reinen Laufkranen in den sogenannten Kabellaufkranen ausgeführte Gedanke, die starre Katzenfahrbahn durch eine elastische Seilfahrbahn mit nur druckbeanspruchter Endversteifung zu ersetzen und dadurch die Weitspannigkeit unter Kleinsthaltung des Gewichtes des biegungsfreien Trägers zu vergrößern, hat inzwischen bekanntlich in den

Brückenkabelkranen

eine weitere Ausdehnung gefunden[12]).

Die neueste Ausführung als Brückenkabelbagger für die Grube Vereinigte Ville der Braunkohlen- und Brikettwerke Roddergrube A.-G. in Brühl bei Köln geht durch Übertragung des Gedankens auf eine mit Ausleger versehene Brücke und durch Ausbildung des Fahrwerkes mit Raupenrädern noch einen Schritt weiter[13]). Die Einrichtung wirkt als Schürfbagger zur Beiseiteschaffung des lockeren Abraumes und stellt somit eine andersartige Lösung dieser wichtigen Aufgabe dar. Die Fähigkeit auch recht umfangreicher, fahrbarer Fördermaschinen, sich durch Verwendung von Raupenrädern leicht dem Gelände anzupassen, ist jetzt auch bei den großen Eimerbag zum Ausheben des Kanalprofils für das Shannon-K werk ausgenutzt worden[14]).

Bei Löffelbaggern, selbst schwerster Art 500 t und mehr Eigengewicht), hat man zuerst in rika, dann auch in Europa, z. B. in einer neuesten führung von Menck & Hambrock von 6,5 m³ Löffelin 28,4 m größter Ausschüttweite und 400 000 kg Arb gewicht, seit Jahren Raupenfahrwerke eingebaut.

Eine nicht unbedeutende Entwicklung hat der K bau in den letzten Jahren auch für das Schiffahrts- Hafenwesen in den

Einziehkranen

erfahren. Auf die weite Verbreitung dieser, namen für den Kaibetrieb ebenso wirtschaftlichen wie an sungsfähigen Kranart in England[15]) weist der stand hin, daß dort von einer einzigen Firma (Sto & Pitt, Bath) seit 1910 mehr als 500 solcher Krane baut worden sind.

In Deutschland hat vor allem die Demag diese art in bisher nahezu 200 Ausführungen gepflegt — s 1907 hat sie als eine der allerersten Ausführungen 80 t-Ausrüstungskran der Frerichswerft für wagere Wipplastbewegung eingerichtet[16]) — und neuerdings durch auch weiter ausgebildet, daß außer der Last noch die Auslegerschnabelrolle mittels eines Doppellen systemes rein wagerecht bewegt wird. Infolgede schiebt sich der Auslegerkopf leicht unter die Take und die Antennen des Schiffes, wie der unlängst für Altonaer Kai- und Lagerhaus-Gesellschaft gelief Kran erkennen läßt[17]), dessen Ausladung, bei 40 t T kraft, in der erwähnten Art von rd. 10 m auf 25 m stellt werden kann.

Der Vorteil des wagerechten Schnabelrollenw zeigt sich besonders bei Schwerlastkranen, weil trotz mehrsträngigen Hakenflasche ein besonderer Seil gleich zur Erzielung des wagerechten Lastweges n erforderlich ist. Da bei diesen neuesten Einziehkra somit beim Einziehen der Last auch das Gewicht Auslegers in allen Stellungen durch ein am ob Doppelhebellenker hinten angreifendes Gegengew ausgeglichen ist, so erfordert die Bewegung des legers lediglich einen geringen, durch Reibung, W und Beschleunigungsarbeit verursachten Kraftaufw

Bezeichnend für die vielartigen Aufgaben und stungen des neuzeitlichen Kranbaues ist, wie in die Zusammenhang nur kurz erwähnt werden soll, die K struktion eines Wippkranes mit gleichbleibender ladung, die von der Surrey Engineering Co., Ltd., don, unlängst für eine englische Werft geschaffen den ist, damit die aus örtlichen Gründen erforderl radiale Stellungsänderung des Auslegers keinen Ein auf die Weite der Ausladung ausübt. Die Lösung ruht auf einer Verschiebbarkeit der Lagerung des legerfußes derart, daß dieser beim Einziehen des legers, das normalerweise mit einer Verkleinerung Ausladung verbunden ist, um den entsprechenden Be nach außen schwingt und umgekehrt[18]).

Eine bemerkenswerte Neuerung im Kranbau is letzter Zeit mit den

Kletterkatzen

der ATG, Allgemeine Transportanlagen-Gesellsc Leipzig, geschaffen worden, die gleichzeitig Wind und Ausgleichgewicht sind. Da hierbei also das Ei gewicht der Kletterkatze, das sonst im feststehenden werk enthalten ist, als Hauptanteil des Gegengewic dient, kann der Kran erheblich leichter und billiger den. Während z. B. bei einem Drehkran die Last g die Schnabelrollen des Auslegers hochgezogen klettert die Katze am hinteren Teile des Gerüstes de abwärts, daß zwei Triebstockritzel in Zahnstangen greifen, wobei vier Laufrollen in Schienen an den Z stangen die Führung der Kletterkatze übernehmen.

[10]) s. a. Z. Bd. 71 (1927) S. 28.
[11]) Z. Bd. 72 (1928) S. 581 u. 674.
[12]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 667.
[13]) Zu der Ausstattung einer so gewaltigen Konstruktion von rd. 250 m Längsausdehnung u. 650 t Eigengewicht mit 8 riesigen Raupenrädern steht in beachtenswertem Gegensatz die neuerdings (in England) vorgenommene Raupenradausrüstung gewöhnlicher Handschubkarren, die dadurch auch auf weichstem Boden arbeiten können.

[14]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1481.
[15]) Z. Bd. 69 (1925) S. 65.
[16]) Vergl. Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellschaft Bd. 11 (1910) S
[17]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1296.
[18]) s. „The Engineer“ Bd. 144 (1927) S. 548.

rer Vorteil der neu-art ergibt sich, daß achlaufwege beim halten besonders sind; denn beim msen des Hubvor-s wirkt das Eigen-ht des Greifers, Abbremsen des vorganges aber das Kletterkatze den heitskräften von er und Kletterkatze gen. Dies bewirkt len Hebezeugen mit erkatzen ein sanftes ben und Absetzen ast und eine merk- Schonung der elek-en Ausrüstung. Kletterkatze enthält empfindlichen Ma-enteile, die sonst Greifersteuerungen ierig und teuer te; ferner sind Reib- Rutschkupplungen, eßbremsen und gesperre sowie auch rische Sondervor-ungen bei der Klet-tze vermieden wor- Anderseits kann man Motoren des Wind-es wesentlich klei-wählen, weil die sin-e Katze einen Teil Vollast hebt.

a Angriffspunkt des Auslegers
b Einziehseile
c Greiferseile
d Schlaufe von *c*
e Einzieh-Kletterkatze
f Greifer-Kletterkatze
g Greifer
h Schwinghebel
i Verbindungslasche
k Drehpunkt

Abb. 12 und 13
Greiferdrehkran mit Kletterkatzen und einziehbarem Ausleger bei wagerechtem Lastweg sowie Schema der Seilführung.

Die neue Bauart ist in Abb. 12 und 13 an einem ferdrehkran mit einziehbarem Ausleger und wage-tem Lastweg dargestellt. Dabei ist außer der Hub-erkatze *f* noch eine Einziehkletterkatze *e* angeordnet, zwischen gekrümmten Zahnstangen läuft. An dieser e greift ein Seil *b* an, das die Schlaufe *d* der Greifer- *c* derart beeinflußt, daß der Greifer *g* sich bei Be- und am Ende des Auslegereinziehens in gleicher e befindet (sofern natürlich die Greifer-Kletter-e *f* stillsteht); ein Schwinghebel *h* bewirkt, daß die iehbewegung vollkommen wagerecht verläuft.

Der dem Schiffsumschlag und dem Lagerhausbetrieb ende Kranbau ist neuerdings auch durch die Ausbil- einiger

Kleinkrananlagen

er entwickelt worden. Abb. 14 zeigt den grundsätz-n Aufbau und die Arbeitsweise eines Flußschiffskranes (Petravič), der, mit einem handbetriebenen Seilwindwerk und Spill ausgerüstet, für die besonderen Bedürfnisse der Flußschiffahrt noch mit einer einfachen Senkvorrichtung für den Ausleger versehen ist, damit das Schiff auch bei Hochwasser noch unter den Brücken hindurchfahren kann. Der Ausleger wird dadurch gesenkt, daß zunächst die Seilflasche an den Kopf des Auslegers herangezogen wird, bis die Zugstrebe spannungslos wird. Dann wird nach Lösen des Umsteckbolzens *a* der Ausleger unter Streckung des Kniehebels *b* mit dem Hubseil bis in seine größte Ausladung gesenkt.

Für den Güterverkehr, insbesondere in Hafenschuppen, ist das in Abb. 15 dargestellte Hebezeug (Gese) geschaffen worden, das in seiner Durchbildung auf die besonderen Anforderungen aus dieser Verwendung Rücksicht nimmt. Vor allem ist geringes Eigengewicht, das nicht nur für die Manövrierfähigkeit des Kranes, son-

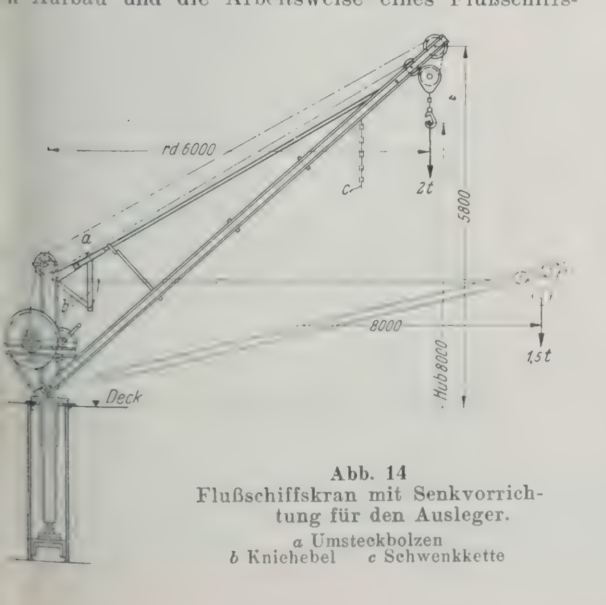


Abb. 14
Flußschiffskran mit Senkvorrichtung für den Ausleger.
a Umsteckbolzen
b Kniehebel *c* Schwenkkette

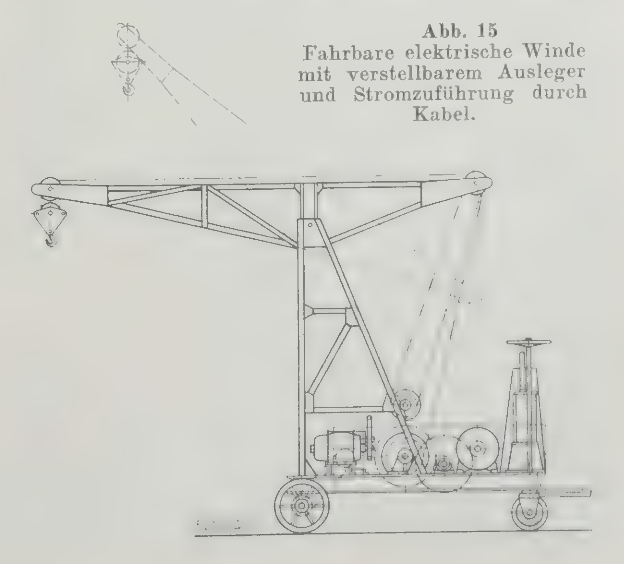


Abb. 15
Fahrbare elektrische Winde mit verstellbarem Ausleger und Stromzuführung durch Kabel.

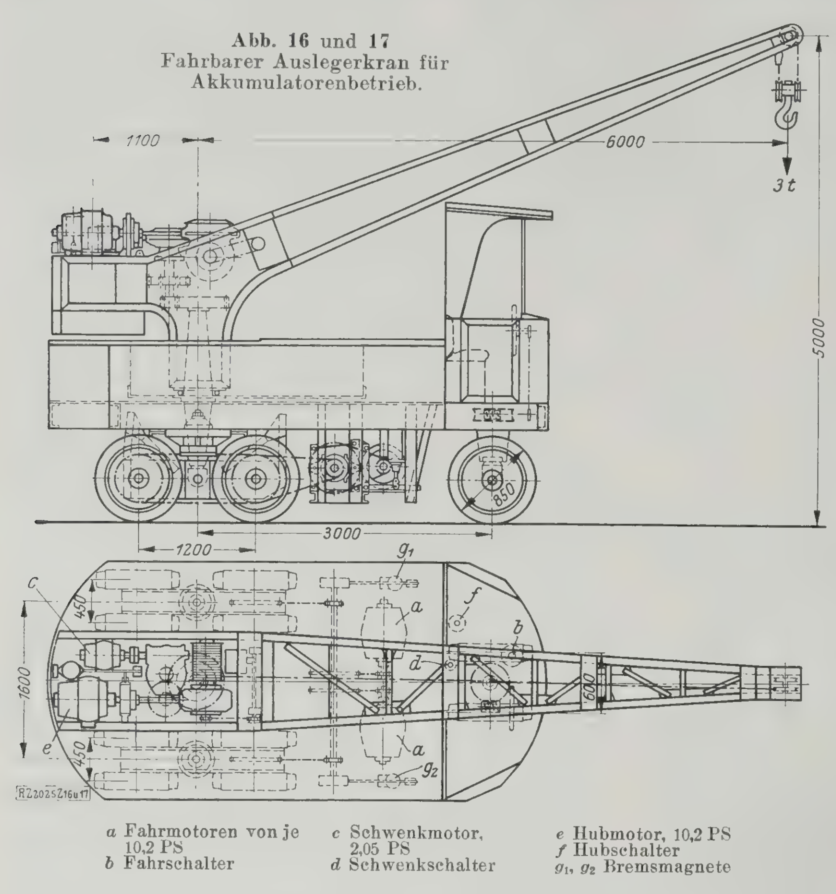


Abb. 16 und 17
Fahrbarer Auslegerkran für Akkumulatorenbetrieb.

a Fahrmotoren von je 10,2 PS
b Fahrschalter
c Schwenkmotor, 2,05 PS
d Schwenkschalter
e Hubmotor, 10,2 PS
f Hubschalter
g_1, g_2 Bremsmagnete

dern auch für die Schonung des Bodenbelages, namentlich der Holzfußböden in den Schuppen, von wesentlichem Einfluß ist, bei dieser Ausführung durch den Fortfall der Akkumulatoren gewahrt. Der fahrbare Kran nach Abb. 15 wiegt für 800 kg mit Führerstand und Stromzuführung durch rd. 50 m Kabel und Kabeltrommel etwa 2300 kg, für 2000 kg Nutzlast etwa 3300 kg; wohingegen bei einem Akkumulatorenkran gleicher Leistung mit etwa dem Doppelten dieses Eigengewichtes gerechnet werden kann. Diese leichten fahrbaren Schuppenkrane weisen in der kleineren Ausführung mit 800 kg größter Tragkraft und 3 m größter Ausladung bei einem Hubmotor von 4,1 PS und einem Fahrmotor von 1,5 PS eine Hubgeschwindigkeit von 9 m und eine Fahrgeschwindigkeit von 35 m/min auf, die größere Bauart für 2000 kg größter Tragfähigkeit und 2 m Ausladung, Hub- und Fahrgeschwindigkeiten von 15 m/min bei 6,1 PS und 35 m bei 3,1 PS.

Ein für unbegrenzten Verladeaußendienst bestimmter fahrbarer elektrischer Auslegerkran erhält dagegen eine eigene Akkumulatoren-Stromquelle. Ein solcher Kran mit 100zelliger Batterie von 58 kWh Arbeitsfähigkeit ist in entsprechend schwerer Ausführung — sein Gesamtgewicht beträgt nicht weniger als 28 t — in jüngster Zeit von der MAN für 3 t Tragkraft und 6 m Ausladung gebaut worden. Er zeigt nach Abb. 16 und 17 in seinem wagenartigen Unterbau große Ähnlichkeit mit einem gewöhnlichen Lastkraftwagen. Die neuartige Durchbildung dieses beweglichen und weitverwendbaren Hebezeuges geht aus der Zeichnung klar hervor.

Im kleinen sind ähnliche Kraftfahrkrane ja schon seit längerer Zeit als eine Ausführungsart der

Elektrokarren,

als sogen. Krankarren, bekannt und im Gebrauch. Die Entwicklung, die dieses Gebiet der neuzeitlichen Fördertechnik in letzter Zeit genommen hat, ist außer in einer zunehmenden Einführung der bequemen, „führerscheinfreien" Elektrokarren im allgemeinen, nicht zumindest in den verschiedensten städtischen Betrieben, auch in der Schaffung neuer Bauarten in die Erscheinung getreten.

Besonders eigenartig bei diesen ist die
hilfenahme von Druckwasser als Ant
mittel bei Elektrohubwagen, und zwa
das Anheben der Wagenplattform (zw
Aufnahme von Ladegestellen).

Für die zunächst wohl auffällige
führung eines flüssigen Kraft
tragungsmittels (Öl) sind Erwägunge
trieblicher und fabrikatorischer Art
gebend gewesen. Ferner führt auch
Streben, den gesamten Antrieb- und
tragungsmechanismus leicht und sc
nachsehbar und gegen Verschmutzun
schützt, anzuordnen, zu einer Anord
wie sie z. B. aus Abb. 18 und 19,
Ausführung der Maschinenfabrik
lingen, hervorgeht.

Die Arbeitsweise beim Heben
Senken der Plattform geht nun mit
dieser elektro-hydraulischen Einrich
folgendermaßen vor sich, s. Abb. 20
21: Der kleine, schnellaufende Ele
motor *a* (0,5 kW bei 3000 U/min),
gleich den Fahrmotoren von der Bat
des Fahrzeuges gespeist wird, über
seine Leistung durch ein Ritzel *b* und
innenverzahntes Stirnrad *c* über eine
zenterwelle *d* auf eine kleine Ölpum
bestehend aus zwei Zylindern e_1 un
und einem Doppelkolben e_3. (Dad
daß die Pumpe doppelt wirkt, wird
stoßfreie Drucksteigerung erzielt.)
Drucköl gelangt durch die D
schieber f_1 und f_2 je nach Stellung
Hebels *g* in die Rohrleitung *h* oder *i*
damit in den schwingend gelag
Druckzylinder *k*. Die durch den Kolb
vorgedrückte oder zurückgezogene Kolbenstange *m*
oder senkt nun mittels der auf der Achse *n* aufgeke
Hebel *o* und *p* die beiden Tragschienen *q*, mit denen
Verladetisch gehoben und gesenkt wird, und wobei d
wagerechte Lage während des Bewegungsvorganges d
die Stützhebel *r* beibehalten wird.

Die Hubhöhe der Tragschienen beträgt 140 mm,
Hubzeit bei einer Belastung mit 1500 kg etwa 12 s.
Senken der Last wird die Pumpe vom Führerstand *s*
mittels des (neuerdings als Fußtritt ausgebilde
Hebels *g* umgeschaltet. Der Schalter für die Eins
tung des Pumpenmotors *a* ist am Schaltbrett des F
zeuges angebracht; die Ausschaltung geschieht selbst

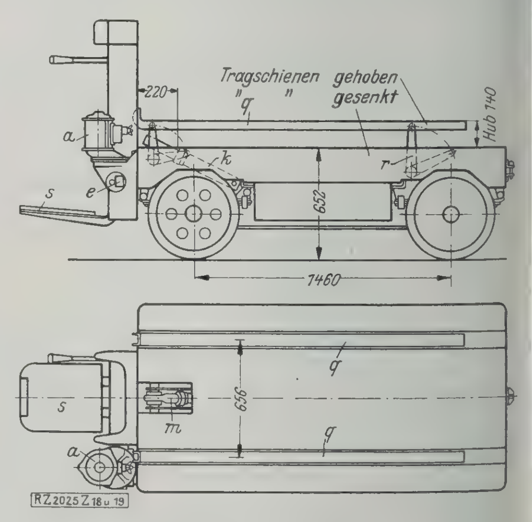


Abb. 18 und 19
Elektrokarren mit elektro-hydraulischer Hubvorrichtung (vergl. a. Abb. 20 und 21).

a Elektromotor
e Ölpumpe
k schwingend gelagerter Druckzylinder
q Tragschienen
r Stützhebel
s Führerstand, Fußtritt

…leichfalls einer neben dem Führerstand angeord… jedoch mit Handhebel betriebenen Druckpumpe …s Anheben der Karrenplattform bedient sich eine … Ausführung der AEG-Elektrokarren. Bei ihr kann …anze Plattform mittels zweier seitlich angreifender …n mit etwa 12 bis 15 Hüben um 115 mm angehoben …en, was in 10 bis 15 s möglich ist.

…Venn nun auch eine solche hand-hydraulische Hub…richtung — bei der die Hubzeit ja stets von dem …tstempo oder -willen des Bedienungsmannes abhän…st — die Anschaffung des Karrens natürlich etwas …ligt, so hat doch die elektrisch-hydraulische Vor…ung demgegenüber den Vorteil, daß die Hubzeit …bleibend und damit auch die Ausnutzbarkeit und …schaftlichkeit des Karrens mit größerer Sicherheit …sbestimmbar ist. Daß die Leistung auch beim hand…aulischen Elektrohubkarren ganz beträchtlich sein …, haben die Ermittlungen in einem Industriebetrieb …en, wo nach Einführung des Hubmechanismus in… der beschleunigten Verladearbeit eine Leistungs…erung um 43 vH eintrat.

…ie Benutzung flüssiger Arbeitsmittel in der För…hnik, die nach Verdrängung des hydraulischen An…s durch den elektromotorischen nur für ganz we… Sonderzwecke der Hütten- und der Zuckerindustrie …geblieben war, hat in neuerer Zeit vor allem wieder …rch an Bedeutung gewonnen, daß sie zur

Aschenbeseitigung

…Dampfkessel- und industriellen Feuerungen ver…et wird. Dies steht mit der Entstehung und Ausbrei… der feuerbetriebenen Kraftwerke in ursächlichem …mmenhang. Die bei der Entfernung so großer Mengen … Verbrennungsrückständen durch Handarbeit oder …dung in kaum noch erträglicher Weise auftretende …b- und Hitzeentwicklung läßt, in Verbindung mit … wegen der hohen Temperatur dieses Fördergutes …ders starken Verschleiß an den mechanischen und … an den pneumatischen Fördervorrichtungen, das …ser als Antriebmittel von natürlicher Zweckmäßig… erscheinen. Hinzu kommt noch der Vorteil, daß auch …abgezogene Asche und Schlacke nach selbst sehr ab… liegenden Halden ohne Umladung in ein andres …ermittel befördert werden kann.

…Von den beiden Hauptarten der hydraulischen …enbeseitigung, der druckschwachen Fortspülung in …en oder dem Fortdrücken in Rohren — wobei der …serbedarf sich ungefähr wie 3 : 1 verhalten soll —, …ie zweite durch Abb. 22 und 23 mit der kennzeich…en Anordnung der Druckwasserejektoren in der …bildung von Schichau, Elbing, dargestellt, wie sie z. B.

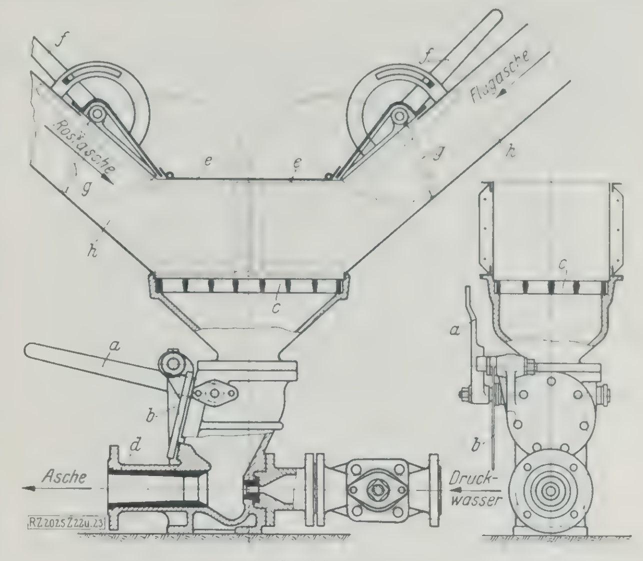


Abb. 22 und 23
Aschenejektor.

a, *b* Schalthebel für die Förderung
c Stahlgußrost
d Ejektorstutzen
e Verschlußklappen
f Betätigungshebel für die Regelklappen *g*
h Zuführschurren

für die Entaschung des Großkraftwerkes Golpa-Zschornewitz mit 386 Ejektoren für 108 Kessel zufriedenstellend in Betrieb ist. Dabei sind zwei Hauptleitungen erforderlich, eine Druckwasserleitung und eine Aschenförderleitung; hieran werden die Ejektoren, durch die die Aschenförderung erfolgt, in der aus der Abbildung ersichtlichen Art angeschlossen. Bei Beginn eines Entaschungsvorganges wird zunächst das Druckwasser eines Ejektors angestellt; sodann wird, nach Öffnen des zugehörigen Verschlusses, die Asche mittels Schurren *h* aus den Aschentrichtern zugeleitet (größere Schlackenstücke — sie werden bis zu einer Stückgröße von 60 mm befördert — können auf einem im Einlauftrichter eingebauten Rost *c* mit der Hand zerkleinert werden). Nach Leerung eines Aschentrichters wird zuerst die Aschenzufuhr und dann der Ejektor abgestellt; das Druckwasser läuft so lange weiter, bis der nächste Ejektor angestellt ist.

An eine Aschenförderleitung können bis 30 Ejektoren angeschlossen werden, jedoch ist immer nur einer in Betrieb; die anderen werden mittels der Hebel *a* und *b* ausgeschaltet. Im Zusammenhang mit dieser Betätigung der Ejektoren muß die Aschenzufuhr mittels der eingezeichneten Klappen geregelt werden. Die Asche kann in dieser Art bis zu 10 m Höhe und 800 m Entfernung unmittelbar, bei größeren Höhen und Entfernungen unter Einschaltung einer Aschenförderpumpe befördert werden.

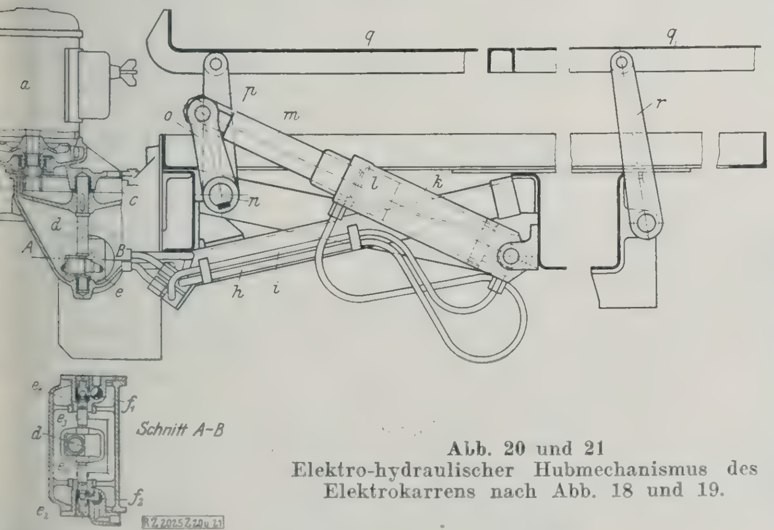


Abb. 20 und 21
Elektro-hydraulischer Hubmechanismus des Elektrokarrens nach Abb. 18 und 19.

…Elektromotor
…Ritzel
…nen verzahntes Stirnrad
…Exzenterwelle
…Epumpe mit Zylindern e_1, … und Doppelkolben e_2
f_1, f_2 Drehschieber
g Hebel zum Einstellen der Pumpe
h, *i* Rohrleitungen
k schwingend gelagerter Druckzylinder
l Kolben
m Kolbenstange
n Achse für *o* und *p*
o, *p* Hubhebel
q Tragschienen
r Stütz- und Führungshebel

Aufzüge

Im Aufzugbau hat die letzte Entwicklung weitere Fortschritte in der Richtung gemacht, die schon seit mehreren Jahren besonders durch die Einführung des Treibscheibenantriebes und der Feineinstellung gekennzeichnet ist. Die mit der Benutzung einer Treibscheiben-Aufzugmaschine an Stelle einer Trommelwinde alter Bauart sich ergebenden Vorteile: Erhöhung der Betriebsicherheit infolge der Verminderung der Seilbiegeanstrengung, Verringerung des Platzbedarfes und Eigengewichtes der Maschine zufolge ihrer kleineren Baubreite, Erleichterung der Normung der Maschine wegen ihrer Unabhängigkeit von der Hubhöhe des Aufzuges — diese und noch andere Vorteile haben den Treibscheibenaufzügen eine schnelle und

weite Verbreitung auch bei uns in Deutschland verschafft. So haben die Otis-Aufzugwerke, die in Amerika — wo bei der größeren Höhe der Gebäude die hiervon unabhängige geringe Breite der Maschine ja besonders schätzenswert ist — diese Bauart schon länger und weitgehend pflegen konnten, bisher in Deutschland schon rd. 1000 solche Anlagen ausgeführt. Während die zunehmende Ausstattung neuzeitlicher Aufzuganlagen mit Treibscheiben in erster Linie Wirkungen wirtschaftlicher Art erstrebt und erreicht, hat das andre Entwicklungsmerkmal, die Ausrüstung der Anlagen mit einer Feineinstellvorrichtung, seine Ursache in dem Streben nach Erhöhung der Bequemlichkeit und Vollkommenheit der Aufzugbenutzung. Den besonderen Zweck, die selbsttätige Herbeiführung einer mit dem Stockwerkfußboden scharf bündigen Einstellung des Fahrkorbbodens, erreicht die Feineinstellung in ihren verschiedenen Bauarten auf rein elektrische oder mechanische Art, wobei entweder nur mit einem Motor oder mit Haupt- und Hilfsmotor gearbeitet wird[19]). In den Vereinigten Staaten von Amerika, wo in den Hochhäusern die Expreßaufzüge mit dem Mehrfachen der bei uns zulässigen Geschwindigkeit fahren, und wo demzufolge das Über- oder Unterfahren der Haltestellen besonders leicht eintrat, hat das Bedürfni dauernd genauer Halteinstellung begreiflicherweise zur Schaffung von Aufzuganlagen mit Feineinstellu führt. In Deutschland wurde die erste Anlage von der Otis-Gesellschaft i. J. 1924 eingericht rasch weitere Ausführungen der gleichen Gesellsc bis Ende 1926, d. i. bis zum Inkrafttreten der neue zugvorschriften, schon mehr als 100 — und viele scher Firmen folgten (Flohr, Tenner, ATG, U Liebig u. a.)[20]).

[19]) Näheres s. „Fördertechnik u. Frachtverkehr" Bd. 21 (1928) S. 75.

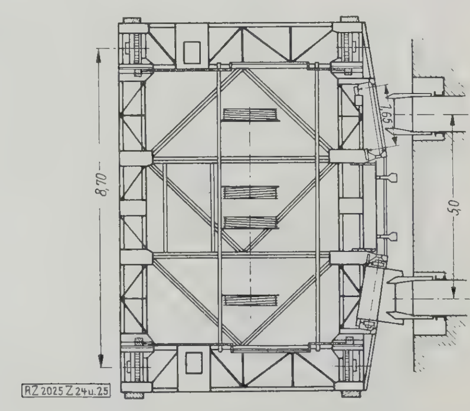


Abb. 24 und 25
Fahrbarer Doppel-Gichtaufzug.

Schon einmal, um die letzte Jahrhundertwende schien den Personenaufzügen in den Schrägbände umlaufenden Geländern ein Nebenbuhler an Orte ken Verkehrs zu erstehen. Es blieb damals in Deutschland bei einigen wenigen Ausführungen, w Benutzung dieser Steigbänder infolge der Schrägst der Trittfläche wohl doch als zu unbequem emp wurde und auch weil die Anlage im Ruhezustand al bindung zwischen den Geschossen für den allge Verkehr nicht zu gebrauchen war.

Nachdem jedoch die Ausbildung fahrbarer wirk Treppen in amerikanischen Kaufhäusern inzwische tere Fortschritte gemacht hatte, haben diese Förde neuerdings auch bei uns wieder Eingang gefunden der Ausbreitung der Großwarenhäuser dürfte s neuzeitlichen F a h r t r e p p e n — deren Benutzungs zeichen die unmerkliche Überleitung des Fahrgas die Steigbewegung ist— eine bessere Zukunft al Steigbändern wohl beschieden sein.

Die Vielartigkeit ihrer Benutzung — in Ruh in Fahrt, treppauf und treppab — sowie die Anseh keit ihrer Leistung — rd. 4000 Personen stündlic der bisher kleinsten Ausführung (von 0,6 m Breit 0,45 m/s Schräggeschwindigkeit der Stufen[21]) — w eine solche Zukunft durchaus rechtfertigen. Auch si neueren Fahrtreppen, in Anpassung an die Sicher einrichtungen bei senkrechten Aufzügen, mit selbstt Vorrichtungen ausgestattet, die bei Bruch oder nu fahrdrohender Dehnung der Tragketten und bei schreiten der normalen Fahrgeschwindigkeit die Tr sofort stillsetzen.

In besonders weitgehendem, richtig amerikani Maße wird das am Hermannplatz in Berlin-Neukölln erstehende Warenhaus von Karstadt mit diesem Bef rungsmittel ausgestattet werden: hier werden weniger als 25 solcher Fahrtreppen eingebaut, die auf dem Bahnsteig der Untergrundbahn[22]) beginne durch alle Stockwerke des Kaufhauses bis zum garten hinaufführen[23]). Doch werden auch hier die treppen die Aufzüge nicht überflüssig machen, die der stattlichen Zahl von 24 Stück — besonders fü Durchgangverkehr und von alten, ungewandten L weiter bevorzugt werden dürften. Zur fördertechni Ausstattung dieses unseres neuesten Warenhause hören an Aufzügen noch acht für Groß- und 13 für K lasten sowie ein besonderer für Kraftwagen.

Als weitere Vervollkommnung für den Betrieb Aufzügen, die schon in dem vorgenannten Kaufhau Hamburg vorgenommen worden ist, sei noch die matische Vorrichtung zum Bewegen der Aufzugtüre wähnt. Mußte bisher der Aufzugführer durch ei Kraft die Türen öffnen und schließen, so genügt jetz Druck auf einen Hebel, um die Türen — der Kabine des Schachtes — schnell und geräuschlos zu bewegen

Von aufzugartigen Fördermitteln aus letzter Zei scheinen noch die beiden nachstehenden bemerkenswer sonderheit wegen der Fahrbarkeit der ungewöhnlich h und leistungstarken Anlage und wegen des zur Ei

[20]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1166.
[21]) Wenn auf der bewegten Treppe die Menschen auch noch gehen — eine weitere vorteilhafte Gebrauchsmöglichkeit gerade bei d Fördermittel! —, so kann die Leistung natürlich noch wesentlich gest werden, und zwar leicht um 50 vH und mehr.
[22]) Zur Bewältigung des Bahnhofsverkehrs sind erstmalig auch b in dem kürzlich in Betrieb genommenen „Bahnhof Ausstellung" bei lottenburg Fahrtreppen herangezogen worden, die, mit 1,22 m Tritt und 0,5 m/s Steiggeschwindigkeit bei 30° Neigung, stündlich 8000 gäste vom unteren zum oberen Bahnsteig befördern können.
[23]) Z. Bd. 72 (1928) S. 361. Die Förderrichtung kann gegebene mittels Druckknopfsteuerung umgeschaltet werden, so daß z. B. kur Geschäftsschluß zum schnelleren Hinausschaffen des Publikums alle pen abwärts laufen können.

; der wagerechten Lage der umlaufenden Tragorgane ienden Mechanismus. Die erste, von der Maschinen- Waggonbau-Fabriks-A.-G. in Simmering nach Abb. 24 25 gebaute Anlage ist ein fahrbarer Doppel-rägaufzug, der zur Beschickung von Erzröstöfen Donawitz dient. Die gesamte Bauhöhe der Konstruk- beträgt über 30 m, ihr Gewicht rd. 80 000 kg. Die age wird, fast bei jedem Hubspiel, längs der einzelnen azinfüllstellen verfahren, und zwar mittels eines S-Elektromotors mit etwa 40 m/min Geschwindigkeit. Leistung jedes dieser beiden in Donawitz vorhan-en Fahraufzüge beträgt 150 t/h, sie wird mit je zwei lerkübeln von 2 m³ Inhalt (4 t Erz) und 50 m/min geschwindigkeit erreicht.

Der in Abb. 26 beim Bretterstapeln dargestellte För-r ist zum Durchfahren der schmalen Zwischenräume schen den Stapelreihen selbst außerordentlich schmal lten. Er hat bei der bekannten umlaufenden Arbeits-se der Paternoster mit pendelnd aufgehängten und sttätig sich wagerecht einstellenden Tragflächen je-für die Wahrung der wagerechten Lage seiner aus-nden Tragpatzen noch eine besondere Einrichtung, im einzelnen aus Abb. 27 und 28 hervorgeht.

Mit dem eigentlichen Hubantrieb, der von einem tromotor *a* aus mittels eines Kettentriebes *b* und er Kegelradgetriebe *c*, c_1 auf die obere gemeinsame riebwelle *d* der beiderseitigen Hubketten *e*, e_1 erfolgt, t gleichzeitig der Mechanismus zur Erhaltung der rechten Lage der Pratzen *f*: zunächst wird von Welle *d* durch Kettentrieb *g* eine gleichsinnig mit Hubketten umlaufende Steuerkette *h* angetrieben. von den Hubketten *e*, e_1 ausladenden Flacheisen-e *i*, i_1 tragen die Achsen *k*, auf denen die Pratzen *f*



Abb. 26
Förderer zum Bretterstapeln.

Abb. 27 und 28
Aufbauschema des Staplers nach Abb. 26.

a Umkehrmotor, 2,5 PS
b Kettentrieb
c, c_1 Kegelradgetriebe
d Antriebwelle für die Hubketten
e, e_1 Hubketten
f Tragpratzen
g Steuerkettentrieb
h Steuerrad
i, i_1 Tragböcke
k Steuerachse für die Tragpratzen *f*
l Steuerarm
m Steuerböcke

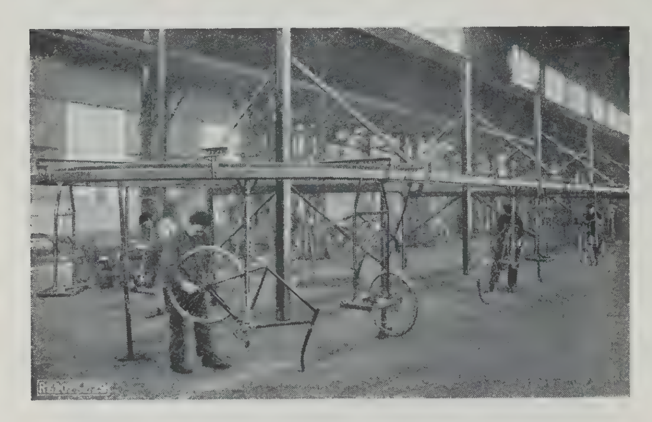


Abb. 29. Hängebahn für den fließenden Zusammenbau von Fahrrädern.

festgemacht sind. Die Achsen selbst wieder und damit also auch die Pratzen, werden durch den Arm *l* von einem Steuerbock *m*, dessen Fußpunkte an den Gelenkpunkten der Steuerkette *h* angeschlossen sind, so beeinflußt, daß sie stets in der gleichen, wagerechten Stellung bleiben und daß auch an der oberen Umkehrstelle des Förderers die Last nicht abgeworfen wird, sondern sanft in die andere Förderrichtung übergeht.

Der Grundsatz ununterbrochener Arbeitsweise, der diesem Stapler in senkrechter Förderrichtung eigen ist, ist in ausschließlich oder doch überwiegend wagerechter Richtung das Merkmal der neuzeitlichen

Fördermittel für fließende Fertigung.

Die Entwicklung, die dieses in den letzten Jahren fast überreichlich behandelte Gebiet bis heute genommen hat, ist weniger eine bauliche als betriebliche, d. h. sie ist weniger in der Schaffung von an sich neuen Fördervorrichtungen zum Ausdruck gekommen, als vielmehr in der neuartigen Einführung bekannter Fördermittel in den Bearbeitungsgang schon der allerverschiedensten Erzeugnisse, und zwar von der Anfuhr der Rohstoffe bis zum Verpacken und zum Versand der Fertigware. Daß dabei vereinzelt auch Vervollkommnungen konstruktiver Art vorgenommen worden sind, ändert nichts an der Tatsache der vorwiegend doch nur quantitativen Entwicklung dieses Gebietes in fördertechnischer Hinsicht.

Hierin allerdings ist die Entwicklung, veranlaßt durch das allgemeine Streben nach gewinnversprechender Betriebsrationalisierung durch Einführung von Fließarbeit, vielfach geradezu stürmisch gewesen. Man möchte fast von einer Rationalisierungsepidemie sprechen, die auch solche Betriebe zu ihrem Nachteil zu ergreifen droht, bei denen die Voraussetzungen für die Zweckmäßigkeit einer solchen, an sich oft recht kostspieligen Einführung gar nicht vorliegen: genügend große Herstellungsmengen oder Absatzmöglichkeiten, Genauigkeit der Arbeitsvorbereitung, hochwertige Bearbeitungsverfahren (Austausch-Präzisionsarbeit), weitgehende Unterteilbarkeit der Arbeitsvorgänge oder die Ermöglichung gleichbleibender Einzelhantierungen u. a. m.

Daß bei der Fertigung gerade so vielfach zusammengesetzter Erzeugnisse, wie Kraftwagen und Fahrrädern (mit rd. 3000 bzw. 1500 Einzelteilen!), aber nicht bloß eine amerikanische Riesenproduktion die Durchführung von Fließarbeit rechtfertigt, beweisen unsere großen deutschen Werke, deren Entwicklung gleichzeitig die Wechselwirkung zwischen Fließarbeit und Erzeu nicht nur in der selbstverständlichen Steigerung Mengen, sondern auch in der Hebung der Güte zeigt[24]

So haben z. B. die Opelwerke mit der zunehm Einführung der Fließfertigung seit 1924 die Tagese gung von Fahrrädern auf etwa das Fünffache, von wagen sogar auf das Zehnfache steigern können dabei auch die Güte der Arbeit sich noch gehober beweist der trotz zunehmenden Wettbewerbes wach Ruf der Erzeugnisse. Ähnlich liegen die Verhäl auch bei den Brennabor-Werken, die als erste deu Kraftwagenfabrik schon gleich nach Kriegsende einen Teil ihrer Zusammenbauarbeiten die fließende tigung, wenn auch noch ohne motorischen Antrieb geführt haben.

Die jetzt wohl am meisten angewendeten Forme Fördermittel für Fließarbeit, die Kette und den (der bei senkrechter Ablenkung gewöhnlich als bezeichnet wird, auch wenn er stofflich mit d keinerlei Ähnlichkeit hat) zeigen Abb. 29 bis 31 in ei typischen Ausführungen (Schenck). Die für den sammenbau von Fahrrädern bestimmte Anlage, A besteht aus einer von einem 1 PS-Motor angetrie Förderkette von 72 m Länge, die mittels kleiner W abwechselnd ein nach unten auskragendes Rohr mit

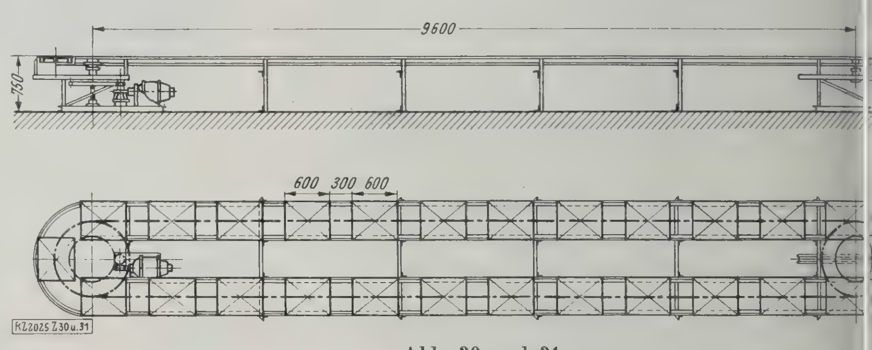


Abb. 30 und 31
Wandertisch zur fließenden Bearbeitung von Silbergeräten.

einstellbaren Vorrichtung zum Befestigen der Fahr und eine Plattform mit den zusammenzubauenden Teilen

In Gegenüberstellung zu solchen platzspare Hängebahnen zeigen Abb. 30 und 31 die heute vie übliche Anordnung und Arbeitsweise einer auch als laufstandbahn bezeichneten Wandertischanlage, wi als Arbeitshilfsmittel für Form- und Gießzwecke für sonstige Werkstattarbeiten benutzt wird. dargestellte Ausführung dient in der Silberwarenf Binder zu Schwäb. Gmünd zum „fließenden“ Pu Polieren und Überprüfen der Fertigwaren, wobei Vermeidung von Beschädigungen der empfindli Silbersachen die Tischplatten aus Holz hergestellt si

Zusammenfassung

Als Endziel fast aller Entwicklungsbestrebunge der Fördertechnik kann man wohl zusammenfassen Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Fördervorg nennen: sei es nun unmittelbar durch bauliche Ver kommnung der Fördermittel mit Verbesserung Wirkungsgrades oder mittelbar durch Vergröße ihrer Leistungsfähigkeit bei Ersparung weiterer me licher Arbeitskräfte oder durch Neueinführung in bi unberührte Fertigungsgebiete mit Betriebsrational rung. Ist allgemein schon eine Fördereinrichtung Selbstzweck, sondern nur Mittel zum Zweck, so ist Zweck der letztjährigen fördertechnischen Bestrebu — eben die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit — in heutigen Zeit wirtschaftlicher Not leider ebenso se verständlich wie zwingend. [B 202

[24]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 256.

... Londoner Brennstofftagung 1928

Rostfeuerungen für Dampfkessel

Von Dipl.-Berging. B. KRETZSCHMAR, Berlin

Die Vorträge gelegentlich der Brennstofftagung in London bestätigen die Überlegenheit der selbsttätigen Rostfeuerungen gegenüber den Feuerungen mit Handbeschickung für alle festen Brennstoffe, auch die minderwertigen. Berichte aus dem europäischen und außereuropäischen Ausland ergeben weiter, wie schon deutsche Erfahrungen, daß für Holz und Torf Kettenroste, für Braunkohle Ketten- und selbsttätige Treppenroste und für geringwertige Kohle neben Wanderrosten die Unterschubfeuerungen als die wirtschaftlichsten Rostfeuerungen zu bezeichnen sind.

... den Vorträgen der Internationalen Brennstofftagung ...er Weltkraftkonferenz wurden Feuerungen mit ...dbeschickung sowie mit selbsttätigen Rosten für ver...dene feste Brennstoffe, wie Holz, Torf, Braunkohle ... Steinkohle behandelt. Die Vorträge haben beson... hinsichtlich der Verwendbarkeit geringwertiger ...nstoffe auf selbsttätigen Rosten für die Dampferzeu...g wertvolle Erfahrungen der Allgemeinheit zugäng... gemacht.

Holz

Das Thermo-Technische Forschungsinstitut in Moskau ...sich eingehend mit der wirtschaftlichen Verbrennung ... Holz befaßt[1]). Bei der Verbrennung von Holz wird ... Vorteil der geringen Verluste infolge des geringen ...hengehaltes und der großen Stückelung teilweise da...h aufgewogen, daß die Rauchgasverluste höher als ...der Kohle sind, weil das Holz, bezogen auf die er...gte Wärmeeinheit, wegen des hohen Wassergehalts ... größere Rauchgasmenge ergibt. In großen Stücken ...d das Holz noch vielfach mit Handbeschickung auf ...nrosten oder in Schachtfeuerungen verbrannt. Plan...e haben als Nachteile die unregelmäßige Beschickung ... den großen Luftüberschuß. Die dadurch bedingte ...leichmäßige Verbrennung kann man durch Anwen...g von Gebläsen an Stelle des natürlichen Zuges oder ...liegender Roste mit hochliegenden Feuertüren be...en, die den Zustrom kalter Luft unter Ausnutzung ... natürlichen Zuges gestatten. Man erreicht so Ver...pfleistungen von 25 bis 30 kg/m²h bei Wirkungsgra... von 86 vH.

Schachtfeuerungen mit geneigter oder senkrechter ...e des Brennstoffbettes gestatten doppelt so große ...tbelastung wie Planrostfeuerungen, bei einem Wärme...satz von 3 Mill. kcal/m²h, bezogen auf die Rostfläche, und beim Verfeuern von Holz mit 45 bis 50 vH Feuchtigkeit. Trotz dieser hohen Leistungsfähigkeit des Rostes ist die erzielte Verdampfleistung infolge der zu niedrigen Rauchgastemperaturen zu gering. Außerdem ist die Bedienung der Feuerung zu kostspielig. Unter Mitarbeit der russischen Papierindustrie hat daher das Thermo-Technische Forschungsinstitut Versuche über Holzfeuerung auf Kettenrosten mit Erfolg durchgeführt.

Holzspäne von $50 \times 30 \times 5$ mm³ mittlerem Inhalt und 27 bis 43 vH Feuchtigkeit lassen sich dabei mit Unterwind, der bis auf 150 ° vorgewärmt ist, bei einer Wärmebelastung des Rostes von 900 000 kcal/m²h und einer Wärmebelastung des Feuerraumes von 300 000 kcal/m³h verfeuern. Die Verluste durch unvollständige Verbrennung und durch den Kraftverbrauch der Feuerung, die mit der Rostbeanspruchung wachsen, betragen bei obiger Beanspruchung 1,5 vH, während der Luftüberschuß bei wechselnder Beanspruchung nahezu mit 40 vH gleich bleibt. Auf diese Weise kann man ohne Erhöhung der Brennstoffkosten die selbsttätige Verbrennung von Holz selbst in großen Anlagen hoch wirtschaftlich lösen.

Torf

Untersuchungen an Torffeuerungen hat weiter das russische Torf-Forschungsinstitut angestellt[2]). Am besten hat sich die von *Makarieff* entworfene Schacht-Kettenrostfeuerung, Abb. 1, in der Praxis bewährt, mit der man Dampfleistungen von 50 kg/m²h und mehr bei Verfeuerung von Torf mit 45 vH Feuchtigkeit auf schwach geneigten Kettenrosten *a* erzielt. Der Torf wird vor der Aufgabe auf den Rost auf besonderen Stufengewölben *k* nach Durchgang durch den Beschickungsschacht *b* vorgetrocknet, und die Dicke der Brennstoffschicht auf dem Rost wird durch Verändern der Rostgeschwindigkeit geregelt; nur bei wechselnder Feuchtigkeit sind Regelschieber *d* zu empfehlen. Von großer Bedeutung ist, besonders bei feuchtem Torf, die Ausgestaltung der Verbrennungskammer *c*. Zuführung der Luft in getrennten Schichten durch Regelvorrichtungen *g* ist sehr wichtig, weil man dadurch die Güte der Verbrennung regeln kann. Hinter dem Schlackenbrecher *l* am Rostende befindet sich der Aschenkanal *f*, der mit einem Zusatzrost zur vollständigen Verbrennung von noch teilweise unverbranntem Koks versehen ist. Infolge der günstigen Ergebnisse dieser Rostfeuerung hat man das Elektrizitätswerk auf dem Schatura-Moor, das zur Zeit drei Turbodynamos von je 16 000 kW enthält und bis auf 100 000 kW Gesamtleistung ausgebaut werden kann, mit Torffeuerung ausgerüstet. Die Feuerung erzeugt auf 1 m² Rostfläche über 3 Mill. kcal/h und verbrennt mehr als 1000 kg/h Torf.

Diese hohen Leistungen bei verhältnismäßig hoher Feuchtigkeit des Brennstoffs sind erstaunlich. Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei wechselnder Verdampfleistung die Temperatur der Rauchgase nicht in dem Maße steigt, wie man zunächst annahm. Das ist für ein Kraftwerk sehr wichtig, da man die Kesselbelastungen in weiten Grenzen ändern kann, ohne den Gesamtwirkungsgrad zu verschlechtern. Der niedrige Luftüberschuß und die geringen mechanischen Verluste ergeben Wirkungsgrade des Kessels bis 87,6 vH. Auch bei uns hat man die Vorteile dieser Feuerung erkannt und sie mit Erfolg im Kraftwerk Wismoor und in den Heseper

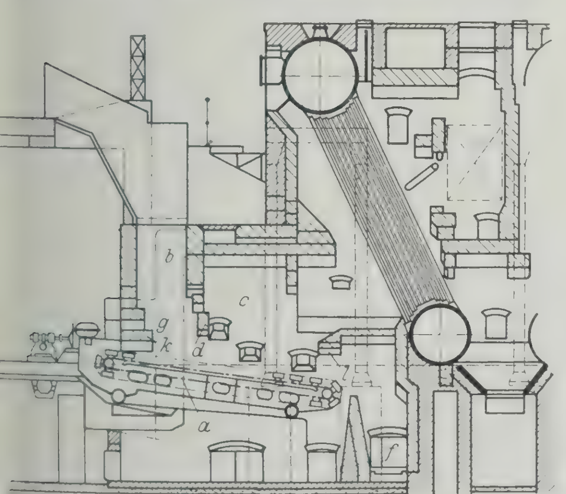


Abb. 1
Schacht-Kettenrostfeuerung von *Makarieff* für einen mit Torf geheizten 39 m²-Garbe-Kessel des Straßenbahn-Kraftwerkes Leningrad.

a Kettenrost
b Beschickungsschacht
c Verbrennungskammer
d Brennstoff-Regelvorrichtung
f Aschenkanal
g Luft-Regelvorrichtung
k Vortrocknungs-Stufengewölbe
l Schlackenbrecher

[1]) *L. K. Kramzin*, Utilisation of low-grade fuels in U. S. S. R.

[2]) Scientific Experimental Instituts of Peat: Peat combustion practice in U. S. S. R.

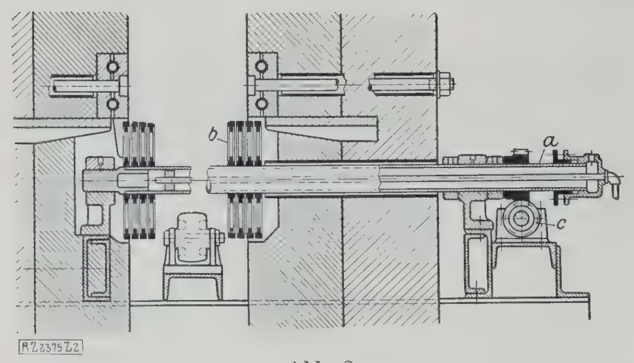


Abb. 2
Aufbau eines Scheibenkettenrostes für Torf nach *Makarieff*.
a Hohlwelle *b* Rostscheiben *c* Schneckenradantrieb

Torfwerken bei Meppen angewandt. Versuche in der Zuckerraffinerie Kalinin haben die Vorteile der Luftvorwärmung mittels der Verbrennungsgase bewiesen.

Nachteilig ist allerdings, daß bei der hohen Verdampfleistung von 50 kg/m²h die Rauchgastemperatur hinter dem Kessel etwa 400 ° beträgt; sie sinkt infolge der Luftvorwärmung auf 130 ° beim Verlassen des Kesselhauses. Lufttemperaturen von 300 bis 340 ° wirken ungünstig auf die Kettenroste, die auf die Dauer höchstens 200 ° aushalten. Um dem zu begegnen, hat man die Schachtfeuerung mit selbsttätigem Scheiben-Kettenrost, Abb. 2, entwickelt; diese gestattet, in regelmäßigen Zeitabschnitten bis auf 350 ° vorgewärmte Luft einzublasen, indem man die Scheiben *b* des Wanderrostes in verschiedenen Brennzonen auf verschiedene Weite der Luftquerschnitte einstellt. Die Hohlwelle *a*, auf der die Scheiben sitzen, hat innere Wasserkühlung und wird mittels einer Schnecke *c* langsam gedreht. Der Scheibenrost enthält etwa 30 Rostglieder, die aus runden, nebeneinander angeordneten Scheiben mit 200 mm Dmr. bestehen. Über die Scheibenbreite hinausstehende Naben gestatten genügende Spaltenöffnungen für den erforderlichen Luftdurchtritt. Die Bauart ermöglicht vollständige Verbrennung und verhindert Rostverstopfungen. Für Torfmull wird der Scheibenrost stark geneigt angeordnet, damit der Rostdurchfall nicht zu groß wird.

Braunkohle

Sehr bemerkenswerte Berichte liegen über die Verfeuerung australischer Braunkohle aus dem Staate Viktoria vor, wenn auch betont werden muß, daß sich die hier mitgeteilten Erkenntnisse, insbesondere in bezug auf die Trockenanlagen, größtenteils auf deutsche Erfahrungen und Lieferungen gründen[3]). Die Kohlen, die im Staate Viktoria vorkommen, wechseln wesentlich in physikalischer und chemischer Beschaffenheit, so daß ein Kraftwerk, das ursprünglich Kohle mit 45 bis 50 vH Feuchtigkeit verfeuerte, jetzt eine solche mit 4 vH Feuchtigkeit verfeuern muß. Die erste Kohle kann man auf Kettenrosten mit verteiltem Unterwind am vorteilhaftesten verbrennen. Hierbei sind weit nach vorn gezogene Feuergewölbe und Verbrennungskammern zur Verlängerung der Flammenwege von Vorteil. Die stündliche Rostbelastung beträgt 400 kg/m², entsprechend einer Wärmebeanspruchung von rd. 1,2 Mill. kcal/m²h. Die Kohle mit 64 vH Feuchtigkeit muß man dagegen vor der Aufgabe auf den Rost trocknen; man trocknete sie zunächst in einer schrägen Rinne mittels der Rauchgase und erzielte bei Auftrocknung um 10 vH um 30 vH höhere Höchstleistung der Kessel.

Die Korngröße der Kohle ist hierbei sehr wichtig für die Leistungsfähigkeit der Trockenanlage. Siebt man die Kohle ab, um das grobe Korn zur Dampferzeugung und das feine Korn für Brikettierzwecke zu verwerten, so macht die Siebverstopfung Schwierigkeiten, läßt man feineres Korn dagegen bei der Kohle, so verstopft sich die Trockenrinne infolge der Plastizität der Kohle. Die

[3]) State Electricity Commission of Victoria: Progreß in the development of combustion of Victorian brown coal. Vergl. a. Z. Bd. 71 (1927) S. 223.

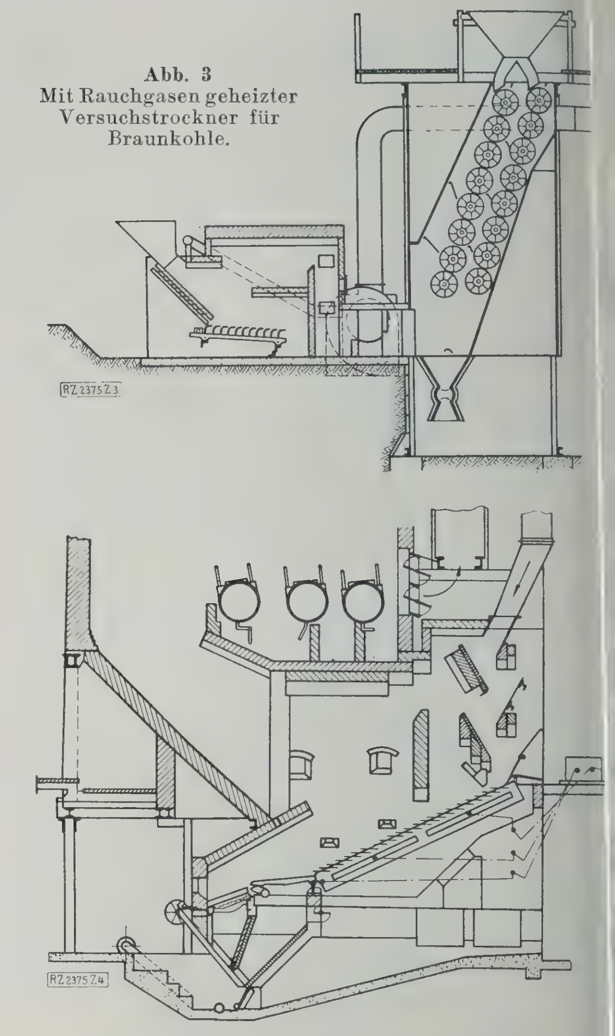


Abb. 3
Mit Rauchgasen geheizter Versuchstrockner für Braunkohle.

Abb. 4
Selbsttätiger Treppenrost mit Vortrockenschacht im Kraftwerk Yallourn.

Größe des Zuges, die Bemessung der Trockenrinne u… die Führung und Berührung der Gase mit der Koh… entscheiden über den Erfolg der Vortrocknung.

Abb. 3 zeigt einen mit besonderen Leitblechen au… gerüsteten Trockenschacht, der als Vortrockner für d… Anbau an vorhandene Kessel entwickelt wurde. D… Gase treten hier von unten in den Schacht ein u… streichen an der herabfallenden Kohle vorbei. Doch nic… genügende Besserung im Zugverlust, große Staubverlus… und eine zu verwickelte Bauart infolge der vielen b… weglichen Teile stellen den Erfolg in Frage. Wen… auch die Vortrocknung die Möglichkeit schneller Au… nahme von Spitzenleistungen bietet, da man größe… Mengen von schnell verfeuerbarer Kohle über dem Ro… bunkern kann, so hat man doch mit der Zeit infolge d… praktischen Schwierigkeiten und des nicht genügend… Trockenraumes die Trocknung in die Brennkammer ve… legt und zu diesem Zwecke die Roste mittels vorgeset… ter geneigter, zunächst fester Treppenroste, vergröße… Versuche haben gezeigt, daß selbsttätig bewegte Z… satzroste für das Verfeuern von Kohle von veränderlich… Korngröße vorteilhafter sind. Bei der Treppenros… feuerung ist wichtig, daß sich die Kohle auf dem Ro… in der Vortrocken- oder Trockenzone sowie in d… Verbrennungszone verschieden schichtet. Ferner mu… das Kohlenbett von unten her brennen, wenn man ei… gute Trocknung erreichen will. Das Zurückschlagen d… Flamme wird durch gutes Regeln der Kohlenzufuhr ve… mieden.

Ein großer Vorteil des selbsttätigen Treppenrost… ist seine leichte Anpassung an schwankende Zusamme…

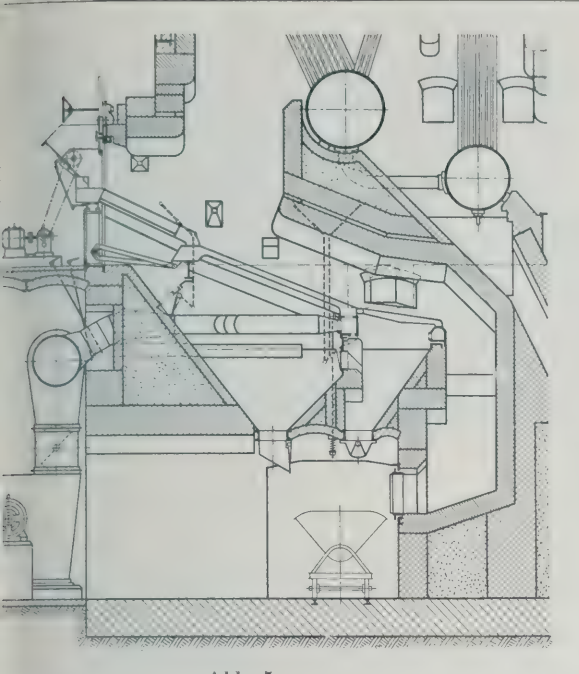


Abb. 5
Spezial-Plutofeuerung des Überlandkraftwerkes Ebenfurth für feuchte Braunkohle.

g der Kohle und Änderungen der Belastung. Auch ndet man Treppenroste in Verbindung mit Trok- ıächten; die Kohle wird hier im Zickzackweg zwi- Feuergewölben hindurchgeführt, s. Abb. 4. Durch e Durchmischung der Kohle und bessere Trocken- ıg der Gase bei Vergrößerung der Kohlenober- und bessere Ausnutzung der Strahlungswärme von und Wänden sind günstige Erfolge erzielt worden. che an dieser Feuerung ergaben einen Wärme- : von 820 000 kcal/m²h; diese Leistung läßt sich Vorwärmen der Luft auf 200° und Vorwärmen ıeisewassers mittels Turbinenabdampfes noch um 15 vH erhöhen, da die Verluste durch Strahlung und Unverbranntes bei mittlerer Verdampfleistung nur ; vH betragen. Auch beim Verfeuern von russischer kohle auf Kettenrosten macht sich der günstige ß der Luftvorwärmung und der richtigen Mischung ıft mit den Rauchgasen geltend. Die vorteilhafteste ung des Feuerraumes beträgt hier 300 000 kcal/m³h.

Geringwertige Kohle

ie Wiener Elektrizitätswerke sind infolge des Ver- wichtigster Kohlenfelder durch den Krieg, gezwun- einheimische, minderwertige Braun- und Stein- ı zu verfeuern[4]). Bei dem dadurch notwendig denen Umbau der teilweise noch mit Handbeschik- arbeitenden Planrost-Feuerungen hat sich als wirt- lichste Rostfeuerung die Unterschubfeuerung mit n Unterwind erwiesen. Durch Verkürzen der ı Hohlroste um die Schwelzone hat man die Rost- auf die eigentliche Brennbahn beschränkt und da- den Feuerraum wesentlich vergrößert, was für die ennung von feuchter Braunkohle vorteilhaft ist, s. 5. Der Unterwind wird dem Schwelrost durch hn abdeckenden Schamotteplatten, dem Hohlrost die hinteren Rostbalken und dem Anhängerost im fsfalle durch Klappen zugeführt. Auch durch Vor- n der Luft auf 120° wird die Rostleistung erhöht. chlacke wird unter Wasserabschluß selbsttätig aus- ren.

ür das Verfeuern der sehr weichen, gasreichen, packenden, langflammigen und aschenarmen Tertiär- Holl. Ostindiens[5]) mit Handbeschickung gelten de Bedingungen:

1. kleiner Rost bei möglichst großem Brennraum,
2. Aufgabe der Kohle in nicht zu dünner, aber regelmäßiger Schicht in kurzen Zeitabständen zur Vermeidung von freien Stellen auf dem Rost.
3. Regelbare Zuführung der Verbrennungsluft bei genügender Menge von Oberluft.

Die Möglichkeit, den Rost um 0,1 bis 0,5 seiner Länge zur Erzielung höherer Leistung verkürzen zu können, ist wesentlich. Die Rostbelastung läßt sich durch künstlichen Zug bis auf 160 kg/m²h steigern. Zur besseren Sammlung der Wärme im Feuerraum und innigeren Mischung von Gas und Luft sowie zur Vermeidung von zu starkem Zug im Verbrennungsraum hat sich das Erhöhen der Feuerbrücken als günstig erwiesen.

Für die wirtschaftliche Verbrennung ist es jedoch angebracht, diese Kohle auf selbsttätigen Rosten zu verfeuern. Neben Wanderrosten sind die Unterschubfeuerungen vorteilhaft, auch bei Schiffskesseln, für die man die Kohle zumeist verbraucht. Die Roste werden über einen am Fuße des Vorratbunkers angebrachten Gleitboden beschickt, dessen veränderliche Geschwindigkeit das Regeln der Brennstoffmenge gestattet. Bei feinen Kohlen muß der Unterwind kräftig genug sein, um das Verstopfen der Rostmulden zu verhindern, auch muß man auf gleichmäßige Verteilung der teils von unten in die Mulde und teils über diese geführten Luft achten.

Die Rostfläche vergrößert und verkleinert sich selbsttätig. Zusatzroste vergrößern die Rostfläche bei höherer Kesselleistung und sammeln außerdem die Asche, die selbsttätig entfernt wird. Der Wirkungsgrad beträgt 72 vH. Selbsttätige Rostfeuerungen liefern mit dieser Kohle um 20 vH geringeren Verbrauch und einen um 9 vH höheren Wirkungsgrad als Handfeuerung.

[B 2375]

Beschleunigungsmesser von Galitzin

Ein idealer Beschleunigungsmesser darf keine Rückwirkung und keine Eigenschwingungen haben; die Rückwirkung bemißt sich nach der Bewegungsänderung an der Koppelstelle, an der die Beschleunigungskraft auftritt, die Eigenschwingung vermeidet man, indem man die Eigenfrequenz verhältnismäßig sehr groß oder die Eigenschwingungsdauer sehr klein bemißt.

Ein solches Gerät zum unmittelbaren fortlaufenden Aufzeichnen der Beschleunigung hat *Galitzin* bereits 1915[1]) angegeben. Das Verfahren beruht auf der piezoelektrischen Erscheinung von Kristallen. Gegen eine nach einer elektrischen Achse gerichteten und mit einem Metallüberzug auf den beiden gegenüberliegenden Seiten versehenen Quarz- oder Turmalinplatte s, Abb. 1, lehnt sich ein Gewicht g und überträgt seinen Druck mittels eines Ebonitplättchens auf diese Platte, deren innere Seite geerdet ist; die äußere Seite erhält eine in weiten Grenzen dem Druck proportionale elektrische Ladung, die mittels eines Saiten-Elektrometers gemessen oder photographisch aufgezeichnet wird.

Tritt eine Beschleunigung b auf, so ist der Druck $P = \mathrm{Mg} \sin \alpha + \mathrm{Mb} \cos \alpha = P_0 + \mathrm{Mb} \cos \alpha$, somit der Druckunterschied $p = P - P_0 = \mathrm{Mb} \cos \alpha$. Dem Druck P_0 entspricht die Nullinie auf dem Lichtpapier, so daß die Ordinaten y proportional den Druckunterschieden p oder den Beschleunigungen b sind, $y = A\,b$, wobei A eine mittels Zusatzgewichtes leicht bestimmbare Konstante des Geräts ist.

Abb. 1
Schema des Beschleunigungsmessers von *Galitzin*.

Galitzin hat das Verfahren auf einem Schütteltisch erprobt und große Genauigkeit und besondre Empfindlichkeit für Beschleunigungen mit kurzen Perioden gefunden. Mit Rücksicht auf die große praktische Bedeutung[2]) dieses Meßverfahrens ist es wichtig, darauf besonders hinzuweisen und gleichzeitig einen Irrtum zu berichtigen, der mir auf S. 63 und 221 meines Buches[3]) unterlaufen ist und auf den mich Dr.-Ing. *Lürenbaum* freundlichst aufmerksam gemacht hat.

Breslau [M 2594] *H. Steuding*

[4]) *F. Siedle*, Die Entwicklung der Feuerungsanlagen der Wiener ·hen Elektrizitätswerke.
[5]) *H. T. Pakker*, The combustion of tertiary coal on ships of the Dutsch Packet Navigation Co in the Indian Archipelago.

[1]) Comptes Rendus Bd. 161 S. 281, 304.
[2]) Vergl. *Zorn*, Z. Bd. 71 (1927) S. 1722.
[3]) „Messung mechanischer Schwingungen", Berlin 1928.

RUNDSCHAU

Unfallverhütung

Zwei Explosionen durch Wasserstoff-Stahlflaschen

Eine Anregung zur Unfallverhütung

Am 20. Dezember 1928 abends explodierte auf dem Verschiebebahnhof Berlin-Pankow ein großer gedeckter Güterwagen. Der Wagen war nördlich von Berlin mit 554 teils Sauerstoff, teils Wasserstoff enthaltenden Stahlflaschen beladen worden und wurde als Bremswagen eines Güterzuges zusammen mit einem andern beladenen Güterwagen auf ein Nebengleis abgelassen. Die beiden gekoppelten Wagen fuhren auf den um die eine Schiene gelegten Bremsschuh auf. Dabei ereignete sich eine Explosion, die der durch den Vorderwagen geschützte Rangierer beobachten konnte.

Unter starkem Knall erhellte eine große Flamme für einen Augenblick die Dunkelheit. Das ganze Dach des Wagens wurde abgedeckt, Abb. 1, und zerrissen, so daß viele Holzsplitter umherflogen; der Hauptteil des Daches fiel etwa 7 m entfernt nieder. Die Umfassungswände des Wagens wurden stark nach außen gebogen, die Schiebetüren herausgeschleudert. Acht bis zehn Stahlflaschen fielen auf jeder Seite heraus, aber alle Flaschen, auch die herausgefallenen, blieben unversehrt, mit Ausnahme einer Wasserstoffflasche!

Der zerstörte Güterwagen hatte 8 m Länge, 15 t Ladegewicht, 17,5 t Tragfähigkeit und 21,3 m² Bodenfläche und an jeder Längsseite sechs eiserne Streben außer den Ecksäulen. Diese Streben, auch die der Querseiten, waren von unten an bis zu 45 ° nach außen gebogen.

Die Wasserstoffflasche, die Ursache der Explosion, wurde in ein großes Stück, das noch die unversehrte Schutzkappe enthielt, Abb. 2, in den ziemlich glatt abgetrennten runden Boden, in ein Stück von 85 cm Länge und bis zu 11 cm Breite, dann in drei Stücke von 20 bis 35 cm Länge und etwa 15 kleinere Stücke bis zu 10 cm Länge zerknallt.

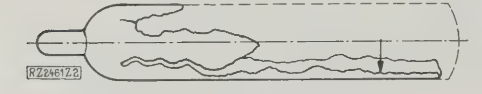


Abb. 2 Das größte Stück der explodierten Wasserstoffflasche

Vom Fußkranz der Flasche war nichts zu entdecken; es fehlte also scheinbar die „das Rollen der Flasche verhindernde Vorrichtung, die sich bei Flaschen für den Bahntransport nicht an der Schutzkappe befinden darf“[1]). Die Flasche hatte rd. 1 m Rohrlänge und 20 cm Dmr.

Es ist möglich, daß die Flasche eine fehlerhafte Stelle hatte, an der sich etwa 1 bis 2 h vor der Explosion infolge ungünstiger Lagerung und infolge der Erschütterungen beim Verschieben des Wagens ein kleiner Riß gebildet hatte. Aus diesem könnte das Gas langsam ausgeströmt sein und mit der Luft des verschlossenen Wagens Knallgas gebildet haben, ähnlich wie sich bei den letzten großen Gasexplosionen mit Hauseinstürzen in Berlin Leuchtgas langsam mit Luft mischen konnte. Durch den unvermeidlichen Stoß beim Auffahren des Wagens auf den Bremsschuh kann sich das Gemenge entzündet haben.

Dieser Annahme steht, wenn auch nur zum Teil, die große Diffusionsgeschwindigkeit des Wasserstoffs entgegen. Wahrscheinlicher ist daher, daß die fehlerhafte Flasche hoch gelagert war und bei dem Verschiebestoß herabgefallen ist. Die Flaschen waren von den beiden Querwänden aus aufgestapelt; der eine Stapel mit den etwas kleineren Sauerstoffflaschen war 1,30 m, der andere 1,80 m hoch und zwischen den Stapeln blieb noch eine beträchtliche Lücke frei. Beim Herunterfallen jener Flasche strömte sehr schnell das Gas, mehr als 3 m³, aus, wobei, vielleicht an mehreren Stellen des Bruches, die Temperatur auf die Zündgrenze (rd. 600 °) stieg. Hierdurch wurde die chemische Vereinigung mit dem Luftsauerstoff, der noch im Überschuß vorhanden war, ausgelöst — gleichsam ein wissenschaftliches Experiment in großem Maßstabe. — Glücklicherweise wurde kein Mensch geschädigt; der Materialschaden betrug etwa 1700 *RM*. Daß alle übrigen Flaschen unversehrt geblieben sind, beweist, wie vorzüglich sich die Stahlflaschen aus nahtlosem Stahlrohr, ihre sichere Füllungsweise und ihre amtliche Prüfung bewähren.

Der vorliegende Fall mahnt allgemein und eindringlich, mit den gefüllten Wasserstoffflaschen besonders vorsichtig

[1]) Vergl. Die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (Berlin 1922) S. 176.



Abb. 1
Großer gedeckter Güterwagen nach der Explosion.

umzugehen und sie namentlich vor dem Fall zu bewa denn Explosionen von Wasserstoffflaschen sind, wege möglichen Knallgaswirkung, unvergleichlich schlimm solche von Sauerstoff- oder Kohlensäureflaschen[2]).

Bei der Bahnbeförderung empfiehlt es sich, vor Wagen mit gefüllten Stahlflaschen stets einen gleichen Wagen laufen zu lassen. Solche Wagen sollte ner nebst dem Schutzwagen nur langsam abgestoßen w und auf den Bremsschuh auffahren. Zu diesem Zweck es nützlich, das im Eisenbahnbetrieb bereits übliche P dreieck mit dem Aufdruck „Explosiv“ in den vergit Verschlag unten am Wagen einzulegen. Vorsicht ist b ders im Sommer notwendig (bei dem Unfall betrug die peratur — 6 bis — 8 °). Die schweren Flaschen an Querwänden aufzustapeln, erscheint nicht zweckm sicherer ist es, die Bodenfläche mit den Flaschen zu bed oder die Flaschen aufrecht hinzustellen. Stoßdämp Einlagen zwischen den Stahlflaschen, etwa Strohka Strohwickel oder dergl., wären in Erwägung zu ziehen unverbrennlich zu machen, bietet heute keine Schwierig z. B. waren auf der Düsseldorfer Ausstellung 1926 nebe verbrennlichem, bedrucktem Papier unverbrennlich gem dünne Hobelspäne ausgestellt. Die Farben rot, blau, usw. zur Kennzeichnung von Wasserstoff, Sauerstoff, lensäure usw. dürften erst aufgetragen werden, nachde Flasche auf fehlerhafte Stellen hin geprüft worden ist. füllte Stahlflaschen sollten endlich niemals in den le Wagen eines Güterzuges, den Bremswagen, verladen we damit der Bremser nicht gefährdet wird.

Am 7. Februar 1929 ereignete sich ein andrer Fal dem Gelände der Osram-G. m. b. H., Berlin. Hier handel sich in erster Linie nicht um eine eigentliche Wasser Luftexplosion, sondern um eine unaufgeklärte S entzündung von ausströmendem Wasserstoff bei ordn mäßigem Entspannen von Wasserstoff-Stahlflaschen. einem Schuppen des Lagerplatzes wurden gleichzeitig Flaschen in einem kleineren Vorraum entladen, der etwa 10 Flaschen enthielt; vor jede der sechs Flaschen ein Rossignol-Ventil geschaltet. Der anschließende La raum enthielt rd. 400 mit Wasserstoff gefüllte Flas unter einem gemeinsamen Dach; alle Flaschen hatten Rauminhalt. Aus den sechs Flaschen wurde der Wasser zunächst in große zweihalsige *Woulfesche* Flaschen dann zu weiterem Verbrauch nach einem entfernt geleg Gasometer geleitet. Der mit dem Entspannen beschäf Arbeiter vernahm das regelrechte Signal (Glockensig das anzeigt, wann der Gasometer gefüllt oder wann er ist und wieder gefüllt werden soll. In dem Augenblick er zum Abstellen des drei Schritt entfernten Signals ereignete sich die Entzündung des Wasserstoffs. So Selbstentzündung kann stattfinden, wenn Wasserstoff Stahlflasche zu schnell entströmt. In der Regel brennt bei das Gas ruhig aus, ohne daß ein Zerknall der Fla eintritt. Die Flamme verursachte nun einen kleinen Br der den Arbeiter veranlaßte, die Hausfeuerwehr alarmieren. Diese war sofort zur Stelle, der Brand h aber inzwischen auf das benachbarte Lager übergegri so daß die 400 Wasserstoffflaschen nach und nach ausbra ten, indem sie von der Stelle des geringeren Widerstan

[2]) Vergl. *O. Ohmann*, Die Unfallverhütung im chemischen physikalischen Unterricht als Grundlage der Unfallverhütung in I halt und Technik (Berlin 1928) S. 58 u. f.



Abb. 3
...arren mit Raupenrad: Schienen, Balken usw. bilden kein Hindernis.



Abb. 4
Einschienenbahn für Bauzwecke von G. Schlösser, Berlin-Cöpenick.

...nlich vom Ventil aus durch die Hitze des Brandes ent-...ndet wurden; fünf Flaschen, die vielleicht durch herab-...lende Dachbalken besonders stark erhitzt wurden, wurden ...rch inneren Überdruck gesprengt, was überaus heftige ...tonationen hervorrief. Diese Flaschen zeigten das be-...nnte Aussehen zerrissener nahtloser Röhren.

Daß von den 400 ausgebrannten Flaschen nur fünf zer-...allten, beweist die außerordentlich hohe Widerstand-...igkeit und Sicherheit dieser Behälter. Bei dem Brande, ... durch die ungeheure Menge von ausströmendem Wasser-...ff — jede Flasche lieferte 6 m³ — lebhaft genährt wurde, ...rde kein Arbeiter und kein Mann der Feuerwehren ver-...zt. Was die erste Entzündung des Wasserstoffs veranlaßt ...t, ist nicht festgestellt worden.

Berlin-Pankow Prof. *O. Ohmann*

...chutzvorrichtung gegen Selbstentzündung gelagerter Kohlen

Zur Beobachtung und Entdeckung von gefährlichen ...ärmeentwicklungen bei gelagerten Kohlen hat man nach ...hrelangen Versuchen zwei Geräte, unter dem Namen Pro-...ktometer, hergestellt.

Die Kohlen erwärmen sich infolge der Oxydation an der ...ft; solange die Temperatur 50 ° nicht überschreitet, be-...ht die Gefahr der Selbstentzündung nicht. Man hat zwar ...obachtet, daß in einzelnen Fällen auch bei 60 ° noch keine ...lbstentzündung eintrat; dagegen ging die Temperatur ...cht mehr zurück, sobald sie auf 65 ° gestiegen war. Man ...t daher 65 ° als gefährliche Temperatur angenommen, bei ...r Vorsichtsmaßnahmen zur Verhütung von Selbstentzün-...ngen getroffen werden müssen.

Das eine der neuen Geräte ist eine Beobachtungsvor-...chtung; sie besteht aus einem säurebeständigen Stahlrohr, ...s senkrecht oder schräg in das Kohlenlager eingeführt ...ird. In dem Rohr sind Feder und Kolben angeordnet, die ...rch eine Kette mit leicht schmelzbaren Gliedern zusammen-...zogen werden. Die Glieder haben 600 mm Abstand von-...nander und sind gegeneinander isoliert, so daß jedes einen ...sonderen Raum einnimmt. Die Glieder schmelzen bei ... °C; infolgedessen wird der Signalkopf 250 mm über das ...ohrende hinausgeschnellt und zeigt an, daß an dieser ...elle gefährliche Temperaturen vorhanden sind.

Ist eine gefährliche Temperatur festgestellt, dann wird das ...weite, ein Zeigergerät, verwendet. Dieses besteht ebenfalls ...s einem säurebeständigen Stahlrohr, in dem drei empfind-...che Thermoelemente in drei verschiedenen Abständen ...m untern Ende des Rohres angeordnet sind. Jedes Element ...hrt zu einem Zeigerthermometer mit unmittelbarer Ab-...sung. Etwa 3 bis 5 min nach dem Einstecken erhält man ...e höchste Ablesung. Auf diese Weise wird der Umfang ...r gefährlichen Zone und die Temperatur in drei Höhen-...gen gemessen. Bei 4,5 bis 6 m hoher Lagerung kann man ...it einem Beobachtungs-Protektometer 75 bis 150 t Kohle ...erwachen. („Railway Age" Bd. 86 (1929) Nr. 3 S. 210*.)

[M 2614 f] *Ste.*

Bauingenieurwesen

Fördern im Hochbau

Wie man auch bei den verhältnismäßig rohen Förder-...itteln des Hochbaues durch fortgesetzte sorgfältige Prü-...ng und Überwachung im Betrieb die Leistung außer-...rdentlich erhöhen und damit die Wirtschaftlichkeit des ge-...mten Bauunternehmens heben kann, zeigte ein sehr beach-



Abb. 5
Einschienenbahn mit anschließendem schwenkbarem Auslegeraufzug.

tenswerter Vortrag[1]), den Dipl.-Ing. *O. Rode* im Rahmen der Veranstaltungen der Baumesse Leipzig[2]) im Herbst 1928 hielt. Im ersten Teil bespricht *Rode* kritisch die verschiedenen im Hochbau benutzten Fördergeräte, um anschließend zu zeigen, auf welche Weise der Bauunternehmer die richtige Auswahl treffen kann.

Für die

wagerechte Förderung

stehen außer dem menschlichen Träger verschiedene mechanische Fördermittel zur Verfügung. Der Förderkarren soll so gebaut sein, daß die Radachse stets in der Nähe des Schwerpunktes der Last liegt. Zum besseren Überwinden der im Baugelände und auf den Gerüsten auftretenden Hindernisse dient die Ausrüstung mit einem Raupenrad, Abb. 3. Eine große Rolle werden noch die Förderbänder spielen, wenn erst die Hochbauunternehmer alle Vorteile und Verwendungsmöglichkeiten richtig erkannt haben und die Preise der Bänder wesentlich gesenkt sind. Insbesondre beim Bodenaushub sind Förderbänder gut zu gebrauchen. Hier lassen sich große Ersparnisse erzielen.

Die sogenannte Baukraftanlage, Abb. 4 und 5, ist eine Einschienenbahn, die sich aus leicht aufstellbaren Teilen zusammensetzt, mit einem anschließenden Aufzug. Auf der Einschienenbahn wird ein Kasten, dessen Form sich der aufzunehmenden Baustoffart anpaßt, mit der Hand vor-

[1]) Vergl. a. „Die Bauwelt" Bd. 19 (1928) S. 989.
[2]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 1892.

Abb. 7 (links). Wippmast (Derrick).

Abb. 8 (rechts). Baustelle, bei der die Steine auf Tragbrettern zugebracht und abgeworfen werden.

Abb. 9. Neue Arbeitstelle des Maurers. Steine werden auf Rahmen herangebracht und abgesetzt.

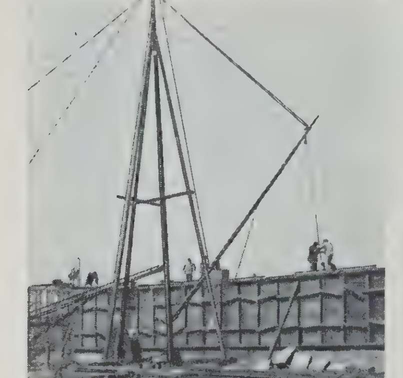








Abb. 6. Bauaufzug „Hexe", schräg von unten gesehen, beim Ullstein-Bau, Tempelhof.

wärts bewegt; er läuft auf den Ausleger eines Aufzug[s] auf und kann, nachdem er hochgezogen worden ist, wied[er] an ein Einschienengleis abgegeben werden. Es handelt si[ch] hier also um eine Verbindung von wagerechter und sen[k]rechter Förderung. Zur

senkrechten Förderung

dient immer noch Rolle und Flaschenzug, ei[n] Gerät von außerordentlich geringer Leistung. Eine Ve[r]besserung stellt der Schwenkkran dar. In Verbindun[g] mit Mörtelmischanlagen sieht man vielfach Hochzüg[e] mit selbsttätig kippbarem Kübel. Eine Abart sind di[e] Schrägzüge, die meistens für Aushubförderung verwend[et] werden.

Einen drehbaren Ausleger, der in einer Schienenkon[struktion] mittels Motorwinde hochgezogen wird, den soge[n.] Bauaufzug „Hexe", zeigt Abb. 6. Die Schienenteil[e] kann man beliebig verlängern. Die Vorzüge dieses Auf[]zuges bestehen in seiner einfachen und billigen Aufstell[]möglichkeit und einfachen Handhabung.

Konstruktiv ähnlich der „Hexe" sind die Plattform[]aufzüge. Die rechteckige, an einem Ausleger befestigt[e] Plattform ist 1,4 × 1,5 cm² groß und wird an einer Führun[g] aus U-Eisen oder aus Rohren, ähnlich wie in Abb. 5, hoch[]gezogen. Die Führung aus Rohren hat den Vorzug, daß di[e] Plattform herumgeschwenkt werden kann. Diese biete[t] Raum für zwei Karren. Dort, wo zur wagerechten Förde[]rung menschliche Träger dienen, wird auf der Plattform ei[n] besonderer Aufbau zum Absetzen und Aufnehmen der Trag[]lasten angebracht.



Abb. 10
Eisernes Traggerüst zur Förderung von 24 Steinen auf drei Rahmen.



Abb. 11
Gerüst zum Absetzen des Traggerüstes.



Abb. 12
Traggerüst auf dem Absetzgerüst.

Der Wippkran (Derrick), Abb. 7, der auf amerika-
en Hochbaustellen stets anzutreffen ist, wird sich auch
ns noch erfolgreich durchsetzen, da er leicht und dabei
rordentlich leistungsfähig ist. Andre Krankonstruk-
n sind im Hochbau bei weitem nicht so wirtschaftlich.
ts großen Anklang gefunden haben die Elektro-
e, die bei vielen Verwendungsmöglichkeiten keine
Aufstellkosten und keine besonderen Gerüste bean-
hen.

Auswahl mittels Leistungsprüfung

Bei der bisher im allgemeinen geübten Praxis der Hoch-
nternehmer werden Leistung und Wirtschaftlichkeit der
rgeräte leider nicht hinreichend beachtet. Die Bau-
nehmer kaufen aufs Geradewohl heute ein Er-
is dieser, morgen eines jener Firma, ohne sich dar-
klar zu werden, welches Gerät gerade für ihren Betrieb
esten paßt. Richtig durchgeführte Berechnungen der
chaftlichkeit auf Grund dauernder Betriebsbeobachtun-
findet man so gut wie gar nicht. Infolgedessen ist es
den Lieferfirmen ganz unmöglich gemacht, irgend-
e wirklichen Verbesserungen an den Geräten vorzu-
en.

Will man hier Wandel schaffen, soll man nicht nur
Arbeitsgang einzeln beobachten, sondern muß auch
er Hand des Baueinrichtungsplanes prüfen,
die einzelnen Arbeitsvorgänge am besten ineinander
greifen. Durch fortgesetztes Beobachten einzelner Ma-
en und des Gesamtarbeitsganges können genaue Lei-
szahlen ermittelt werden, die über die Leistungsfähig-
und Verwendbarkeit jeder Maschine Aufschluß geben.
so kann eine reinigende Auslese unter den vielzu-
Fabrikaten getroffen werden und die Maschinenindu-
bestimmte Anregungen erhalten.

An einem Beispiel sei hier gezeigt, wie sogar die Ar-
les Maurers auf Grund der vorher erwähnten Ar-
tudien verbilligt worden ist. Im Gegensatz zu der
nen Arbeitstelle, Abb. 8, bei der die Steine auf Trag-
rn zugebracht und abgeworfen werden, zeigt Abb. 9
Arbeitstelle, bei der die Steine auf Rahmen herange-
t und abgesetzt werden. Wird über die Hand gemauert,
nn man jeweils sechs Rahmen mittels Karrens heran-
n. Wird vom Außengerüst gemauert, so erhält der
räger ein besonders konstruiertes Traggerüst für drei
en[3]), Abb. 10. Der Träger setzt das Traggerüst auf ein
zgerüst, Abb. 11 und 12, das drehbar eingerichtet ist
sich der Größe des Steinträgers durch Einschieben
er Rohrteile anpassen läßt. Die drei Rahmen werden
n rechts und links vom Kalkkasten in der für den
er günstigsten Griffstellung abgelagert. Die Förder-
h für den Mörtel lassen sich ebenfalls herabsetzen,
man ihn dünnflüssig erzeugt und von einem Speicher-
n aus unmittelbar in das Troggefäß einfüllt. Die
leistung des Maurers konnte mit diesen Verbesserun-
von 700 auf 1250 bis 1400 Steine, die des Trägers von
auf 4500 Steine und einer entsprechenden Menge Mörtel
t werden. Dabei ergab sich außerdem noch eine Bruch-
rnis von 11 vH. [M 2142] *Sd.*



DRGM Nr. 1 048 806.

Werkstoffe

Aluminiumlegierungen im Motorenbau

Gestützt auf langjährige, reiche Erfahrungen gibt *H. Steudel*, Dessau[1]), eine sehr anschauliche Darstellung vom Anwendungsgebiet der Leichtmetalle im Motorenbau und von den Möglichkeiten, die sich dem Konstrukteur bei richtigem Verständnis der besonderen Eigenarten dieser Baustoffe schon jetzt bieten und in Zukunft vielleicht in noch größerem Umfang bieten können.

Als allgemeine Vorteile treten insbesondere das geringe Gewicht, die für bestimmte Fälle erwünschte hohe Wärmeleitfähigkeit und auch die leichte Bearbeitbarkeit in den Vordergrund, die der Einführung der Leichtlegierungen in den Maschinenbau den Weg ebneten. Diese Vorteile hat sich zunächst der Fahrzeugbau zunutze gemacht, dessen Ansprüche hinsichtlich Gewichtserleichterung und Leistungssteigerung die Verwendung von Leichtmetallen auch im Motorenbau immer notwendiger machten. Die bei rascher Beschleunigung und Verzögerung bewegter Teile auftretenden Massenkräfte können durch den Gebrauch von Leichtmetallen bis zu gewissem Grad eingeschränkt werden. Es wäre aber verfehlt und hat schon oft zu Rückschlägen und Mißtrauen geführt, wenn bisher in Eisen und Stahl konstruierte Bauteile nun einfach in Leichtmetall ausgeführt würden. Man braucht nur, wie es *Steudel* tut, die wichtigsten Festigkeitseigenschaften von Aluminiumlegierungen und Stählen miteinander zu vergleichen, Abb. 13 bis 17, um zu erkennen, welche Grenzen im Motorenbau mit seinen hochbeanspruchten Bauteilen der Verwendung von Leichtmetall gesetzt sind. Ihr niedriger Elastizitätsmodul, geringe Stoßfestigkeit, Härte und Verschleißwiderstand verbieten den Einbau in vielen

[1]) *H. Steudel*, Aluminiumlegierungen im Motorenbau, Z. f. Metallk. Bd. 20 (1928) S. 165.

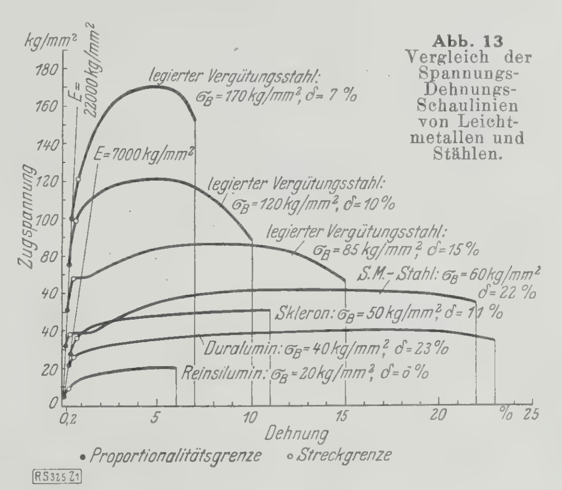
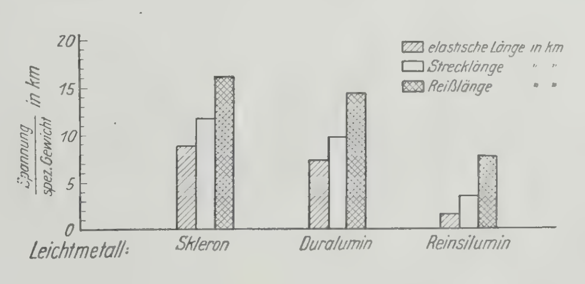


Abb. 13 Vergleich der Spannungs-Dehnungs-Schaulinien von Leichtmetallen und Stählen.



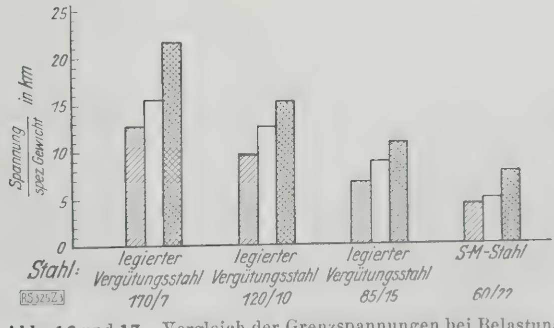


Abb. 16 und **17.** Vergleich der Grenzspannungen bei Belastung durch Eigengewicht von Leichtmetallen und Stählen.

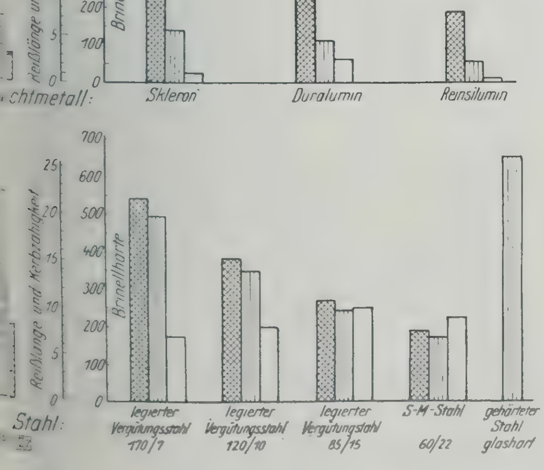


Abb. 14 und **15**
ergleich der Festigkeiten von Leichtmetallen und Stählen.

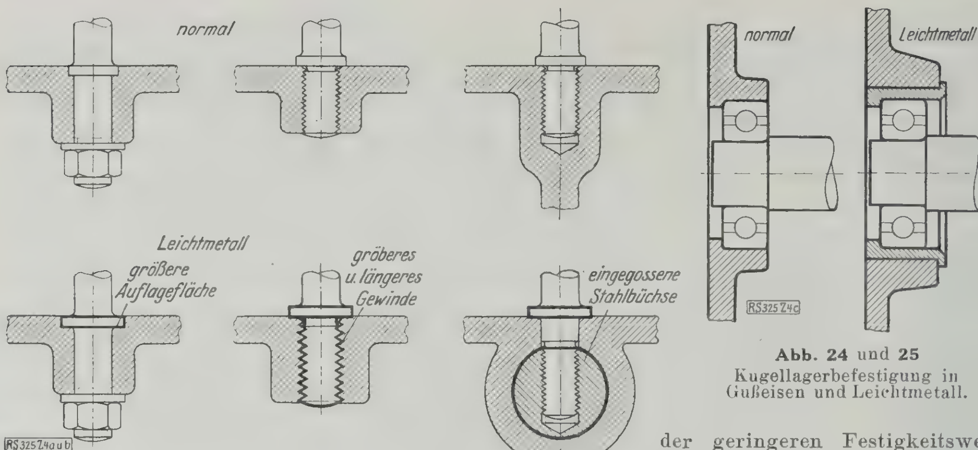


Abb. 18 bis **23**
Schraubenbefestigung in Gußeisen und Leichtmetall.

Abb. 24 und **25**
Kugellagerbefestigung in Gußeisen und Leichtmetall.

Fällen. Auch Beanspruchungen bei sehr hohen Wärmegraden sind Aluminiumlegierungen nicht so gewachsen wie Stähle. Als größter Vorteil bietet sich noch die Gewichtsersparnis dar, die bei Gehäuseteilen aller Art in Erscheinung tritt und schon zu weitgehender Verdrängung des Eisengusses im Motorenbau geführt hat. *Steudel* hat die Möglichkeiten der Herstellung von Motorenbauteilen in einer Übersichtstafel in lehrreicher Weise zusammengestellt.

Der Konstrukteur muß besondere Eigenheiten der leichtmetallischen Baustoffe beachten, wenn er sich zu ihrer Verwendung entschlossen hat. Die verhältnismäßige Weichheit verlangt geringere Flächendrücke, als man von Eisen und Stahl gewohnt ist. Abhilfemaßnahmen, die sich in der Praxis gut bewährt haben, zeigen Abb. 18 bis 25.

Neben der Gewichtsersparnis ermöglicht die gute Wärmeleitfähigkeit der Leichtmetalle ihre Verwendung auch zu Teilen, die mit dem Verbrennungsvorgang näher in Zusammenhang stehen. Und zwar kommt in Frage die Herstellung von Zylinderköpfen und -gehäusen aus Leichtlegierungen, insbesondere aber die Verwendung zu Kolben.

Der Leichtmetallkolben ist auf dem besten Wege, den gußeisernen Kolben völlig zu verdrängen. Er erfüllt die hauptsächlichsten Anforderungen, die an Kolben gestellt werden, in weitgehendem Maße, z. B. ausreichende Festigkeit zur Übertragung der auftretenden Beanspruchungen, gute Lauffähigkeit, genügende Härte und, was bei Verbrennungsmotoren besonders erwünscht ist, hohe Wärmeleitfähigkeit. Nachteilig ist die etwas höhere Wärmeausdehnung, die durch etwas größeres Spiel bis zu gewissen Grenzen ausgeglichen [w]den kann. Das geri[nge] Gewicht kommt der [Ver]kleinerung der Ma[ssen]kräfte beim Hin- und [Rück]gang der bewegten [T]eile zugute.

Aber gerade bei [der] Kolbenherstellung ist [die] eingangs betonte Fes[tstel]lung zu unterstrei[chen], daß es falsch wäre, [die] bisher in Gußeisen [aus]geführten Kolben [nach] demselben Entwurf [in] Leichtmetall abzugi[eßen]. Ein sehr lehrreiches [Bei]spiel hierfür gibt *St[eudel]* in Abb. 26 bis 33 wi[eder]. Unter Berücksichti[gung] der geringeren Festigkeitswerte des Leichtmetalles, [be]sonders bei erhöhter Temperatur, und im Hinblick [auf] die bessere Wärmeableitung muß der Leichtmetallk[olben] völlig umkonstruiert werden. Man strebt sogar hä[ufig] danach, ihn konstruktiv so einfach zu gestalten, [daß] er nach Möglichkeit auch durch Pressen hergestellt [wer]den kann, weil bei dieser Ausführungsart gewisse unverm[eid]liche Fehlerquellen des Gießverfahrens wegfallen und [der] Weg zur Verwendung schmiedbarer Leichtlegieru[ngen] offensteht.

Diese schmiedbaren Leichtmetalle zeichnen sich aus d[urch] bedeutend höhere Festigkeitswerte, die durch das Formg[eben] beim Schmieden oder Pressen erreicht werden. Außer[dem] besteht bei ihnen die Möglichkeit, durch zusätzliche, be[son]dere Warmbehandlung (Vergütung) die Festigkeitsw[erte] weiter erheblich zu steigern. Als bemerkenswertes Bei[spiel] für diese Verwendungsart wird das aus Duralumin gepr[eßte] Gehäuse des englischen Bristol-Jupiter-Flugmotors erwä[hnt].

Bei der Verwendung vergütbarer Leichtmetalle [zu] Schubstangen und andern auf Knickung beanspruchten [Bau]teilen muß der Konstrukteur beachten, daß infolge des [nie]drigeren Elastizitätsmoduls der Leichtmetalle der Vorteil [des] geringeren Gewichtes gegenüber Stahl in der Haupts[ache] wieder verlorengeht, wenn es sich um höchste Beanspruch[un]gen handelt. Das Beispiel des Kraftfahrrad- und -wa[gen]baues beweist aber, daß sich Schubstangen aus Leichtm[etall] bei geeigneter Ausführung und nicht zu hoher Inanspr[uch]nahme auch recht gut bewähren können. Beim Ent[wurf] solcher Bauteile ist aber noch besonders zu beachten, [daß] geschmiedete Leichtmetalle infolge ihres Gefügeaufbaue[s zu] ausgeprägter Faserstruktur neigen, wodurch eine ungüns[tige] Spannungsverteilung in der Querrichtung befördert w[ird]. Die Form der Schmiederohlinge ist daher unter Berücks[ich]tigung der werkstattmäßigen Endgestaltung so zu wäh[len], daß die Faser dem Kräfte[verlauf] innerhalb des Bauteiles [weit]gehend entspricht und durch [die] Fertigbearbeitung nicht a[nge]schnitten wird, weil sich er[fah]rungsgemäß an solchen Ste[llen] der Widerstand gegen daue[rnde] Wechselbeanspruchung ver[min]dert. Recht sinnfällig hat *Ste[udel]* diese Verhältnisse in Abb[. 34] und 35 dargestellt.

Im zweiten Teil der bespro[che]nen Abhandlung werden im [ein]zelnen Angaben über die meist [ver]wendeten Legierungen gebra[cht], nachdem die Bedeutung der Fes[tig]keitswerte im allgemeinen [be]geprüft worden ist.

Steudel weist mit Recht da[r]auf hin, daß die Wichtigkeit [der] Bruchgrenze und Dehnung [vom] Konstrukteur meist übersch[ätzt] wird. Da bleibende Verform[ung] eines Bauteiles im Betriebe ber[eits] der Anfang vom Ende ist, so dü[rfte] die Kenntnis der Streckgrenze [viel] wichtiger sein, wenn sie auch [bei] vielen Werkstoffen im Zerr[eißversuch] nicht zum Ausdruck kommt un[d in] solchen Fällen verabredungsge[mäß] gleich der Spannung bei 0,2 [%] bleibender Dehnung gesetzt w[ird]. Bei dauernder hoher Wechselbe[an]spruchung ist aber selbst d[iese] Festlegung noch ungenügend,

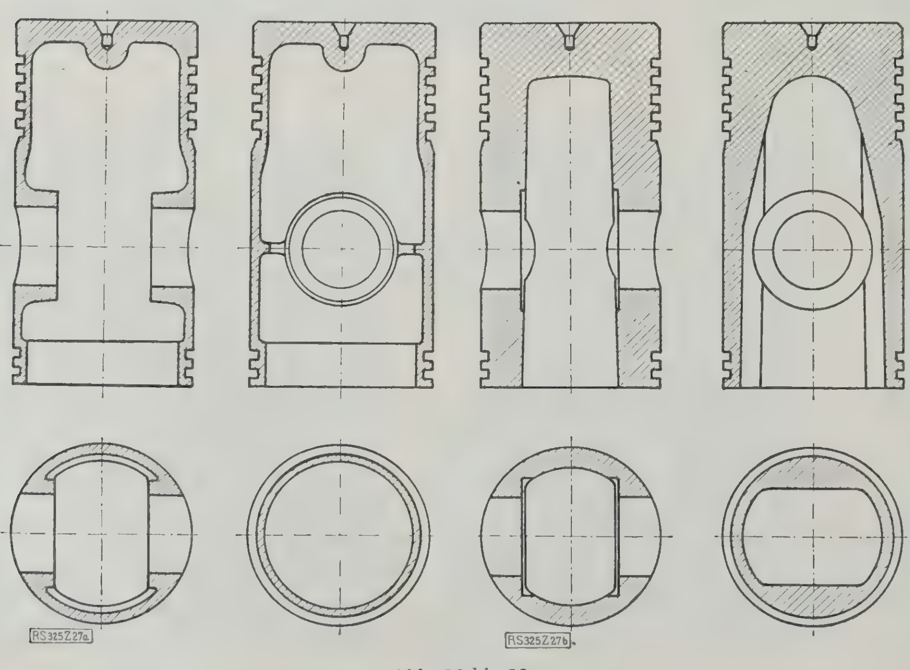


Abb. 26 bis **33**
Kolbenkonstruktion bei Anwendung von Gußeisen, Abb. 26 bis 29, und von Aluminiumguß, Abb. 30 bis 33. Gewicht in Gußeisen rd. 780 g und in Aluminiumguß rd. 600 g.

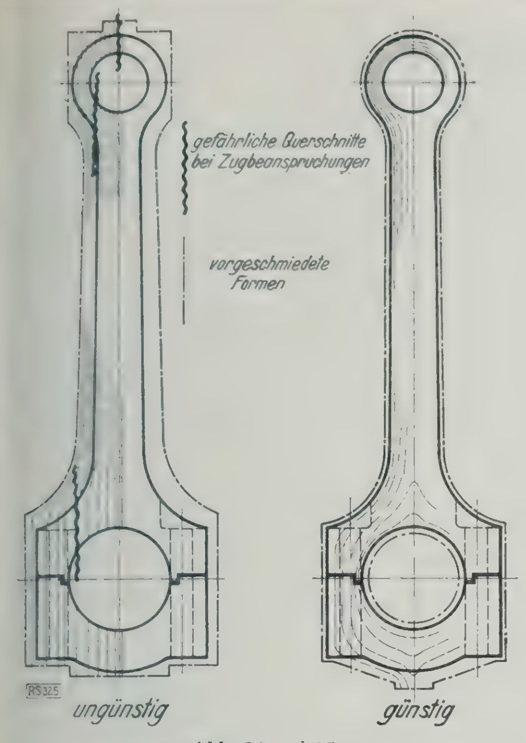


Abb. 34 und **35**
Leichtmetall-Schubstangen mit schlechtem und gutem Faserverlauf.

n tut gut daran, seiner Berechnung eine Höchstspannung zundezulegen, bei der der Werkstoff noch rein elastisch nsprucht wird, d. h. eine bleibende Streckung von 0,001 vH nt überschreitet (sog. konventionelle Elastizitätsgrenze). liegt in der Linie dieser Erwägungen, daß hohe Bruchnung bei dauernder Wechselbeanspruchung nicht uningt nötig ist, wenn sie auch erwünscht sein kann.

Bei der Besprechung der verschiedenen Gußlegierungen utsche, amerikanische Legierung und Silumin) erwähnt Verfasser insbesondere Vor- und Nachteile hinsichtlich Gießverhaltens, der Bearbeitbarkeit sowie des Widerndes gegen Anfressungen. Sonderwünsche letzterer Art ren zur Entwicklung der Gußlegierung KS-Seewasser gert. Auch auf die Kolbenlegierungen, die der Verfasser als Merkblatt für das Werkstoffhandbuch „Nichteisenmetalle" bearbeitet hat, wird näher eingegangen.

Große Bedeutung kommt weiterhin den Legierungen des Magnesiums, bekannt unter dem Namen Elektron, zu, die man besonders für Gehäuseguß in letzter Zeit weitgehend benutzt. Als wesentliche Vorteile dieser bisher leichtesten Legierungen, mit nur 1,8 spezifischem Gewicht, werden neben guten Festigkeitseigenschaften ihre gute Gießbarkeit, feines Bruchgefüge und gute Bearbeitbarkeit bezeichnet.

Im letzten Abschnitt behandelt der Verfasser die vergütbaren Walzlegierungen des Aluminiums, deren Überlegenheit gegenüber den Gußlegierungen hinsichtlich der Festigkeitswerte in Abb. 36 und 37 noch einmal dargestellt ist.

Zusammengefaßt ergibt die Arbeit ein getreues Abbild von der Verwendung der Leichtmetalle im Motorenbau und ihrer vermutlichen Weiterentwicklung, die sich im Rahmen gegenseitigen Erfahrungsaustausches zwischen Hersteller und Verbraucher fortsetzen wird. Es liegt besonders in der Absicht *Steudels*, zu dieser Gemeinschaftsarbeit auch den Konstrukteur mit heranzuziehen. [M 2307]

Dessau *M. Lorenz*

Berichtigung

Neuerungen im Landmaschinenbau — Kreisregner

Prof. Dr. *Holldack* teilt zum Kapitel „Beregnungsanlagen" seines Aufsatzes in Z. Bd. 73 (1929) Nr. 4 S. 113 mit, daß der ursprünglich als Bericht über die Ausstellung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in Leipzig niedergeschriebene Artikel für die viele Monate später erfolgte Veröffentlichung unter anderem Titel leider nicht ganz genügend umgeändert wurde, so daß sich Unstimmigkeiten ergeben haben. Es wurden z. B. die Firmen Lanninger und Hüdig bevorzugt genannt, da sie auf dieser Ausstellung ihre Erzeugnisse im Freien, z. T. auch im Betrieb, gezeigt hatten. Ferner waren in einer der Hallen von der Hydor-G. m. b. H Hydor-Regner verschiedener Bauart, sowie Siemens- und nochmals Hüdig-Regner ausgestellt. Es ist zu bemerken, daß nicht allein die Firma Hüdig Kreisberegnungsgeräte baut, sondern auch Hydor. Endlich mag erwähnt werden, daß auch Mertens-Michaelis (Horten) Weitstrahl-Kreisberegnung anwendet. Das hängt damit zusammen, daß bei Weitstrahlregnern wegen der hier mehr in den Vordergrund tretenden Einflüsse des Windes auch die konstruktiv einfacheren Kreisberegnungsapparate ausreichen. Im übrigen gehen die Meinungen über größere Zweckmäßigkeit der Weitstrahl-Viereck- oder Kreisberegnung oder der Düsenflügelberegnung noch auseinander, zumal letztere auch in größeren landwirtschaftlichen Anlagen wesentliche Verbreitung gefunden hat; vor allem spielen bei der Wahl auch rein örtliche Verhältnisse: regelmäßige Feldform, ebene Lage, Boden- und Kulturart, eine Rolle. [N 2630]

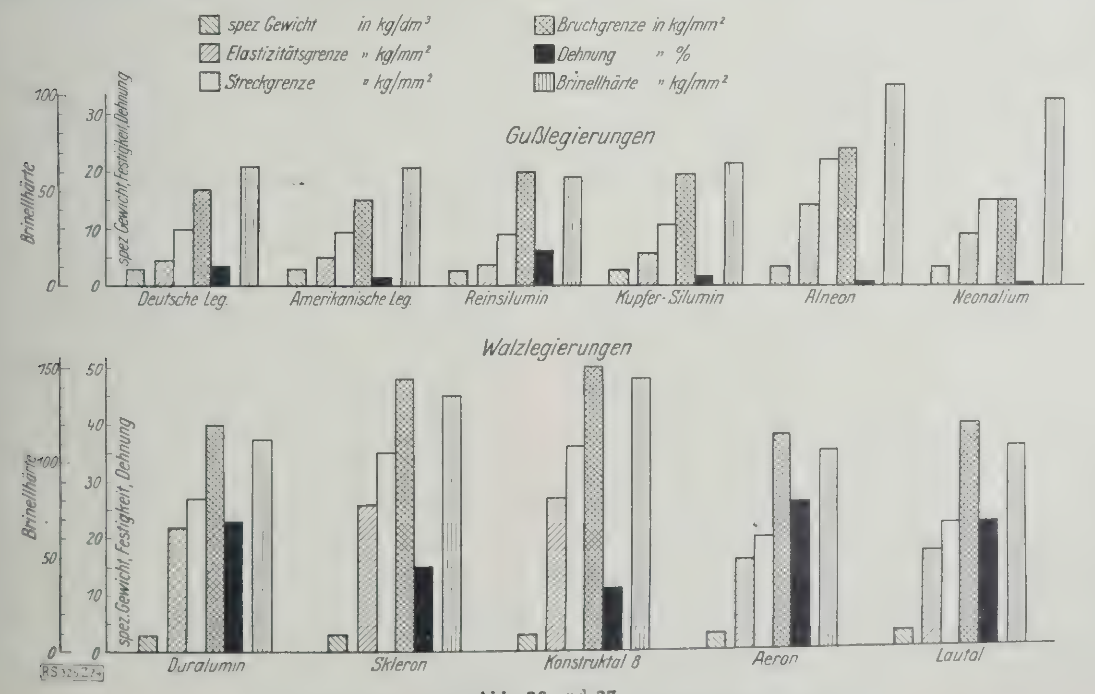
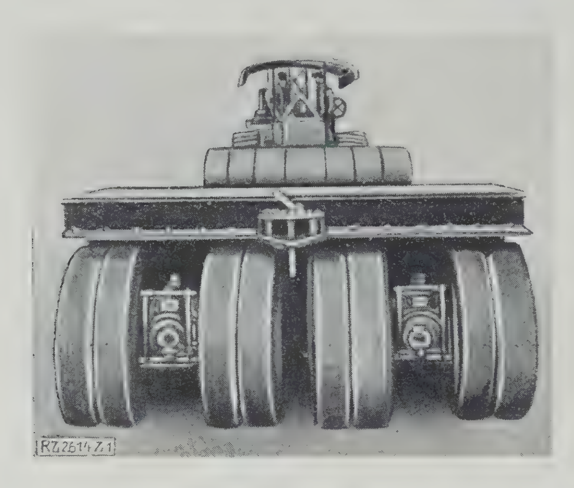


Abb. 36 und **37**
Gesamtübersicht der Festigkeitswerte von Aluminiumlegierungen.

Kleine Mitteilungen



Tiefladewagen von 85 t Ladefähigkeit für Landstraßen

Um große Werkstücke, z. B. solche, die das Eisenbahnprofil und den Achsdruck überschreiten, auf der Landstraße befördern zu können, hat John Fowler, Leeds, einen Tiefladewagen für 85 t gebaut. Der U-förmig durchgebogene, als Plattform ausgebildete Rahmen ruht auf zwei achträdrigen Drehgestellen, u. zw. sind je vier Doppelräder quer zur Wagenlängsachse in einer Reihe angeordnet. Zwei innere und zwei äußere Räder mit gemeinsamer, seitenverschieblicher Achse sind jeweils wieder in einem Rahmen zusammengefaßt, der seinerseits gegen das Hauptdrehgestell in der Längsachse verschiebbar ist, vergl. Abb. Infolgedessen ist auch unebenes Gelände leicht befahrbar. Eine am vorderen Drehgestellrahmen angebrachte um wagerechte Zapfen drehbare Deichsel dient zum Anhängen an den Schlepper. Die Länge des Wagens beträgt rd. 11 m, die Breite der Plattform 2,36 m, die Länge des lichten Laderaumes 4,9 m. („The Engineer“ 8. Februar 1929 S. 166*.) [M 2614 a] *Ro.*

Eisenbahnbetrieb mit Öltriebwagen

Die Cincinnati-Nordbahn bedient seit September 1925 den Personenverkehr auf der 390 km langen Strecke Cincinnati – Ohio – Jackson mit geringer Ausnahme nur mit diesel-elektrischen Triebwagen. Bisher waren acht Dampflokomotiven für den Personenverkehr vorhanden, während nunmehr nur vier Triebwagenzüge den Verkehr bewältigen. Eine Dampflokomotive wird zum Einsetzen für etwaigen stärkeren Verkehr bereitgehalten. Die Züge bestehen aus dem Triebwagen mit 225 PS Leistung und einem gewöhnlichen Personenwagen, der 82 Sitzplätze bietet; das Gewicht dieses Wagenzuges beträgt 75 t. Die Betriebsergebnisse sind sehr günstig; die Kosten für einen Zugkilometer sind bei der neuen Verkehrsbedienung um rd. 35 vH niedriger als beim Dampfverkehr. („Railway Age“ 26. Januar 1929 S. 247*.) [M 2614 b] *Ro.*

Hochwertiger Werkstoff für die obere Gurtung von Schiffen

Die vor kurzem veröffentlichten Pläne des italienischen Motorschiffes „Vulcania“ von 24 000 B.-R.-T. zeigen, daß bei dessen Bau hochwertiger Stahl in beträchtlichem Umfang angewendet worden ist. Das Hauptdeck (C-Deck) sowie die beiden darüber befindlichen Aufbautendecks hat man mittschiffs auf reichlich 60 vH der Schiffslänge aus hochwertigem Stahl mit hoher Elastizitätsgrenze hergestellt, ebenso die Stringer, den Scheergang und die Seitenbeplattung dieser Decks auf 70 bis 75 vH der Schiffslänge.

Mit dem hochwertigen Baustoff hat man 400 t Gewichtersparnis erreicht. Diese Gewichtersparnis ist vor allem für die Stabilität des Schiffes von Vorteil gewesen, da es sich durchweg um hochliegende Verbände handelte; man konnte daher das Schiff schmaler halten, als sonst möglich gewesen wäre. („Shipbuilder“ Februar 1929 S. 147) *C.*

Umstellung eines Heizkraftwerkes

Die Franklin Sugar Refining Co. in Philadelphia, Pa., hat kürzlich ihre 48 wagerechten Wasserrohrkessel von je 232 m² Heizfläche durch fünf 950 m²-Kessel der Bauart Stirling ersetzt. Während die alten Kessel nicht nur sehr viel Platz beanspruchten, sondern auch der Belastung nicht gewachsen waren, kann man von den neuen Kesseln zu Ausbesserzwecken stillsetzen, ohne daß der Vollastb gestört wird. Die neuen Kessel haben Kohlenstaubfeue und durch Wasser gekühlte Feuerraumwände. Von den Einblasemühlen werden sechs elektrisch, die übrigen Terry-Dampfturbinen angetrieben. Eine 1500 kW-Wes house-Anzapfturbine, die z. Zt. noch nicht aufgestellt soll bei 14 at Anfangsdruck und 38 ° Überhitzung Dampfes Anzapfdampf von 7 at und Abdampf von rd. Überdruck der Zuckerfabrik liefern. Als Aushilfe dien Benzinmotor, der mit einem 50 kVA-Stromerzeuger unm bar gekuppelt ist. Gegenwärtig erzeugt die Anlage 3 Dampf in 24 h, wobei fünf Mann in jeder Schicht beschä werden. Vor dem Umbau waren dagegen 15 bis 18 Man jede Schicht erforderlich. („Power Plant Enginee 1. Dezember 1928 S. 1240*.) [M 2614 c]

Fräsen von zylindrischen Öffnunge

Die Hall Planetary Co., Philadelphia, Pa., baut maschinen zum Bearbeiten von zylindrischen Innen- Außenflächen, deren gemeinsames Merkmal es ist, daß Werkstück immer stillsteht, während das Werkzeug a der Drehung um die eigene Achse eine Planetenbewe ausführt. Die Innenfräser erhalten Durchmesser, die um 20 vH kleiner sind, als die Durchmesser der zu arbeitenden Flächen. Beim Fräsen von Außenflächen gibt der Fräser das Werkstück vollständig, wobei sein w samer Durchmesser um rd. 20 vH größer ist als der de bearbeitenden Fläche. Auf die Bearbeitung von Gewi angewendet, liefert das Verfahren Flächen, die im Ge satz zu dem von Drehwerkzeugen hergestellten frei scharfen leicht wegbrechenden Kanten sind. Auch zum arbeiten von besonders gestalteten Innenflächen, z. B. Laufringen von Kugellagern, eignet sich das Verfahren man dafür vorbereitete Formfräser verwenden kann. größte Vorteil des Verfahrens besteht aber darin, daß in dieser Weise mehrere Innendurchmesser und Stoßflä in einem Zug fertig bearbeiten kann. Mit zwei Frä auf der gleichen Achse bearbeitet man z. B. in einer nabe drei Zylinderflächen und drei anstoßende Ansch flächen. („Machinery“ Dezember 1928 S. 241/47*.)

Künstliches Austrocknen von Neubau

Beim Austrocknen von Neubauten kommt es vor a Dingen darauf an, daß der Mörtel im Mauerwerk res abbindet. Das Trocknen mittels der Verbrennungsgase Koksöfen oder offenen Kokskörben, die innerhalb des mes aufgestellt werden, hat den Nachteil, daß meist nur Putz oberflächlich abbindet, da die Heizgase nicht tief ge in das Mauerwerk eindringen. Eine Lösung der Aufgabe, Kohlensäure unter Druck in das Mauerwerk hineinzutrei stellt das Verfahren der Deutschen Bautentrocknungsges schaft m. b. H., Hannover, dar.

Die Verbrennungsgase werden auf fahrbaren He erzeugt, die außerhalb des Baues stehen und damit Feuergefahr ausschließen. Die Luftzuführung ist so regelt, daß praktisch eine vollkommene Verbrenn stattfindet, wie eingehende Untersuchungen der Verbr nungsgase ergeben haben. Ein auf dem Herdwagen sitzen mittels Elektromotors angetriebener Lüfter saugt Verbrennungsgase ab und drückt sie durch Röhren Überdruck in den zu trocknenden vollkommen abgeschlo nen Bau hinein. Der Überdruck treibt die Gase durch Mauerwerk nach außen; der beim Abbinden entstehe Wasserdunst wird infolge des Überdruckes ebenfalls n außen abgeführt. Die Trocknungstemperatur beträgt zu ginn rd. 30 °, sie läßt sich je nach Wunsch allmählich auf rd. 300 ° steigern.

Das Trocknen dauert nur fünf bis sechs Tage. Se Kosten betragen etwa die eineinhalbfache Monatsmiete getrockneten Raumes. Hieraus sind ohne weiteres die sparnisse zu ersehen, die ein Bauherr insbesondere Winter erreichen kann. Bisher hat man mit dem schriebenen Verfahren rd. 3 Mill. m³ umbauten Rau getrocknet. Irgendwelche Anstände haben sich dabei ni ergeben. Eingehende Untersuchungen an dem künstlich trockneten Mauerwerk, die von unabhängigen Sachverst digen für die nächste Zeit in Aussicht genommen sind, w den darüber genauen Aufschluß geben, bis zu welchem G es mit dem Verfahren gelingt, den Mörtel im Inn des Mauerwerkes abzubinden. Dann wird man über Verfahren ein abschließendes Urteil gewinnen können. [M 2614 e] *Sd*

BÜCHERSCHAU

beit und Gesundheit. Schriftenreihe zum Reichsarbeitsblatt. Herausgeg. von *Martineck*. 9. H.: **Staubgefährdung und Staubschädigungen der Metallschleifer,** insbesondere der des bergischen Landes. Von *Teleky, Lochtkemper, Erika Rosenthal-Deussen* und *Derdack*. Berlin 1928, Reimar Hobbing. 205 S. m. Abb. Preis 14 *RM*.

Das Reichsarbeitsministerium will mit dieser Schriftenhe die enge Verbindung mit der Praxis pflegen. *Teleky* uert eine ausgezeichnete Sozial- und Gesundheitsgeschichte Schleifer bei. Der Schlüssel zum Verständnis der Vertnisse ist die hausindustrielle Unabhängigkeit. Das ckenschleifen ist fast völlig aufgegeben. Künstliche leifsteine sind weitgehend eingeführt. Die Tuberkuloserblichkeit ist erschreckend hoch, weil die nötigen techchen und gewerbehygienischen Verbesserungen noch nicht kräftig durchgeführt sind. Der Staub wurde im Konimeter *Owens* gezählt. In die Lunge gelangen fast nur Teiln von ½ bis 2 Mikron Durchmesser. Die heute übliche saugung genügt nicht, die Stauberzeugung der Arbeitsisen wird teilweise falsch geschätzt, auffallend stauben Bsandsteine. Die Röntgenbilder staubkranker Lungen *chtkemper)* sind sehr gut und genügend groß wiedergege. Die Hauptursache der Schädigungen ist Quarzstaub. gelmäßige Untersuchung der Schleifer durch einen errenen, völlig unabhängigen Arzt wird gefordert. Das rk stellt als Ganzes eine wertvolle Bereicherung des rifttums dar.

Die technischen Staubmessungen und Meßverfahren cinen jedoch nicht bekannt zu sein. Die Absaugung des beluftstroms mit der Geschwindigkeit des zu untersuchen. ist nicht „durch nichts begründet", sondern eine in der hnik seit langem international befolgte physikalische ndbedingung, deren Nichtbeachtung das ganze Ergebnis Frage stellt; besonders wenn das Konimeter noch als b benutzt wird, weil größere Staubteilchen unerwünscht d. Ich vermisse eine versuchsmäßige Begründung für die gewöhnlichen Abweichungen von anderweitigen Erfahgen. [E 2391] *Meldau*

Sonderheft zum Reichsarbeitsblatt: **Jahresberichte der ewerblichen Berufsgenossenschaften über Unfallverhütung für 1927.** Herausgeg. vom Reichsarbeitsministerium. Berlin 1929, Reimar Hobbing. 632 S. m. 248 Abb. Preis 32 *RM*.

Der Jahresbericht der gewerblichen Berufsgenossenaften bringt eine Fülle wertvoller Feststellungen über riebsunfälle, über Maßnahmen zur Verhütung von Unen, gewerblichen Berufskrankheiten, für erste Hilfe und r viele allgemeine Beobachtungen.

In den meisten Fällen wird von den Berufsgenossenaften gern anerkannt, daß das Verständnis für die Notdigkeit ausreichender Schutzeinrichtungen gegen Unfälle Gewerbekrankheiten zunimmt. Anderseits ist noch eine ße Anzahl von Unfällen auf Mangel an Verständnis zukzuführen. Einige Berichte zeigen, daß in Betrieben, in en viele ungelernte Arbeiter beschäftigt werden, z. B. in chemischen Industrie oder in der Seidenindustrie, ein ßer Teil der Unfälle auf das Zusammenwirken von Bebseinrichtungen und zufälligen Ereignissen zurückzufühist. Auch daß der häufige Arbeiterwechsel, wie schon annt, von großem Einfluß auf die Häufigkeit der Une ist, wird erwähnt. Im Gegensatz zu den in der Manenindustrie bei Akkordarbeit gewonnenen Beobachtun wird vom Baugewerbe berichtet, daß eine Zahl von ällen auf das oft terminmäßig bedingte beschleunigte maß der Arbeit zurückzuführen ist.

Man wird wohl von dem nächsten Jahresbericht erwardürfen, daß er die psychologischen Ursachen, die zu Unen führen, stärker als bisher berücksichtigt. Menschs Versagen ist in 70 vH aller Fälle die Ursache von ällen, und von diesen werden wiederum 40 bis 45 vH mangelndes Erkennen der Umwelteinflüsse unter dem fluß des Seelenlebens zurückgeführt.

Ein sehr großes Feld bleibt freilich noch für die alleine Aufklärung offen. Nach dieser Richtung wird die hsunfallverhütungswoche vom 24. Februar bis 3. März vifelsohne einen starken Anstoß ergeben.
E 2631] *Schildberger*

pfkesselfeuerungen für Braunkohle. Von *E. Lenhart*. erlin 1928, Julius Springer. 116 S. m. 65 Abb. Preis 3,50 *RM*.

Die vorliegende Schrift ist nicht als Lehrbuch zu behnen, da sie die grundlegenden Kenntnisse der Wärmenik und des Feuerungsbetriebes voraussetzt. Sie bezweckt nur, das gegenseitige Verständnis zwischen Konstrukteur und Betriebsmann zu fördern. Einleitend werden Vorkommen, Abbauverfahren, Aufbereitung, Transport und Lagerung der Braunkohle kurz behandelt, während im technischen Teil auf die Verbrennungsvorgänge eingehend hingewiesen wird. Die beiden Hauptabschnitte befassen sich mit der Feuerung für rohe und für veredelte Braunkohlen.

Bei den einzelnen Feuerungen werden jeweils unterschieden: Der Brennstoff mit seinen Forderungen an die Ausbildung der Feuerung, die Ausführungsformen und die Betriebsergebnisse. Neben der Muldenrostfeuerung wird vor allem der Treppenrostfeuerung, allen in Böhmen und Deutschland gebräuchlichen mechanischen Rostfeuerungen, der Kohlenstaubfeuerung und der Kohlenstaub-Zusatzfeuerung eingehende Beachtung geschenkt. Anschauliche Abbildungen erhöhen den Wert dieser Zusammenstellung.

Zum Schluß werden die richtige Auswahl der Feuerungen für einen gegebenen Betrieb mit Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der Dampferzeugung und kurz die weiteren Aussichten für die Entwicklung der Rohkohlenfeuerung in den nächsten Jahren besprochen. [E 2473] *Kretzschmar*

Vorlesungen über theoretische Physik an der Universität Leiden. Herausgeg. von *H. A. Lorentz*. 2. Bd.: **Kinetische Probleme.** Bearb. von *E. D. Bruins* und *J. Reudler*. 136 S. m. 23 Abb. 3. Bd.: **Äthertheorien und Äthermodelle.** Bearb. von *H. Bremerkamp*. 78 S. m. 19 Abb. Ins Deutsche übersetzt von *G. L. de Haas-Lorentz*. Leipzig 1928, Akademische Verlagsgesellschaft. Beide Bände in einem Buch. Preis 18 *RM*.

Nachdem einleitend verschiedene Strömungsvorgänge in zähen Flüssigkeiten hydrodynamisch behandelt werden, besprechen die Verfasser Aufgaben der kinetischen Gastheorie, namentlich eingehend die Versuche von *Knudsen* über den Geschwindigkeits- und Temperatursprung an den Grenzflächen verdünnter Gase und die *Richardsonschen* Untersuchungen über Thermionen und Vakuumkontakte. Stets werden zuerst die Versuchsergebnisse zusammengestellt und dann klar und leicht verständlich die dazugehörigen Theorien entwickelt. Dabei weisen die Verfasser besonders auf die Punkte hin, wo die Theorie nicht im Stande ist, die Versuchsbeobachtungen zu erklären, oder wo ein Widerspruch zwischen Theorie und Versuch besteht.

Der Hinweis auf die Mängel der einzelnen Theorien wird im zweiten Teil, der sich mit Äthertheorien befaßt, geradezu als Leitfaden für den Aufbau des Werkes benutzt und erweist sich dabei didaktisch besonders geeignet. Die Aberration des Lichtes führt auf die Theorien vom mitgeführten und vom ruhenden Äther. Der Versuch, die *Maxwellschen* Gleichungen mit den Äthertheorien in Übereinstimmung zu bringen, zwingt zu einem weiteren Ausbau der Theorien, wodurch sie aber immer gekünstelter werden. Nach den mechanischen Äthertheorien werden die *Kelvinschen* Äthermodelle behandelt und schließlich im letzten Kapitel die Anziehung und Abstoßung pulsierender Kugeln.

Bei der Bedeutung, die die Vorgänge in verdünnten Gasen heute auch für die Technik erlangt haben, wird namentlich der erste (größere) Teil des vorliegenden Buches für alle, die auf dem Gebiet der Vakuumtechnik tätig sind, wegen der Vollständigkeit der physikalischen Übersicht und der leicht verständlichen theoretischen Darstellung sehr willkommen sein. [E 2384] *S. Erk.*

Grundfragen der Physik im Lichte Goethescher Erkenntnisart. Mit dem Versuch einer neuen Darstellung der Hauptsätze der Wärmelehre. Von *E. Hegelmann*. Mannheim 1928, Selbstverlag. (Auslieferung Mannheimer Bücherstube E. Reischmann.) 124 S. m. 15 Abb. Preis 3,50 *RM*.

Diese Schrift wurde als Dissertation unter dem Titel: „Zur Methodik der Physik, insbesondere der Wärmelehre auf Grundlage Goethescher Erkenntnisart" von der Technischen Hochschule Darmstadt genehmigt. Die Goetheschriften *Rudolf Steiners* hatten dem Verfasser Goethes naturwissenschaftliche Denkmethode nahe gebracht. An einer sehr klaren Gegenüberstellung charakteristischer naturwissenschaftlicher Anschauungen werden deren Voraussetzungen aufgezeigt. Aufgabe einer Methode im Sinne Goethes ist es, aus den Naturtatsachen die Urphänomene und deren Metamorphosen auszugliedern. Durch eingehende erkenntnistheoretische Untersuchung dieser Methode und ihrer Entwickelungsmöglichkeiten gelangt der Verfasser zu neuartigen Gesichtspunkten gegenüber Problemen wie: der Unterschied von Qualität und physikalischer Dimension, primäre und

sekundäre Qualitäten, die Grundlagen der meßbaren Zusammenhänge, die Zeit als abgeleitete Größe.

Für den Physiker ersteht die Forderung, bei der mathematischen Behandlung seiner Beobachtungen den Proportionscharakter der physikalischen Maßbeziehungen stets im Auge zu halten und sich bei Darstellung der Ergebnisse nicht durch abstrakte Hilfsvorstellungen von den Phänomenen abdrängen zu lassen. Auf dem Gebiete der Wärmelehre sieht der Verfasser den Grund für das immer wieder auftretende Unbefriedigtsein in einem logischen Widerspruch zwischen Energiegleichung und Entropiegleichung. Er kommt auf das *Daltonsche* Zuordnungsprinzip als eine natürliche Temperaturfunktion und stellt den Begriff einer der Entropie entsprechenden, statischen und einer dynamischen, umwandelbaren Wärmemenge auf, woraus sich dann eine exakte, qualitativ faßbare Darstellung der beiden Hauptsätze ergibt. Die mit zahlreichen Literaturnachweisen versehene Schrift erscheint wohl geeignet, dem nach wirklichkeitsnaher physikalischer Erkenntnis strebenden Ingenieur und Forscher neue Wege zu weisen.

[E 2447] *Hermanuz*

Taschenbuch der Luftflotten. Jg. 1928/29. Herausgeg. von *Werner von Langsdorff.* Frankfurt a. M. 1928, H. Bechhold. 626 S. m. 912 Abb. Preis 12 *RM.*

Das dreisprachige Taschenbuch (deutsch-englisch-französisch) gibt einen Überblick über die im letzten Jahr im Betrieb befindlichen Luftfahrzeuge aller Staaten der Welt. Die kennzeichnenden Angaben der Motorflugzeuge, der motorlosen Flugzeuge, der Luftschiffe, der Luftfahrzeugmotoren und der Fallschirme sind übersichtlich zusammengestellt. Den Schluß bilden eine Liste der Luftfahrzeugfirmen und Umrechnungstafeln. [E 2436] *Gw.*

Das Feldgeschütz mit langem Rohrrücklauf. Von *Konrad Haußner.* München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 130 S. m. Abb. Preis 8 *RM.*

„In der Geschichte des Artilleriegerätes bedeutet die Einführung des langen Rohrrücklaufes den Beginn einer neuen Entwicklungsstufe. Der lange Rohrrücklauf erhöht die Feuergeschwindigkeit, gestattet die wirkungsvolle Anbringung von Schutzschilden und erleichtert das mittelbare Richten. Seine Bedeutung besteht auch heute noch, denn ein neuzeitliches Feldgeschütz ohne langen Rohrrücklauf ist undenkbar.“ So urteilt man heute in der deutschen Reichswehr über die schon 1888 gemachte Erfindung eines deutschen Ingenieurs, deren Bedeutung die maßgebenden deutschen Persönlichkeiten im Frühjahr 1894 nicht erkannten und sich daher für die Federspornlafette einsetzten. Frankreich dagegen machte sich diese Erfindung zunutze, was jahrelang in waffentechnische Unterlegenheit Frank gegenüber brachte und unnötige Geldopfer auferlegte.

Die Darstellung des mühseligen Weges einer Erfind die erst nach langen Jahren zur Geltung kam, und die schichte eines Erfinders, dessen Name nur wenigen bek ist, verdient besonders in Ingenieurkreisen Beachtun finden. [E 2438] *L*

Unfallverhütung. Augen auf! Das Büchlein zur Unfal hütung für Jung und Alt. Herausgeg. vom Verband deutschen Berufsgenossenschaften in Verbindung mit Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und der Deuts Schul-Verkehrswacht durch *Werner Lindner* und *Lindner.* 64 S. m. Abb. Preis 0,15 *RM.* — Land schaftliche Unfallverhütung. 1. Ausg. Herausgeg. Verband der deutschen landwirtschaftlichen Berufsg senschaften in Kassel. 64 S. m. Abb. Preis 0,15 *RM.* — Unfallverhütungskalender 1929. Herausgeg. von der fallverhütungsbild-G. m. b. H. beim Verband der I schen Berufsgenossenschaften. 64 S. m. Abb. Preis 0,1 Berlin-Tempelhof 1929, H. A. Braun & Co.

Arbeit und Gesundheit. Schriftenreihe zum Reichsarb blatt. Herausgeg. von *Martineck.* 10. H.: **Lärmarbeit Ohr.** Von *K. Beck* und *F. Holtzmann.* Berlin 1929, mar Hobbing. 46 S. m. 14 Abb. Preis 3,60 *RM.*

The Principles of Underdrainage. Von *Reginald L Walker.* London 1929, Chapman & Hall. 223 S. m. 70 Preis 15 sh.

Impurities in Metals. Von *Colin J. Smithells.* London Chapman & Hall. 157 S. m. 166 Abb. Preis 18 s.

Das Großstadtproblem und die Wege zu seiner Lösung. *K. v. Mangoldt.* Berlin, Stuttgart, Leipzig 1928, Po Verlag. 51 S. Preis 1,70 *RM.*

Fachausschuß für Anstrichtechnik beim Verein deutsche genieure. 2. H.: **Seifenbildung in Anstrichen.** *W. Droste.* Berlin 1929, VDI-Verlag. 14 S. m. 83 Preis 5,50 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 5 *RM.*

Mitteilungen des Instituts für Kraftfahrwesen an der Sä schen Technischen Hochschule Dresden. Heraus *Otto Wawrziniok.* 6. Sammelbd. Berlin 1929, Klasing & 88 S. m. 145 Abb. Preis 4 *RM.*

Die Kunst der Ofenplatten, dargestellt an der Sammlung Vereins deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf. *Albrecht Kippenberger.* Herausgeg. vom Verein deuts Eisenhüttenleute. Düsseldorf 1928, Verlag Stahle 52 S. m. 69 Taf. Preis 22,50 *RM.*

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES

Die 68ste Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure

findet **Sonntag, den 23., und Montag, den 24. Juni 1929, in Königsberg,** statt.

Der Hauptversammlung geht eine Versammlung des Vorstandsrates am Sonnabend, dem 22. Juni, in Königsberg v

Anträge, die in diesen Versammlungen zur Verhandlung kommen sollen, sind gemäß §§ 35, 37 und 46 der Sat spätestens bis zum 23. März d. Js. schriftlich bei der Geschäftsstelle einzureichen.

Die Tagesordnung wird rechtzeitig veröffentlicht werden.

C. Köttgen
Vorsitzender des Vereines deutscher Ingenieure

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
Bd. 73 SONNABEND, 2. MÄRZ 1929 Nr. 9

Textiltechnik

orwort

Von Prof. Dr.-Ing. E. MEISTER, Dresden

en Anstoß für die Herausgabe dieses zweiten Fachheftes[1]) gab die am 17. und 18. November vorigen Jah- in Stuttgart abgehaltene Textiltagung[2]), zu der Wissenschaftliche Beirat des Vereines deutscher In- nieure eingeladen hatte. Die dort gehaltenen Vorträge lten in einem Fachheft gesammelt erscheinen. Für e solche Tagung, deren Teilnehmer aus allen Kreisen Textilindustrie, sowie der Unterrichts- und Forschungs- stalten erwartet worden waren, sollte aus den verschie- isten Gebieten des Textilwesens etwas geboten werden, nit möglichst jeder Teilnehmer irgendeine Anregung mit- men konnte. Die lebhafte Aussprache, die sich an die isten Vorträge anschloß, zeigte auch, daß man mit die- n Gedanken das Richtige getroffen hatte. Leider konnte Meinungsaustausch nicht mit veröffentlicht werden, da verfügbare Raum hierzu nicht ausreichte.

Die deutsche Textilindustrie kämpft gerade jetzt sonders schwer um die Wiedergewinnung ihres aus- ndischen und die Behauptung des inländischen Absatz- rktes. In diesem Kampf ist einerseits eine erhöhte achsamkeit und geschärftes Urteilsvermögen den tech- chen Verbesserungen gegenüber und anderseits ver- ndnisvolle Zusammenarbeit zwischen den Textil- rieben, dem Textilmaschinenbau und denjenigen ellen erforderlich, die Anregungen geben oder durch ssenschaftliche Untersuchungen die beste Entwicklung nell und sicher fördern können.

In dieser Beziehung muß bei uns mehr Gemein- haftsarbeit geleistet werden. Wir müssen ündlich mit gegenteiligen Anschauungen aufräumen. den Kreisen der Textilindustrie hört man gelegent- h die Behauptung, daß der ärgste Feind der deutschen xtilbetriebe der eigene deutsche Textilmaschinenbau re! Er setze ja erst das Ausland durch die Lieferung ter Spinnereimaschinen, Webstühle, Strickmaschinen w. in den Stand, mit der einheimischen Ausfuhr- dustrie erfolgreich in Wettbewerb zu treten. Wer so nkt, übersieht nur, daß die Maschinenfabriken durch re Auslandsbeziehungen vielfach auf wichtige Neu- ngen aufmerksam gemacht und infolge des ver- ößerten und stetigeren Absatzes nach dem In- und sland eher Neukonstruktionen herausbringen können, n denen dann das Inland doch den ersten Nutzen hat d einen wirtschaftlichen Vorsprung vor dem auslän- chen Wettbewerb erringen kann. Ferner müssen wir diesem Fall aber auch sagen, daß es vom Standpunkt serer ganzen Volkswirtschaft doch immer noch besser , wenn deutsche Maschinen ins Ausland gehen, als nn uns Engländer, Amerikaner oder Franzosen auch ch diese Aufträge wegnehmen. Unsere Spinnereien und Webereien sollten aus ihrer Zurückhaltung etwas mehr heraustreten, über Verbesserungen und neue Erfahrungen berichten, oder derartige Untersuchungen in ihren Betrieben ermöglichen, wobei für Wahrung wirklicher Fabrikationsgeheimnisse sicher in irgendeiner Form gesorgt werden könnte. Auf diese Weise könnten wieder die Textilmaschinenfabriken manche Anregungen erhalten, die zur Verbesserung ihrer Maschinen führen würden, und der Forschung würden Aufgaben gestellt werden, deren Lösung die Versuchseinrichtungen und alles Rüstzeug wissenschaftlicher Institute erfordert.

Die in dem vorliegenden Heft wiedergegebenen Vorträge sollten in der angedeuteten Richtung Anregungen zum Gedankenaustausch geben und möchten von diesem Gesichtspunkt aus gewertet werden. Deshalb befassen sich auch sämtliche Aufsätze nicht mit den theoretischen Grundlagen, sondern mit Tagesfragen der Textiltechnik, die sich zu einer Aussprache in einem Kreise von Praktikern und Wissenschaftlern eignen.

Manche der behandelten Tagesfragen sind freilich durchaus nicht neu, sondern schon vor Jahren aufgetaucht und seitdem oft erörtert worden; aber die wiederholte Behandlung auf Grund neuer Versuche oder Erkenntnisse ist durchaus berechtigt, weil eine Klärung bisher eben nicht möglich gewesen ist. Und das ist kennzeichnend für das Wesen der Textiltechnik, der sehr zu Unrecht von manchen Seiten Rückständigkeit vorgeworfen wird. Das in der Textilindustrie übliche Mehrheitsprinzip erfordert fast stets die gleichzeitige Umstellung ganzer Betriebsgruppen und damit beim Übergang auf ein neues Verfahren von vornherein das Wagnis eines sehr großen Kapitalaufwands.

Der Erfolg einer solchen Umstellung ist dann oft deshalb sehr schwer nachzuprüfen, weil man zwar eine höhere Leistung der Menge nach einwandfrei feststellen, weniger leicht aber die etwaige Veränderung der Eigenschaften des Gespinstes oder Gewebes beurteilen kann. Eine Verschlechterung der Güte ist aber in solchen Fällen immer zu befürchten, weil für alle Spinnverfahren zunächst der Grundsatz gilt, daß man mengenmäßig höhere Leistungen nur durch geringere Güte erzielen kann. Die Nachprüfung der Wirkung eines neuen Herstellverfahrens auf die Beschaffenheit des Fertigfabrikates ist ferner in Textilbetrieben viel schwieriger als in anderen Industrien, weil man sie meistens nur mittelbar und erst am fertigen Garn oder Gewebe selbst machen kann.

So ist auch zu erklären, daß man über wichtige Vorgänge beim Verspinnen von Faserstoffen, z. B. den Verzugsvorgang oder die Drehungserteilung, eine grundlegende Erkenntnis so schwer gewinnen kann, und allgemein gültige Gesetze noch nicht aufstellen konnte. Man ist hauptsächlich auf Versuche angewiesen, die aus den angegebenen Gründen im laufenden Betriebe viel Schwierigkeiten bereiten und keinen sicheren Erfolg verbürgen.

[1]) Das erste ist als Nr. 42 dieser Zeitschrift Bd. 66 (1922) er- ienen.
[2]) VDI-Nachrichten Nr. 50 vom 12. Dezember 1928.

Textile Rationalisierungsfragen

Von Prof. Dr.-Ing. OTTO JOHANNSEN, Reutlingen

Vorgetragen in der vom Verein deutscher Ingenieure am 17. und 18. November 1928 in Stuttgart veranstalteten Textiltagung.

Die wichtigsten Gesichtspunkte, die für die Rationalisierung von Textilfabriken einzul sind, werden behandelt: Vorbereitung des Rohstoffes, des Kettfadens für die Autom weberei, Textilindustrie und Taylorismus, Erfassung der Maschinenarbeit und Ar teilung, Ringspinnmaschinen und Arbeitsteilung, Anlernen von Arbeitern, Masch überwachung, der Einfluß der Veränderlichen, die Veränderlichen des Rohstoffs un Betriebs, Arbeitsbedingungen der einzelnen Maschinen, Fadenbruchzahl, Anwendur höhter Verzüge, Verteilung der Arbeitsaufgaben.

Die Rationalisierung von Textilfabriken, im besonderen die der Spinnereien und Webereien, ist gleichbedeutend mit der Verkürzung und Verbilligung der Arbeitswege und Arbeitsverfahren. Man kann hierzu rechnen: die Vervollkommnung und Automatisierung der Arbeitsmaschinen, die Ausschaltung aller die Herstellung hemmenden Vorgänge, die Überprüfung der einzelnen Arbeitsgänge auf die Möglichkeit ihrer Beschränkung und Vereinfachung, die Verminderung des der eigentlichen Herstellungsmaschine vorgelagerten toten Ganges, die Aufrechterhaltung der höchsten Leistungsfähigkeit der Maschinen durch gute Beobachtung und Überprüfung, die Ein- und Verteilung der Arbeitskräfte auf Grund ihrer körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit, die genaue Untersuchung der für die Einzelverrichtungen notwendigen Zeiten (Zeitstudien), die Durchführung der Arbeitsteilung nach dem Grundsatz, daß die erzeugenden Hauptkräfte durch Hilfskräfte zu entlasten sind und für die Einzeltätigkeit die größtmögliche Geschicklichkeit erreicht wird.

Auch Nebeneinflüsse verlangen in den Faserindustrien aufmerksamste Berücksichtigung, da sie die Güte des Erzeugnisses und die Größe der Erzeugung wesentlich beeinflussen können, wie z. B. Wärme- und Feuchtigkeitsgrad und die Abführung von Staub und Flug.

Daß die Rationalisierung alter Betriebe besondere Schwierigkeiten machen kann, ist bekannt. Zu enge Transportwege, schlechte Tagesbeleuchtung und andre mit den Gebäudeverhältnissen zusammenhängende Übelstände sind meist schwer zu beheben.

Vorbereitung des Rohstoffes

Die Bestrebungen, die Zusammenhänge planmäßig zu erforschen, sind alt, und nach meinen Beobachtungen war es in manchen deutschen Spinnereien und Webereien schon lange üblich, durch gründliche Betriebs- und Leistungsnachweisungen, die immer die Grundlage für die Entschleierung mangelhafter Vorgänge sein werden, zu einer Klärung und Verbesserung zu gelangen. Es ist aber wohl zuzugeben, daß in den Vereinigten Staaten von Amerika unter dem wachsenden Druck der Lohnfrage in den Herstellungsgang so etwas wie eine wissenschaftlich-praktische Ordnung gebracht worden ist, wobei der leitende Grundgedanke etwa in die Formel gekleidet werden kann, daß die Minderung der Unkosten trotz steigender Löhne durch Erhöhung der Erzeugung in bezug auf die Arbeits- und Lohneinheit angestrebt werden müsse. Es lag nahe, dies zunächst für die Massenerzeugung bestimmter Warenarten mit Hilfe weitestgehender Einführung selbsttätigen Betriebes und durch die Vermehrung der erzeugenden Einheiten, bezogen auf die arbeitende Hand, die als Lohneinheit gelten kann, zu erreichen.

Der bedeutendste Fortschritt ist in den letzten 50 Jahren auf diesem Gebiete wohl die Einführung des automatischen Webstuhles gewesen und früher schon die Umgestaltung der für Kurzfasern unwirtschaftlichen alten Flügelspinnmaschine in die viel leistungsfähigere Ringspinnmaschine. Auch gewisse Vereinfachungen in der Handhabung der mechanischen Weberei, wie sie die Knotschere und die selbsttätige Anknüpfmaschine mit sich brachten, sind in diesem Zusammenhang zu erwähnen, ebenso die Fortschritte in der Spulerei und Zettlerei, die z. B. von Schlafhorstmaschine und neuerdings von Automaticspoolers und den Highspe warpers von *Barber-Colman* erreicht werden.

Vorbereitung des Kettfadens für die Automatenweb

Die Automatenweberei ist bekanntlich besonders der Beschaffenheit der Kette abhängig, und da man ein Massengewebe, das billig sein soll, keine h Rohstoffpreise anlegen kann, war es notwendig, Fehlern des Gespinstes schon in der Vorbereitung beugend nachzugehen, damit sie im eigentlichen stellgang auf dem Webstuhl nicht störend und mindernd auf die Leistung wirkten. Der Sinn des A maten liegt darin, daß er rastlos fortarbeitet und lichst wenig stillsteht. Der Gedanke, die den Leistu grad des Webstuhles herabdrückenden Fadenbrüch der Kette schon in der Vorbereitung, also in der Spul herauszusuchen, ist zwar durchaus nicht neu, es vielmehr von jeher in der Aufgabe des Kettspul dieses Ziel zum Teil zu erreichen. Aber der Erfolg eingeschränkt durch das andre Bestreben, möglichst v Spulspindeln auf eine Arbeitshand zu vereinigen und Fadenbruchzahlen deshalb nicht zu hoch steigen lassen. Sowie diese Rücksichtnahme aufhört, und trifft für den neuen Automaticspooler zu, winnt die Vorbereitung ganz außerordentlich an Be tung für die Entwicklung der Automatenweberei. Ger dieses Beispiel zeigt besonders deutlich, wie die Leist der erzeugenden Maschine aufs engste mit der „ration sierten" Vorprüfung des zu verarbeitenden Materials sammenhängt.

Die Ausschaltung der Fehlerquelle, die Bruchst des Fadens, wird nicht mehr der eigentlichen Leistu maschine, dem Webstuhl überlassen, sondern sie wird die billiger arbeitende Vorbereitung des Spulens legt und dort durch eine sinnreiche Automatisierung weiter verbilligt. Allerdings stehen wir mit dieser wicklung erst am Anfang; denn die Einrichtungen zunächst nach ihrer Leistungsgröße und Kostspielig nur für Großbetriebe geeignet. Aber der Grundgeda behält doch für jede Betriebsgröße seine Geltung, ebe für jede Art Warenherstellung. Ganz genau ebenso hält es sich mit der verschärften Vorprüfung in Vorbereitung der Spinnerei, und jeder Fortschritt, z. B. die Prüfung der Vorgespinste behufs rechtzeiti Abstellung von Fehlern anbahnt, wirkt rationalisier auf die Leistung der Feinspinnmaschine.

Textilindustrie und Taylorismus

Der Rationalisierung durch selbsttätigen Betrieb, zunächst bei der Vielfältigkeit der Erzeugnisse d nur beschränkt sein konnte, hat dann *Taylor* den danken der Rationalisierung durch folgerichtige Dur bildung der Tätigkeit des Arbeiters hinzugefügt. Anstoß hierzu kam aus der Werkstatt des schinenbauers. Die Textilindustrie hat mit dem T lorismus nicht viel anzufangen gewußt. In der Spinne war die Handtätigkeit schon seit langem auf weni gut ausgeklügelte Griffe zurückgegangen, und das Me heitsprinzip, d. i. die Vereinigung einer möglichst groß Zahl von erzeugenden Einzelwerkzeugen (Spindeln) a eine arbeitende Hand, war längst in einem Umfan durchgeführt, wie er bis heute meines Wissens noch v

andern Industrie erreicht worden ist. Aber es ɦ doch gezeigt, daß durch geeignete Maßnahmen veitere Steigerung dieses Mehrheitsprinzips auch noch möglich ist. Diese Steigerung beruht allernicht auf einer besseren Durchbildung der Handeit, sondern auf der wohldurchdachten Durchg einer wirtschaftlichen Arbeitsverteilung nach Grundsatz, daß Herstellarbeit und Hilfsarbeit zu trennen sind. In der Automatenweberei die Verhältnisse ähnlich wie in der Spinnerei, soıan zu begreifen begann, daß der Automatenstuhl ann die Aufgabe, für die er geschaffen ist, erkann, wenn es gelingt, nicht nur 10 bis 12, son-0 bis 50 Stühle auf eine Hand zu vereinigen. In at ist man in den Vereinigten Staaten durch die g der Arbeitsaufgabe in die des nur erzeugenden s, des instandhaltenden Mechanikers und des hel-Schleppers heute so weit, daß man nach den n Berichten bis 100 Stühle und sogar darüber auf solche Arbeitergruppe vereinigt.

enn der Taylorismus aus den oben angegebenen en in der Textilindustrie auch zunächst keinen beren Einfluß zu gewinnen vermochte, so barg er doch eitere Entwicklung, die wir heute als Rationalig bezeichnen, in sich. Diese Bestrebungen, für die ngangs die wichtigsten Gesichtspunkte zusammenhabe, sind lange Zeit in den europäischen Industrien nicht so beachtet worden, wie sie verdient hätten. at sich nach dem Kriege geändert; man ist unter Druck der Verhältnisse wesentlich tätiger geworden, ondere in Deutschland. Die wirtschaftlichste Gestalles Betriebes ist für uns zur eisernen Notwendigkeit den.

Grundlagen der Betriebsrationalisierung

ie Frage nach den Grundlagen der Betriebsalisierung muß dahin beantwortet werden, daß
lie schärfste Erfassung der M a s c h i n e n a r b e i t
und
ine wohldurchdachte A r b e i t s t e i l u n g
end notwendig sind. Fehler auf diesen Ge- können sich verheerend sowohl auf die wirtliche Leistung wie auf die Güte der hergestellten auswirken. Es ist natürlich nicht möglich, im en dieser kurzen Darlegungen, die nur anregen , einen großen, mit vielen Beispielen belegten Plan twickeln; aber ich denke, es genügt, wenn ich Fälle anführe und das Bild durch einige Äußen, die in dem amerikanischen Schrifttum veröffentind, erweitere.

Ringspinnmaschinen und Arbeitsteilung

der Baumwollspinnerei besteht bis heute noch vollständig einheitliche Ansicht, ob es besser sei, ie Ringspinnmaschinen Arbeitsteilung einzuführen nicht. Wir können bei uns Werke finden, die die erinnen alle Arbeit (Spinnen, Beobachten, Ansetzen, ecken, Putzen, Absetzen bsw.) verrichten lassen las Verfahren der gegenseitigen Hilfe anwenden. bt aber auch bei uns Betriebe, die mindestens für utzen ständige Helferinnen und für das Absetzen, immer tote Zeit verursacht, eine besondere Absetzschaft anstellen. Ich will gar nicht in Erörterung n, wie das eine oder andre Verfahren durch örtliche ltnisse oder auch durch örtliche Überlieferung be- ist, sondern nur darauf hinweisen, daß die Beg der die Herstellung überwachenden Arbeiterin ilfsarbeiten für die Leistung nach Menge und Güte abrikates erfahrungsgemäß nicht zu günstigen Erssen führt, wie bei einer wenigstens teilweise geführten Arbeitsteilung. Die Herstellung einwand- Kops, die Überwachung der Spindelantriebe, das ame Aufstecken, die Beobachtung der Fadenbrüche hre Ursachen (Zylinderfehler, schlecht laufende eln, Grobfäden und Andreher usw.) ist die prov wichtige Arbeit, von deren Pünktlichkeit die sich ie ganze Weiterverarbeitung auswirkende Gleichkeit der Garngüte abhängt. Man sollte also diese Hauptbe nicht durch Hilfstätigkeiten einschränken. Aber auch für die Nebenarbeiten gilt der Satz, daß sie um so billiger werden, wenn man sie dem Gesetz unterwirft, nach dem die höchste Fertigkeit durch Beschränkung der Tätigkeit erreicht wird. Die Gesamtleistung steigt mit der Erhöhung der Einzelleistung, die von der Zersplitterung der nun einmal vorhandenen verschiedenen Tätigkeiten losgelöst wird durch die Arbeitverteilung. Eine Erhöhung der von e i n e r arbeitenden Hand zu versorgenden Spindelzahl hängt nicht nur ab von größeren Ringdurchmessern und Hüben, wie sie in den Vereinigten Staaten angewendet werden, die sich aber nicht überall anwenden lassen, sondern sie ist ebensosehr bedingt durch die rationelle Verteilung der Arbeitsaufgaben. Selbstverständlich spielen auch noch andre Fragen herein, deren Wichtigkeit nicht zu verkennen ist.

In den Vereinigten Staaten ersetzt man die Spinnerin vielfach durch den Spinner, der eine größere Spindelzahl übernehmen kann, ferner stellt man kürzere Ringmaschinen auf, für die die tote Zeit kürzer ausfällt, und führt die Aufstellung so durch, daß die von einem Spinner zu bedienende Spindelzahl möglichst in einer Flucht liegt.

Hier spielt auch die Frage des Bedienungsraumes herein. Bei Neuanlagen sollte man unbedingt auch bei uns in der Bemessung der Zwischengänge weiter als bisher gehen.

Anlernen von Arbeitern

Eine andre wichtige Frage ist die der Anlernung neuer Arbeiter. Abgesehen von psychotechnischen Eignungsprüfungen, die vereinzelt heute bei uns durchgeführt werden, ist es im allgemeinen üblich, die Leute im Betrieb anzulernen, indem man sie den gelernten Arbeitskräften zuteilt. Ich halte es für wesentlich zweckmäßiger, wenn man mit besonderen Anlernsortimenten arbeitet, die nicht für erstklassige Ware bestimmt sind. Mit diesen Schulungsabteilungen wäre die Beobachtung der Eignung zu verbinden. Eine über eine gewisse Zeit ausgedehnte Eignungsprüfung in der hierzu bestimmten praktischen Umgebung führt sicher zu zuverlässigeren Urteilen, als wenn der Neuling auf Grund von irgendeiner vorübergehenden Dienstleistung beurteilt wird.

Maschinenüberwachung

Ich habe oben darauf hingewiesen, daß die scharfe Überprüfung der Maschine und ihrer Arbeitsweise in der Textilindustrie grundlegend für ein wirtschaftliches Arbeitsverfahren ist. Dieser Standpunkt wird auch von *Sydney S. Paine*, dem Präsidenten der Textile Development Co. in Boston vertreten[1]). *Paine* weist darauf hin, daß die von ihm dargelegten Gesichtspunkte nicht neu seien, denn sowohl *Taylor* wie auch *Gantt* und andre hätten wertvolle Beiträge für eine planmäßige Arbeitsgestaltung geliefert; diese Verfahren seien aber z. B. auf die Baumwollindustrie, die er im besonderen im Auge hätte, nicht angewendet worden, da diese Industrie derart auf die Maschine eingestellt sei, daß die Arbeit des Menschen kaum mehr beeinflußt werden könne. Wie ich weiter oben schon dargelegt habe, hat der Taylorismus auch tatsächlich nur wenig Einfluß in der Textilindustrie gewonnen, obwohl anderseits zuzugeben ist, daß man unter seinem Einfluß wenigstens angefangen hat, sich manche Gewohnheitsverfahren etwas genauer anzusehen.

Der Einfluß der Veränderlichen

Als Kern der ganzen Rationalisierungsfrage müssen wir nach *Paine* die Unsicherheit der sogenannten „Veränderlichen" betrachten, die den Arbeitsgang verschieben und ihn natürlich schädlich beeinflussen, wenn man ihnen nicht nachgeht, sie ständig überwacht und für sie nicht nach Normen sucht, die es erleichtern, ihren schädigenden Einfluß abzuschwächen. Wenn man Rohstoffe verarbeitet, die von so vielen Unsicherheiten abhängen, wie die Faserstoffe, sollte die Erzeugung immer unter gründlichster Beobachtung gehalten werden. Ich habe schon in Vorkriegzeiten als Leiter einer großen textilen Lehranstalt auch darauf hingewiesen, daß die Meister in den

[1]) Vergl. *Paine*, „Mechanical Engineering" Bd. 48 (1926) S. 432.

Fabriken im allgemeinen nicht genügten, um die Arbeitsgänge unter ständiger Beobachtung zu halten, daß hierzu vielmehr ein kleiner Stab von jüngeren Technikern notwendig sei, der nichts andres zu tun hätte, als die Maschinen, die Veränderlichen usw. zu überprüfen und seine Beobachtungen der Fabrikleitung zur Kenntnis zu bringen.

Die Veränderlichen des Rohstoffes

In einem Punkt sind wir in der Baumwollverarbeitung in Deutschland andern ohne Zweifel mit gutem Beispiel vorangegangen, d. i. die genaue Untersuchung der technischen Eigenschaften der größten Veränderlichen: des R o h s t o f f e s. Die verschärfte Untersuchung des Stapels ist bei uns schon voll entwickelt gewesen, als man anderwärts erst begann, sich mit dieser außerordentlich wichtigen Frage eingehender zu befassen und nach Vorrichtungen Umschau zu halten, die für die genaue Überprüfung dieser grundlegenden Veränderlichen geeignet wären. Wenn *Paine* heute sagt, der Rohstoff sei die größte Veränderliche, so können wir mit Recht entgegnen, daß wir alle Mittel besitzen, um uns ein genaues Bild von dieser Veränderlichen in jedem Einzelfall zu machen. Es ist ja eigentlich an sich merkwürdig, daß man früher die wechselnden Eigenschaften des Rohstoffes nur einer ziemlich oberflächlichen Vorprüfung unterzogen hat. Bis zu einem gewissen Grade kam der Rohstoff selbst früher dieser Oberflächlichkeit entgegen: er war besser und gleichmäßiger, man konnte sich sozusagen mehr auf ihn verlassen. Gewisse Entartungserscheinungen in den Anbauländern haben diese Zuverlässigkeit inzwischen zuungunsten einer wirtschaftlichen Arbeitsgestaltung geändert.

Wenn man sich seit einem Menschenalter mit der Verarbeitung von Faserstoffen zu Gespinsten befaßt, muß einem auffallen, daß sich die Fälle häufen, in denen der Spinner in bezug auf den mangelhaften Ausfall des Gespinstes zunächst vor einem Rätsel steht. So z. B. wenn der Spinner in der guten Absicht, seinen 42er Schuß zu verbessern, in der Klasse hinaufgeht und einen höheren Kaufstapel wählt, sein Erzeugnis aber in der Reißlänge herunter- und in der Ungleichmäßigkeit hinaufgeht. Untersucht man diesen Rohstoff, so ergibt sich, daß der Mittel- und Häufigkeitsstapel des neuen Erzeugnisses schlechter ist als früher, und da der geringere Teil an längeren Fasern den großen Anteil der kürzeren Mittelfasern in seinem verschlechternden Einfluß nicht auszugleichen vermag, fällt naturgemäß das Gespinst schlechter aus; denn es hat nicht nur zu wenig Drehung, sondern es ist auch schnittiger, weil die Zahl der im Verzugsfeld schwimmenden Fasern zu groß geworden ist.

In einem andern Falle kauft der Spinner, um eine besonders günstige Reißlänge zu erreichen, einen guten „Strong Staple" und muß zu seinem Erstaunen erkennen, daß das Gespinst weniger Reißlänge aufweist als das, welches aus weniger kräftiger Faser vorher hergestellt wurde. Geht er der Sache nach, so findet er, daß er die Feinheit der Faser vorher hätte bestimmen sollen; denn eine gesunde Faser von Nr. engl. 2800 leistet im Faden mehr als eine solche von Nr. engl. 2300, weil die Gesamtreibungsfläche mit der Faserzahl zunimmt. Diese Beispiele können leicht vermehrt werden; ich habe sie nur angeführt, um darzulegen, wie sehr der Spinner an einer genauen Vorprüfung der Veränderlichen des Rohstoffes beteiligt ist. Die Rationalisierung des gesamten Spinnprozesses macht also die genaue Kenntnis des Rohstoffes nötig; denn es ist nicht sehr wirtschaftlich, den Arbeitsgang auf unsicherer Grundlage zu beginnen und ihn erst richtig zu gestalten, wenn das Fabrikat durch seine Mängel hierzu zwingt.

Die vollkommene Erfassung aller Veränderlichen des Rohstoffes ist schwierig, und es ist richtig, daß der Stoff innerhalb einer Partie wechseln kann, man aber nicht in der Lage ist, diesen Wechsel sofort zu erfassen. Er muß sich erst durch die in den Zwischenfabrikaten auftretenden Schwankungen zeigen, so daß nun die verschärfte Beobachtung und Prüfung des Arbeitsganges einzusetzen hat, um dieser Veränderlichen des Rohstoffes beizuk... Man kann also sprechen von den Veränderlichen de... stoffes, die sich

1. vor der Verarbeitung feststellen lassen, und jen...
2. erst im Arbeitsverlaufe durch verschärfte Be... tung und Überprüfung ermittelt werden könn...

Die Veränderlichen des Betriebes

Zu den Veränderlichen des Rohstoffes komm... vielen Betriebsveränderlichen, die von den Maschin... ihrer Behandlung, von der maschinellen Organisati... unzweckmäßigen Anordnungen in der Aufstellung, ... tigen Raumbemessungen, mangelhaften Förderwege... -einrichtungen, atmosphärischen Einflüssen und so... Nebenumständen herrühren. *Paine* z. B. rügt es ... daß in den Fabriken zu sehr mit Meinungen anst... Tatsachen gearbeitet wird. Er weist darauf hin, da... die Ergebnisse als Tatsachen bewertet, in den sel... Fällen aber den Grund richtig suche, warum sie s... Ganz kann ich ihm hierin allerdings in Hinsicht a... deutschen Verhältnisse nicht zustimmen, aber rich... es, wenn er sagt: es müßten meßmäßig festgelegte ... lagen in jeder Fabrik gesucht werden — sogenannte ... ardgrößen —, die für Maschinen und Leistung gelt... die ständig unter Nachprüfung gehalten werden.

Für die Richtigkeit seiner Ansicht führt *Paine* ... s p i e l e an, die ich erwähne, weil sie zeigen, wa... an unwirtschaftlichen Vorkommnissen möglich ist... krasseste Fall ist wohl der, wo an sieben Ringmas... eine Wirtelvermischung von 1 und ⅞ Zoll festzu... war, so daß die sich hieraus ergebende Ungleichmäß... der Drehung zu sehr ungleichmäßigen Gespinsten ... worauf man dann einfach den Draht erhöhte, aber ... lich ohne jeden Erfolg. Es ist ein schwerer Organis... fehler, wenn es vorkommen kann, daß z. B. beim ... putzen die Spindeln verschiedener Maschinen verw... werden, und es ist weiter ein höchst unvernünftig... unwirtschaftliches Verfahren, eine Steigerung der ... bruchzahlen, wie sie im vorliegenden Falle eing... war, kurzweg mit einer Drahterhöhung zu beantw...

In einem andern Fall ergab sich, daß für den ... Stoff in derselben Spinnerei die verschiedensten Dr... heiten angewendet wurden. Sie betrugen an den Grobl... 1,05 bis 1,56, an den Mittelbänken 1,18 bis 1,65, a... Feinbänken 1,2 bis 1,93, an den Ringmaschinen für ... 4,65 bis 5,41 und für Schuß 3,65 bis 4,85. Eine de... Uneinheitlichkeit kann natürlich keinen Anspruc... rationelle Gestaltung des Arbeitsganges erheben. ... Abweichungen sind auch in deutschen Betrieben ... festgestellt worden. Der Umstand, daß Fabriken, d... selben Rohstoffe verarbeiten, für gleiche Nummer... verschiedene Drehungen anwenden, gibt zu denken. ... liegt die Ursache für höhere Drehungen in der ... bruchzahl; man steigert den Draht, um über die ... einer schlechten Vorbereitung besser hinwegzuko... ohne der eigentlichen Ursache nachzuforschen. So ... nicht dasselbe, ob man die Baumwolle mischt od... mittelbar in den Arbeitsgang einführt, und es wird z... verschiedenen Ergebnissen führen, wenn man den ... durch eine schonende Stufenballenbrechung vorb... der Schlägerei zuleitet oder dies nicht tut.

Es würde zu weit führen, wenn ich die Zahl de... spiele vermehren würde. Man kann sagen, daß die ... Kenntnis des den Faden aufbauenden Mittelstapel... Techniker vor einer Übersteigerung der Drahtz... schützt. Stellt sich das Bedürfnis nach solcher Erh... ein und ist sie durch den Stapel nicht zu begründen, ... eine gründliche Durchforschung des Arbeitsganges n... dig. Auch *Paine* deutet an, daß sich für die Beurt... des Rohstoffes eine Grundlage schaffen lasse, die ... Rohstoffstandard nennt. Dann kann der tech... Leiter sagen: die Drehungsgrößen in meinem Betriet... sprechen dem Stapel nicht, es müssen andere Fehle... handen sein, die zu suchen sind. Als Merkwür... führt *Paine* Unterschiede in der Erzeugung in ve... denen Spinnereien bei gleichen Rohstoffverhältnissen ... 30 vH an, wobei die durch fehlerhafte Maschineneins... gen bedingten Überdrehungen einen großen Bruchte... Mindererzeugung verschulden.

Arbeitsbedingungen einzelner Maschinen

ir können schließlich niemals zum Ziel gelangen, wir die Arbeitsstandards der einzelnen Maschinen- n nicht genau kennen. Wir müssen wissen, unter n Umständen die Maschinen für bestimmten Roh- inen Höchstwert an Güte und Menge liefern. Die erigkeit liegt nun nach *Paine* nicht darin, daß eine mte Baumwolle nicht bestimmte Ergebnisse ermög- sondern daß eine kleinere Versuchseinrichtung, auf iese Baumwolle voruntersucht wurde, eben immer arbeitet als die Maschinen des eigentlichen Groß- es. Es ist bekannt, daß neue kleine Versuchsmaschi- tets andre, und zwar meist bessre Ergebnisse zei- als die normalen Maschinen des Fabrikbetriebes. Es l leichter, ein paar hundert Spindeln oder ein Dutzend ühle sehr genau einzustellen und unter genauester bsnachprüfung zu halten, als 30 000 Spindeln oder ebstühle. Die Ursache liegt aber nicht nur an der ren Unbeweglichkeit und Unübersichtlichkeit des n Betriebes, sondern man pflegt gewöhnlich zu sehr dienung zu sparen; es ist niemand da, der die unbe- notwendige Maschinenbeobachtung ununterbrochen führt. Die Meister können diese Beobachtungsarbeit bewältigen, da sie durch andere Aufgaben voll in An- h genommen sind. Jeder Betrieb sollte vielmehr, wie en schon angedeutet habe, einige Beobachtungstech- zur Verfügung haben, die lediglich die Aufgabe haben, aschinenstandards festzulegen und die Fehler zu n. Daß hierdurch beste Ergebnisse erzielt werden, ie Praxis schon bewiesen. Schließlich sind die In- haltungsmechaniker, denen man in den Vereinigten n von Amerika 70 bis 100 Automatenstühle zuteilt, nichts anderes als solche Beobachtungstechniker.

Die Fadenbruchzahl

ines der besten Merkmale für die wirtschaftliche Ar- der Spinnmaschinen ist die zeitweilige Zählung der nbrüche. Im allgemeinen ist diese Zählung, wenn mittelbar, schon von jeher üblich gewesen; denn. stieg ruchzahl, dann konnte die Spinnerin nicht mehr die- Spindelzahl bedienen. Auch hier hat man sich dann illkürlich mit einer Erhöhung des Drahtes geholfen, den Ursachen, die meist ganz wo anders zu suchen sen wären, nachzugehen. Gelegentlich der zweijähri- Versuche mit Kugel- und Rollenlagerspindeln und mit hzugstreckwerken verschiedener Bauart hat das For- ungsinstitut Reutlingen-Stuttgart die nbruchzahl für die Beurteilung herangezogen.

Wir haben für amerikanische Baumwolle 50 Faden- e auf 1000 Spindeln in 1 h, d. s. 0,05 auf eine Spindel h als zulässig gefunden, allerdings für die bei uns he Arbeitseinteilung und etwa 700 Spindeln auf 1 Spin- . *Paine*, der ebenfalls betont, daß die Heranziehung Fadenbruchzahl für die Beurteilung der Leistung sehr kmäßig sei, gibt in einem Falle 65 Fadenbrüche auf Spindeln in 1 h (0 065 auf eine Spindel in 1 h), in n anderen 40 Brüche auf 1000 Spindeln in 1 h (0 04 ine Spindel in 1 h) an, betont aber, daß oft viel höhere e vorkommen. Er meint, daß eine Maschine mit 0,04 nbrüchen je Spindel in 1 h unter den besten Be- ngen laufe; dieser Wert ist mit dem guten Stoff, n Amerika im allgemeinen für Kette verwendet wird, Mittelwert sicher erreichbar. Für unsere Verhält- dürfte diese Zahl etwas zu günstig liegen; wir be- n uns nicht in der Lage, den Rohstoff so zur Hand aben wie die Amerikaner; die Durchschnittsgüte der Kette verwandten Baumwolle liegt bei uns niedriger, Draht höher und ebenso auch die Fadenbruchzahl. Der mir oben angegebene Wert von 0,05 je Spindel in 1 h e der Wirklichkeit näher kommen, und auch 0 06 noch als zulässig gelten dürfen. Aber diese Werte en oft wesentlich überschritten: mir liegen auch An- n wie 0.08 und 0.1 und mehr vor. Die höheren Faden- werte hängen meist mit einer größeren Ungleich- gkeit des Gespinstes zusammen und lassen infolge- n ohne weiteres Schlüsse auf die Schnittigkeit und Gleichmäßigkeitsgrad zu.

Sinkt die Fadenbruchzahl auffallend herab, so ist dies aus kein Zeichen für besonders günstige und wirtschaftliche Arbeitsverhältnisse. Auch *Paine* vertritt diese Ansicht und gibt an, daß z. B. in einem Falle nur 0,025 Fadenbrüche je Spindel in 1 h entstanden sein. daß dieser günstige Wert aber nur durch Erhöhung der Herstellkosten erreicht werden konnte. Die Geschwindigkeit war wesentlich herabgesetzt worden, den Draht hatte man erhöht und der Rohstoff war besser. Die durch Draht und Geschwindigkeit herabgedrückte Erzeugung gestattet zwar eine Steigerung der Spindelzahl je Arbeiter, das Verfahren bleibt aber trotzdem unwirtschaftlich, weil der Nachteil den Vorteil überwiegt.

Man sollte für die Stoffarten, die man zu verarbeiten pflegt, den Standard der zugehörigen Fadenbruchzahl genau kennen, um durch wiederholte Nachprüfungen ein Bild von der wirtschaftlichen Gestaltung der Arbeit der eigentlichen Erzeugungsmaschine zu erhalten. In diesen Bruchzahlen ist auch die Beschaffenheit der Vorgespinste, also die wirtschaftliche Vorarbeit bis zu einem gewissen Maß enthalten. Die willkürliche Verminderung der Geschwindigkeit bei zunehmender Bruchzahl gehört mit zu den bedenklichsten Gedankenlosigkeiten, sie steht ungefähr auf gleicher Höhe mit dem Allheilmittel der Drahterhöhung ohne Überprüfung und ohne Nachforschung nach dem eigentlichen Grundübel. Da der elektrische Einzelantrieb die Geschwindigkeitsänderung sehr erleichtert, liegt die Verführung sehr nahe, die Maschine einfach mit einer anderen Schalthebelstellung weiterlaufen zu lassen.

Anwendung erhöhter Verzüge

In diesem Zusammenhange glaube ich mit einigen Worten auf die Rationalisierung durch die Verkürzung des toten Weges der Vorbereitung eingehen zu sollen. Ein Mittel hierfür ist, wenn sogenannte Durchzugstreckwerke benutzt werden, erhöhte Verzüge auf den Feinspinnmaschinen anzuwenden. Dies muß aber nicht unbedingt durch Ausschaltung eines Flyers geschehen, wodurch eine wertvolle Dublierung verloren geht, sondern man erreicht durch den gesteigerten Feinspinnverzug eine wesentliche Herabsetzung sämtlicher Nummern der Vorspinnerei bis zur Strecklunte herab, so daß die Ersparnis an Maschineneinheiten bei drei und zwei Flyern fast dieselbe ist. Ich habe in dieser Frage manche Berechnung und manchen Versuch angestellt und gefunden, daß die Beibehaltung der dreifachen Flyerei die wirtschaftlichere Lösung ist. Soweit ich unterrichtet bin, vertritt man diese Anschauung auch in vielen Kreisen der Praxis.

Das Durchzugstreckwerk ist ja bekanntlich eine Errungenschaft der europäischen Industrie, und Deutschland nimmt in bezug auf die Durchbildung und Anwendung dieses Verfahrens ohne Zweifel einen Ehrenplatz ein. Das Walzendurchzug-Streckwerk ist ja überhaupt in seiner heutigen vollendeten Form das Ergebnis deutscher Arbeit. In England ist man nur langsam an diese Frage herangetreten, weil man gewisse unzweifelhaft vorhandene Vorzüge, die das alte Klemmstreckwerk besitzt, nicht vermissen wollte. Erst seitdem das Vierwalzen-Streckwerk so durchgebildet ist, daß die Vorteile der Klemmkonstruktion nicht verloren gehen, z. B. bei der Bauart *Toenniessen*, haben die englischen Maschinenfabriken sich dem Durchzug allgemeiner zugewendet[2]).

In Amerika beginnt, wie ich höre, die Industrie ebenfalls Interesse für den Durchzug zu entwickeln. Soweit ich unterrichtet bin, geht man aber dort von der dreifachen Flyerei nicht ab: man steht vielmehr auf dem Standpunkt, daß das Mittel des erhöhten Verzuges auf der Feinspinnmaschine dazu benutzt werden müsse, um durch doppelte Aufsteckung auf der Ringmaschine die Gleichmäßigkeit des Gespinstes noch zu steigern. Das ist eine durchaus nicht neue Auffassung; denn der höhere Gleitstreckwerkverzug ist, wie mir bekannt ist, in deutschen und schweizerischen Spinnereien für bessere Garne unter demselben Gesichtspunkt für doppelte Aufsteckung seit langem angewendet worden. Hinsichtlich der Durchzugstreckarten möge hier der Hinweis genügen, daß sowohl das Lederbandstreckwerk von *Casablancas*, wie auch die Drei- und Vierzylinderbauarten mit Walzendurchzug die Wirtschaftlichkeit durch Vereinfachung der Vorbereitung wesentlich zu fördern vermögen.

[2]) Vergl. a. S. 298 dieses Heftes.

Verteilung der Arbeitsaufgaben

Paine ist der Ansicht, daß keine Hand mit mehr Arbeit belastet werden sollte, als sie unbedingt leisten kann, weil sonst unrationelle Arbeit entsteht. Um jede Überlastung zu vermeiden, schlägt er vor, daß für jede Arbeit ein gewisser Zeitüberschuß vorzusehen wäre, wobei er sogar von 20 vH Zeitüberschuß spricht. Wenn dieser Zeitüberschuß nicht nur verbraucht wird, sondern die verfügbare Zeit sogar zu knapp ist, der Arbeiter also anfängt, oberflächliche Arbeit zu leisten, müßten unbedingt Fehler vorliegen, deren Behebung nicht zur Arbeitsaufgabe dieses Arbeiters gehöre. Wenn z. B. in einer Weberei ein bestimmtes Gewebe mit 0,58 Stillständen in der Zeiteinheit hergestellt wird, in anderen Webereien dasselbe Gewebe in derselben Einheit aber 1 bis 2 Stillstände verursacht, so habe der Weber in diesem zweiten Betriebe bis viermal mehr Fadenbrüche, gemeint sind natürlich Automatenstühle, zu beheben

Es ist Sache der Vorbereitung, dies zu verhindern, und ich darf wohl auf das hinweisen, was ich hierüber schon eingangs dieser Darlegungen gesagt habe. In einem anderen Falle brauchte ein Weber für eine bestimmte Arbeit, die nicht näher angegeben ist, 44 Sekunden; er brauchte 2 Minuten, wenn die Vorbereitung schlecht war. Die Ursache lag in der Schlichterei. *Paine* weist darauf hin, daß, wenn für eine bestimmte Arbeit infolge grundlegender Feststellungen bekannt ist, welche Zeit sie erfordert, falls alles in Ordnung ist, so sei es möglich, wirtschaftlich zu arbeiten. Zeitstudien sind also ein wichtiges Glied in der Reihe der Rationalisierungsbestrebungen. Das bezieht sich natürlich nicht nur auf Handhabungen, sondern auch auf zurückzulegende Wege und all das, was zu der Sonderaufgabe des betreffenden Arbeiters gehört.

Nach *Paine* steigert die Entlastung des Hauptarbeiters durch Hilfsarbeiter seine Leistung ohne Überlastung und erniedrigt die Unkosten. Die Grundlage der eigentlichen Rationalisierung sei also die Festlegung der Standardwerte, die es ermöglichen, bei allen Vorgängen sofort zu erkennen, ob sie sich fehlerhaft abgespielt haben oder nicht.

Schließlich seien hier noch einige Bemerkungen aus einem mir zur Verfügung gestellten amerikanischen Bericht eingeschaltet, weil sie die dort herrschende Auffassung gut beleuchten. Es wird gesagt, daß der Lohn des Arbeiters sehr hoch sei, man müsse daher die ganze Aufmerksamkeit darauf richten, eine dem Lohn entsprechend hohe Gegenleistung zu erhalten. Wir müssen uns [...]lich die Frage vorlegen, ob das, was in den Verei[nigten] Staaten ohne wesentliche Widerstände sich durchzusetzen vermag, auch bei uns durchführbar ist. Das wird [...] durchweg der Fall sein. Ich habe aber schon darauf hingewiesen, daß unsere Industrie sich hinsichtlich der Herstellkosten infolge ihrer hohen Belastung mindestens in derselben Zwangslage befindet wie die amerikanische Industrie.

Zusammenfassung

Wir müssen, wenn wir wettbewerbfähig bleiben wollen, den Grundsatz der Arbeitsteilung und der durchgreifenden Rationalisierung der Arbeitsvorgänge behufs Verminderung der Unkosten bei steigenden Löhnen durchführen und den Grundsatz befolgen, daß nur die Erhöhung der Erzeugung auf eine Lohn- und Erzeugungseinheit zum Ziele führen kann. Erhöhte Erzeugung zu geringeren Gestehungskosten je Erzeugungseinheit ist in den Vereinigten Staaten mit sehr hohen Löhnen verbunden und aus den Berichten, die vorliegen, hat die Erkenntnis von der Notwendigkeit der Rationalisierung in diesem Sinne sich in Kreisen der Arbeitnehmer wie Arbeitgeber durchgesetzt. Diese Rationalisierung aber hat, wie ich nochmals kurz zusammenfassen möchte, zu bestehen aus:

1. Genauer Vorprüfung des Rohstoffes und seiner Veränderlichen;
2. Feststellung aller Veränderlichen der Arbeitsvorgänge und ihre Zusammenfassung in Arbeitstandards;
3. ununterbrochener Beobachtung aller Erzeugungsvorgänge durch eine besondere Arbeitsgruppe, die den Fehlern und Fehlerquellen nachgeht und die Einhaltung der Arbeitstandards nachprüft;
4. Durchführung einer Arbeitsteilung nach dem Grundsatz, daß die eigentliche Erzeugungsarbeit getrennt sein muß von jeder Neben- und Hilfsarbeit.

[B 234

Geräuschverhütung in Webereien[1]

Der bei der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene bestehende Ausschuß zur Bekämpfung von Lärmschwerhörigkeit befaßt sich auch in einem Unterausschuß, dessen Obmann Dr.-Ing. *Denker* ist, mit den technischen Maßnahmen zur Lärmverhütung an den Webstühlen. Dabei muß betont werden, daß man daraus, daß man sich mit den technischen Fragen der Lärmbekämpfung befaßt, nicht unbedingt auf die Entstehung von Lärmschwerhörigkeit schließen muß. Ob also der in den Webereien vorhandene Lärm geeignet ist, gesundheitliche Beeinträchtigungen oder sogar Lärmschwerhörigkeit herbeizuführen, gehört nicht in diesen Aufgabenkreis.

Hinsichtlich der Lärmbeseitigung in Webereien stehen wir noch so ziemlich in den Anfängen. Um eine Klärung herbeizuführen, müssen dem Unterausschuß noch Sondersachverständige, und zwar sowohl Sonderkonstrukteure für Webstühle wie auch „Schallingenieure", angegliedert werden. Das ohrenbetäubende Geräusch in den Webereien geht vom Webstuhl aus. Der Schützenschlag ist das Geräusch, das für alle Webstühle kennzeichnend ist und das man je nach der Zahl der Stühle und der Drehzahl als Hauptgeräuschquelle bezeichnen muß. Im einzelnen rührt es vom Antrieb der Schützen durch ein Schlagwerk her, vom Aufschlagen der Picker auf den Schützen und vom Aufschlagen der Schützen auf den gegenüberliegenden Kasten, wo er durch die Kastenzungen mehr oder weniger sanft abgebremst wird. Ein Mittel, diese Geräuschquelle zu beseitigen, wäre, auf den Schützen zu verzichten. Solche Versuche sind aber ohne nennenswerte Erfolge geblieben.

Neuerdings ist von den Berlin-Karlsruher Industriewerken die schützenlose Gabler-Webmaschine[2]) herausgebracht worden, deren Hauptmerkmal darin liegt, daß der frei auf einer bewegten Bahn fliegende Webschützen und die Schützenschlagvorrichtung beseitigt wurden. Diese vom rein technischen Standpunkt aus sehr mangelhaften Teile sind durch einfache Greifvorrichtungen ersetzt. Inwieweit die Gabler-Maschine den Schützenwebstuhl verdrängen [...], muß die Zukunft lehren. Eine gewisse Geräuschverm[inde]rung bringt sie sicher mit sich. Nach Messungen von [...] Dr. *Holtzmann* betrug in einem mit Gabler-Webstühlen [be]setzten Websaal die Geräuschstärke sieben bis acht Ph[...]

Mit dem Wegfallen des Schützenschlages sind aber [...] nicht alle Ursachen der Geräuschbildung beseitigt. A[ußer] dem Schützenschlag ist noch das Geräusch der Platinenbewegung hervorzuheben, das teilweise den Schützenschlag noch übertönt und bei offenen Fenstern auch in [der] Umgebung hörbar ist. In amerikanischen Tuchfabr[iken] wird vorwiegend mit Offenfach-Maschinen gearbeitet, [bei] denen sich das Platinengeräusch wegen der auf die H[älfte] herabgesetzten Schaftbewegungen um 50 vH ermäßigt. [...] der Wechsel verursacht ein ziemlich kräftiges Gerä[usch]. Eine Reihe weniger spezifisch hörbarer, aber in i[hrer] Summe doch beachtlicher Nebengeräusche entsteht en[dlich] durch Zahnräderübertragungen. Verhältnismäßig gering [ist] das Geräusch der Jacquardmaschinen.

Es wird wohl kaum möglich sein, die Geräuschque[llen] einzeln zu betrachten. Erforderlich scheint der Einbau [von] Kugellagern, die Verwendung gefräster Zahnräder und [...]hautritzel oder Räder aus Novotext. Die Webstühle so[llen] kinematisch und dynamisch so durchgebildet werden, [daß] sie stoß- und erschütterungsfrei laufen. Die entsteh[ende] Verteuerung der Maschinen wird durch geringeren K[raft]bedarf und längere Lebensdauer der Webstühle sowie d[urch] Steigerung des Arbeitswillens und der Arbeitsleistung [der] in ihrem Nervensystem weniger beanspruchten Weber we[nig]stens teilweise ausgeglichen werden können.

Außer der eigentlichen Lärmquelle muß man noch [den] Bodenschall und die Erschütterungen betrachten. Die „[...]samkeit" des Raumes muß möglichst günstig sein. Um [den] Nachhall möglichst zu unterdrücken, kann man die W[ände] schalldurchlässig machen oder man verputzt sie mit [Ab]sorptionsstoffen. Schließlich ist noch die Absorptions[wir]kung der Menschen, die um so größer ist, je mehr Mens[chen] im Arbeitsraum sind, in Betracht zu ziehen. Diese P[unkte] muß man bei Neubauten berücksichtigen. [B 24[...]

Frankfurt a. O. Dr.-Ing. *Denk[er]*

[1]) Auszug aus einem in der Textiltagung in Stuttgart gehaltenen Vortrag.

[2]) Vergl. den Aufsatz von *Mauz* in diesem Heft S. 285.

Tagesfragen im Bau von Webstühlen und Vorbereitungsmaschinen

Bedürfnisse, Wünsche und Anregungen aus der Seidenweberei

Von Dir. FRITZ BIRKHOFER, Krefeld

Vorgetragen in der vom Verein deutscher Ingenieure am 17. und 18. November 1928 in Stuttgart veranstalteten Tagung für Textiltechnik

Die Gesichtspunkte, die für die Weiterentwicklung der in der Seidenweberei verwendeten Arbeitsmaschinen in Betracht kommen, sind zusammengestellt. Der Zweck ist, den Herstellern der Maschinen die Wünsche der Verbraucherkreise vor Augen zu führen und die Punkte anzugeben, in denen Verbesserungen notwendig erscheinen. Außerdem sollen aber auch den Verbrauchern Anregungen für die wirtschaftliche Benutzung der Maschinen und Auskunft über die in den letzten Jahren gemachten Erfahrungen und Fortschritte gegeben werden. — Allgemeinen Forderungen des neuzeitlichen Maschinenbaues in Bezug auf die Seidenwebereimaschinen, wie Einheitlichkeit der Bauarten, Übersichtlichkeit, Einfachheit, Verwendung von Passungen, Anwendung der bestehenden Normen, Werkstofffragen, Lagerung und Schmierung. — Einzelteile des Webstuhles: Der Schlag, die Bauweisen von Gabler, Souzek und Nullau, der Verschleiß an Schlägern und Pickern, die Lade, Einrichtungen zum Suchen des Schusses, mittelbare Warenaufwicklung, der Mittelschußwächter, der selbsttätige Schußspulenwechsel. Die Kettfadenwächter sind noch verbesserungsbedürftig, der elektrische Einzelantrieb mit dem am Webstuhl festangebauten Motorbock, die Kupplung genügt noch nicht allen Anforderungen; die selbsttätigen Kettbaumbremsen, öllose Lagerung bei Jacquardmaschinen. — Bei den Vorbereitungsmaschinen sind in der Winderei und Spulerei erhebliche Leistungssteigerungen erzielt worden; in der Schärerei konnte man durchgreifende Änderungen noch nicht erreichen.

der Seidenweberei hat die Mechanisierung später egonnen und die Arbeitsmaschinen haben sich tech-:h nicht so rasch entwickelt, wie z. B. in der Baum-lindustrie. Die Gründe dafür lagen wohl hauptsäch- in dem verhältnismäßig geringen Anteil der Löhne dem hohen Preis und in der Empfindlichkeit des istoffes. Gerade diese Gründe sprechen aber heute h dafür, von dem lange Zeit gehandhabten Grund-: der Billigkeit im Seidenwebstuhlbau abzugehen anstatt dessen in erster Linie hohe Leistung, ge-ze Verlustzeiten, Schonung des Rohstoffes und große nauigkeit in Hinsicht auf die Güte der Gewebe, also en möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad der Ma-ine anzustreben. Immer mehr geht man auch dazu r, für die einzelnen Stoffe einerseits und für die zelnen Arten von Seidengeweben anderseits, Sonder-schinen zu schaffen, um in jedem Einzelfall der er-:hbaren Höchstleistung möglichst nahezukommen.

Die Tagesfragen des Webstuhlbaues drehen sich also um: Wie kann man den Webstuhl leistungsfähiger :hen? Um dieses Ziel zu erreichen, hat man aber it nur mechanische, sondern noch mehr stoffliche wierigkeiten zu überwinden. Von den Bemühungen, Güte und Verwebbarkeit der Rohstoffe für die Seiden-ustrie zu verbessern, ist aber hier nicht die Rede. Das Übrigbleibende ist trotzdem noch so vielseitig, ich nur die wichtigeren Punkte erwähnen kann. Zu-hst bestehen diese in einer Reihe von allgemeinen derungen, wie sie seit Jahren wohl überall an die schinenindustrie gerichtet werden, die aber für den lenwebstuhl erst in der allerletzten Zeit beherzigt den und daher noch in weitem Umfang ausbau-ig sind.

Passungen

Die Austauschbarkeit einzelner Teile soll nicht nur ein und derselben Maschine, sondern auch innerhalb schiedener Bauarten der gleichen Fabrik sozusagen Regel betrachtet werden. Wir kranken heute noch an, daß die Ersatzteillager in den Webereien und schinenfabriken zu groß sind, weil bei jeder kleinen ränderung der Bauart eine Reihe von bisherigen Teilen ht mehr passen. Es muß in den Hauptkonstruktions-menten zur Schaffung wirklich reifer Formen kom-, die Jahre hindurch gebrauchsfähig bleiben. Zu eben ist nach einer Einheits-Grundbauart, von der aus verschiedenen Arten entwickelt sind, so daß man z. B. en Glattstuhl ohne Schwierigkeit in einen beidersei-en Wechselstuhl verwandeln kann, weniger weil dieser l besonders häufig eintreten wird, sondern deshalb, l die Vereinfachung und Austauschbarkeit weit-iend berücksichtigt bleibt. Die Einzelteile müssen nmetrisch gestaltet werden, der Unterschied zwischen hts und links muß ausgemerzt werden. Die Breiten-e müssen so beschaffen sein, daß man ohne Schwierigkeit verbreitern oder verschmälern kann. Zusammenstoßende Einzelteile sollen nur maschinell nach Toleranzen bearbeitet sein. Daß jede Webstuhlfabrik nach einem Passungssystem arbeiten soll, dürfte wohl heute selbstverständlich sein.

Die Übersichtlichkeit und Einfachheit ist gerade bei Seidenwebstühlen nicht leicht mit anderen Konstruktionsforderungen zu vereinigen. Der Verbraucher hält sie aber für sehr wichtig und ist bis zu einem gewissen Grad geneigt, immer den einfachsten Webstuhl vorzuziehen. Alle Teile, die einem Verschleiß oder größerer Bruchgefahr ausgesetzt sind, oder die man oft nachstellen muß, müssen übersichtlich und leicht zugänglich angeordnet sein. Es ist heute keine Seltenheit, daß zur Erzielung einer einfachen Hubbewegung, z. B. beim Regulator oder Fang, ein Exzenter und 7 bis 8 Drehpunkte notwendig sind. Eine vereinfachte Konstruktion verringert gleichzeitig die Anzahl der Schmierstellen und die Abnutzungsmöglichkeiten.

Normung

Selbstverständlich soll eigentlich sein, daß sowohl die für den allgemeinen Maschinenbau wie auch für Textilmaschinen im besonderen aufgestellten Normen vollkommen berücksichtigt werden. Die entgegenstehenden Sonderwünsche der Kunden sind gewöhnlich gar nicht so hartnäckig und auch nicht so häufig, als daß die Webstuhlfabrik sie nicht überwinden könnte. Schließlich ist über die Vorteile und die Zweckmäßigkeit der Normung für Erzeuger und Verbraucher schon so viel gesagt und geschrieben worden, daß wohl jedermann theoretisch davon überzeugt ist. Dann soll man auch die Mühe nicht scheuen, die Normen praktisch vollständig durchzuführen und sich nicht nur diejenigen heraussuchen, die keine Schwierigkeiten bereiten. Es ist wünschenswert, daß die Verbraucher durch Festlegung von Lieferungsbedingungen die Normung und Vereinheitlichung weiter fördern, was der Normenausschuß der Seidenindustrie bereits getan hat.

Werkstofffragen

Bei den im Webstuhlbau verwendeten Werkstoffen verläßt man sich großenteils auf die Erfahrungen der Praxis. Es ist notwendig, sowohl die Abmessungen vorher rechnerisch zu bestimmen, wie auch die zur Verwendung kommenden Materialien vorher zu prüfen. Der Seidenwebstuhl wird an und für sich jetzt immer hochwertiger gebaut, so daß sich auch die Verwendung besserer Werkstoffe als Grauguß lohnt und rechtfertigt. Gefährdete Teile müssen von vornherein so vergütet oder verstärkt ausgeführt werden, daß ein Bruch unmöglich ist. Um den Gang des Stuhles bei höheren Drehzahlen möglichst erschütterungsfrei zu machen, hat man bisher hauptsächlich die tragenden und ruhenden Teile immer stärker ausgeführt. Der andere Weg, die

sich bewegenden Teile möglichst leicht zu halten, findet erst allmählich größere Beachtung. Warum verwendet man nicht in größerem Umfang geeignetes haltbares Leichtmetall an der Lade und an ihren Zubehörteilen? Daß heute bei der Genauigkeit, die vom Seidenwebstuhl verlangt wird, alle Räder gefräst, nicht nur gegossen sein sollen, sei als eine weitere Selbstverständlichkeit nur nebenbei erwähnt.

Schmierung

Die Lagerung und die Schmierung am Webstuhl muß so durchgebildet sein, daß die Ware durch Öl nicht verdorben werden kann und daß alle Schmierstellen übersichtlich und leicht zugänglich sind. Überhaupt sollten mehr selbstschmierende Lager nicht nur an der Hauptwelle, sondern auch an den vielen kleinen Schmierstellen benutzt werden. Seit einigen Jahren sind öllose Lager versuchsweise, z. B. bei Jacquardmaschinen, bereits eingeführt. Auch könnte versucht werden, Bolzen, Zapfen usw. durch Oberflächenhärtung zu vergüten oder bei schwingenden Bewegungen die Lagerung so zu gestalten, daß die bewegten Teile sich auf gehärteten Schneiden bewegen. Der heute immer gehörte Einwand, daß bei solchen Ausführungen der Lagerung und Schmierung der Preis des Stuhles zu teuer würde, ist nicht stichhaltig, wenn der Verbraucher bedenkt, wieviel er durch diesen einmaligen Mehrpreis im Laufe der Jahre an Kraft, Öl, Lohn und vorzeitigem Verschleiß erspart. Bei der jetzigen einfachen Art der Lagerung hat sich ein zähflüssiges Öl als vorteilhaft erwiesen.

Gebräuchliche Webstuhlarten

Nach diesen allgemeinen Ausführungen möchte ich im folgenden den Webstuhl in seinen einzelnen Teilen betrachten und bei jedem Punkt den gegenwärtigen Zustand und die vorliegenden Wünsche anführen. Es handelt sich dabei nur um den Unterschlagwebstuhl mit Steigkastenwechsel, wenn auch vereinzelt in der Seidenweberei noch Oberschlagwebstühle in Verwendung sind. Die Seidenbandweberei kann ich mangels eigener Erfahrung nicht berühren. An Stuhlarten sind Glattstühle, einseitige Wechselstühle und doppelseitige Wechselstühle in Gebrauch, aber weitaus überwiegend ist heute der Crêpestuhl mit einseitig zwei Schützenkasten, dessen Erzeugnisse von der herrschenden Mode begünstigt werden und auf den vielleicht 70 vH der gegenwärtigen Erzeugung in Seidenwebstühlen entfällt. Im folgenden wird daher hauptsächlich von diesem Stuhl die Rede sein, der in der Regel 136 cm breit ist. Schmale Stühle von 86 cm verwendet man für Krawattenstoffe. Die größte Stuhlbreite in der Seidenweberei dürfte 225 bis 250 cm betragen; sie wird für die Herstellung von mehreren Gewebebreiten gebraucht. Für die einzelnen Gewebearten bevorzugt man Sonderstühle. Deshalb muß es möglich sein, diese Stühle mit geringem Zeitverlust in bezug auf Wechselzahl oder Breite nachträglich zu verändern. Die Meister und Weber streben danach, die Breite des Stuhles nicht zu knapp zu nehmen, damit an den Enden genügend Spielraum ist, man darf aber dabei nicht soweit gehen, daß deshalb die Drehzahl abnimmt.

Der Schlag beim Seidenwebstuhl

Der allgemein übliche Schlag besteht darin, daß auf der unteren, mit halber Drehzahl umlaufenden Stuhlwelle zwei Kurvenscheiben mit sogenannten Schlagnasen sitzen, die über Schlagrollen und mehr oder weniger Zwischengestänge den Anstoß zum Schläger weiterleiten. Ein Versuch, den Schlag unter Fortfall der Schlagwelle für beide Seiten von einem auf der Kurbelwelle sitzenden Exzenter zu erzeugen, ist für den Seidenwebstuhl wohl endgültig wieder erledigt. Manches läßt sich auch heute noch durch richtige Formgebung der Schlagnasen verbessern, die alles Ruckartige, Harte vermeiden und dem Schützen eine große, aber stetig verlaufende Beschleunigung erteilen sollen. Besonders bei hohen Drehzahlen genügen sie den Anforderungen nicht mehr. Für den Schlag soll möglichst keine Nachstellung erforderlich werden, auch dann nicht, wenn die Drehzahl innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen verändert wird. An allen Stühlen sollten Einrichtungen sein, die es bequem ermöglichen, nacheinander verschiedene Zähne an den Zahnrädern während des Schlagmomentes in Eingriff zu bringen. D[...] ruhige und erschütterungsfreie Gang des Stuhles hä[...] hauptsächlich vom Schlag ab, ebenso der Verschleiß [...] Schlagteilen, die Lebensdauer des Stuhles und die Brau[...] barkeit für die feinen Stoffe. Kraftschlüssigkeit [...] Schlagübertragung vorausgesetzt, ist die Form des Schl[...] exzenters dafür entscheidend.

Große Veränderungen und Verbesserungen schei[...] bei der jetzigen Art des Schlages kaum mehr möglich [...] sein, dies beweisen auch die vielfachen Bestrebungen [...] Konstrukteure, andere Lösungen zu finden. Für die Seid[...] industrie kommen hauptsächlich die Webstühle von *Gal*[...] und *Souzek* in Betracht, sowie der Antrieb von *Nullau*[...] Die ersten beiden Stühle konnten sich bisher nicht einführ[...] Hauptgründe sind beim Gabler-Stuhl die eigenartigen K[...] ten des Gewebes, die noch nicht ganz gelöste Schwierigk[...] mit mehreren Spulen zu arbeiten und die Spannungslo[...] keit des Schußfadens; bei *Souzek* die Verwendbarkeit [...] einer Spule und die schwierige Inbetriebhaltung des Stuh[...] Vielleicht wird noch eine Lösung auf anderem Wege gef[...] den werden; ob pneumatisch, elektrisch oder mechani[...] wird die Zukunft hoffentlich recht bald zeigen. Auch der A[...] trieb von *Nullau* ist bisher meines Wissens nicht verbrei[...] Der Vorteil, daß bei stärkeren Veränderungen der Drehz[...] der Schlag unbedingt gleichmäßig bleibt, kann in der Pra[...] nicht so ausgenutzt werden und hat folglich noch kein[...] starken Anreiz für die Einführung dieses Antriebes gebot[...]

Schläger und Picker

Der Verschleiß von Schlägern und Pickern ist bei [...] hohen Drehzahlen neuzeitlicher Seidenwebstühle, die z[...] schen 160 und 190 U/min liegen, sehr erheblich, und es [...] nötig, daß die Fang- und Bremsvorrichtung weiter verb[...] sert und so Abhilfe geschaffen wird. Gewiß sind sch[...] Fortschritte in dieser Beziehung in der letzten Zeit du[...] Anbringen einer zweiten Schützenkastenzunge gema[...] worden, die in verschiedener Art zum Zweck der rasche[...] Abbremsung des Schützens beim Einlauf betätigt wird, w[...] rend beim Auslauf durch die sogenannte Schützenzung[...] entlastung die Bremse aufgehoben wird. Diese Schütz[...] bremse sollte noch so verbessert werden, daß auch [...] Benutzung von Glattschützen eine Ablenkung aus [...] Flugbahn ausgeschlossen ist. Die Versuche, Schläg[...] und Picker aus andern Werkstoffen und in ande[...] Formen herzustellen, anstatt der seit Anfang der [...] chanischen Weberei gebräuchlichen Ausführungsart, [...] haben leider noch zu keinen brauchbaren Ergebniss[...]

[1]) s. S. 318 dieses Heftes.

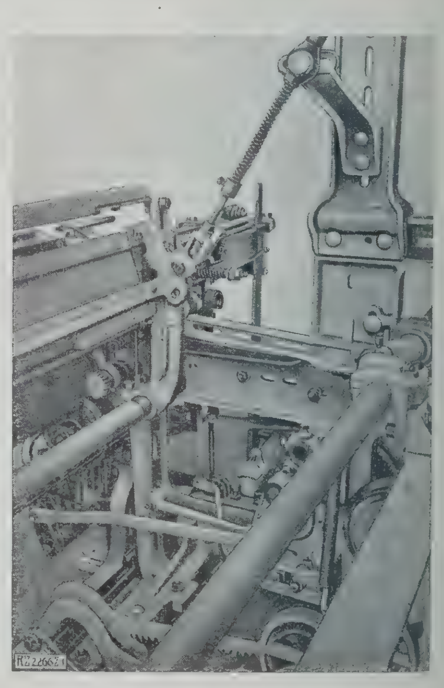


Abb. 1
Schrägblatteinrichtung.

rt. sie sind aber trotzdem wichtig und aussichts- Auch die notwendige Schmierung der Pickerstange gen der Gefährdung der Ware durch Ölspritzer un- ehm. Vielleicht kann man dem Picker auch so wie ein ölloses Lager geben.

Schützenkasten und Schützen

ei den Schützenkasten wetteifern noch der so- nnte englische nach vorn offene Blechkasten mit dem kanischen Weichgußkasten, bei dem der Schläger hinter dem Kasten bewegt. Es ist noch nicht ge- n, eine der beiden Bauarten so zu verbessern, daß llgemein den Vorrang erhalten hätte. Jedenfalls nach einem Schützenkasten gestrebt werden, der bei höchster Geschwindigkeit ein Brennen der Holz- zen verhindert. Bei den Schützen selbst herrscht r noch der Buchsbaumschützen vor, der härtere und re Schützen aus Lignostone ist noch weniger ein- rt, weil er von mancher Seite als zu schwer und splittersicher angesehen wird. Die Industrie für tharz. Isolierstoffe müßte u. a. doch einen Schützen n können, der sich der Schußspule besser an- iegt und bei gleicher Größe mehr Schußgarn aufnimmt.)ie Schlageinrichtung und die Laden- egung in der heutigen Form sind unnütze, ja schädliche Kraftverbraucher, bei denen ziemlich ıtende Energien immer wieder vernichtet und die en nach der entgegengesetzten Richtung neu be- unigt werden müssen. Vielleicht braucht man auch en jetzigen Einrichtungen die Massenkraft nicht ver- en sondern kann sie, ähnlich wie es *Souzek* macht, edern, Schwungmassen oder anderm aufspeichern. n letzten Jahren sind mit Erfolg Versuche angestellt en, die starren Ladestützen durch Federn zu er- n, deren Eigenschwingung mit der Drehzahl über- immen muß. Wenn die auftretenden Kräfte nicht so stoßweise wirken, wird man eine erhebliche Stei- ng der Drehzahl, größere Haltbarkeit des Stuhles und nung der Webstoffe erreichen.

Aufbau der Lade

Daß die Lade selbst, wie alle sich bewegenden Teile, ichst leicht gehalten sein soll, gibt jedermann zu, zu der restlosen Durchführung dieser Erkenntnis neines Wissens noch niemand gekommen, nämlich kräftige, sich nicht verziehende Lade unter größter vendung von Leichtmetall herzustellen. Jedenfalls en die Ladestützen aus so gutem Material hergestellt en, daß Brüche daran nicht mehr vorkommen können. rasch laufenden Crêpestühlen neigt das schwere Laden- t an der Wechselseite mit zunehmender Breite immer zum Schwingen und Schleudern, wodurch der tzenlauf unsicher wird. Man wirkt dem teilweise h einen sogenannten dritten Stoßarm entgegen, der rhalb der Stuhlwand angeordnet ist, teilweise durch tärkung der Lade mit durchgehenden Flach- oder sen. Ersteres ist ungünstig wegen der statisch unbe- nten Verhältnisse in den drei Pleueln, letzteres wider- ht der vorher angeführten theoretischen Erkenntnis. Eine einfache Vorrichtung zum Verstellen des Laden- s sollte bei allen Stühlen vorhanden sein. Die Ab- sung der Lade, wenn der Stuhl mittels der Stecher- ichtung zum plötzlichen Anhalten gebracht wird, ist in etzten Zeit durch Blatt- und Spiralfedern verschiedener rdnung sehr verbessert worden. Es sollte auch noch eine bessere Stecherstangensteuerung gesorgt werden, heutige führt bei hohen Umdrehungszahlen Eigen- ingungen aus. Die Ladenbahn soll glatt, aber doch h sein, um die Gefahr des Schützenklatschens zu ver- ern. Man hilft sich bis jetzt durch einen Belag aus und bringt darüber noch teilweise einen Streifen festes, es Papier an.

Befestigung des Webeblattes

Die Seidenwebstühle sind alle als Stecherstühle aus- hrt, wobei das Webeblatt in einem federnden Rahmen . Für feinere Gewebe mit leichtem Anschlag, beson- für Chinacrêpe, wird zur Erzielung besserer Ware viel die Schrägblatteinrichtung, Abb. 1, tzt, bei der das Webeblatt während des Schützen-

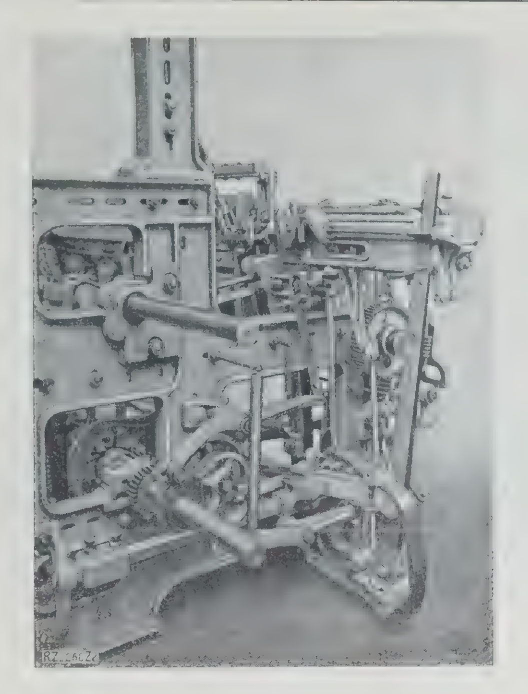


Abb. 2
Wechselseite eines Crêpestuhles von rückwärts.

durchganges rechtwinklig zur Ladenbahn steht, in dem Augenblick des Schußfadenanschlages aber schräg gestellt wird. Der Winkel zwischen Riet und Ladenbahn wird heute größtenteils aus Herstellungs- und Bearbeitungsrücksichten mit 90° ausgeführt, während einige Fabriken den Winkel von 87° liefern, weil sie ihn theoretisch für besser halten. In der Praxis hat sich meines Wissens bei den bisherigen Drehzahlen ein Unterschied noch nicht feststellen lassen. Häufig wird als Versteifung über dem Webeblatt zwischen den beiden Seiten der Lade Stahlrohr verwendet, das aber rostig wird und beim Putzen mit Schmirgelpapier die Kette verschmutzt. Man hilft sich durch Umwickeln mit Tuch, die Verwendung von Rohren aus nichtrostendem Stahl scheint aber empfehlenswerter. In diesem Zusammenhang sei auch noch erwähnt, daß ein Breithalter für Seidenwebstühle, der allen Anforderungen unserer feinen Gewebe genügt, noch nicht gefunden ist. Entweder wird bisher die Ware beschädigt oder sie wird nicht genügend festgehalten.

Die Wechseleinrichtung

für Crêpestühle ist für die heute erreichbaren Drehzahlen in verschiedenen Ausführungen betriebsicher gelöst, Abb. 2. Auch für beiderseitige Wechselstühle sind in neuester Zeit einige Bauarten erschienen, die eine wesentliche Steigerung der Drehzahlen gegenüber dem bisher meist verwandten Knowles-Wechsel erlauben. In der Krawattenstoffweberei benutzt man meistens Stühle mit vier Schützenkasten auf jeder Seite, die also einen bis zu siebenfachen Schützenwechsel gestatten. Die Anordnung, der einfacheren Bedienung halber auf beiden Seiten je sechs Schützenkasten anzubringen, konnte sich nicht durchsetzen, da die Lade zu schwer wurde und die Drehzahl verringerte. Bezüglich Vereinfachung des Wechsels und Steigerung der Drehzahl auch bei der Herstellung schwieriger Gewebe mit mehreren Schützen wird wohl noch manches geschehen können. Es sollten alle Einrichtungen verbessert werden, die das Suchen des Schusses erleichtern; denn die meisten Stillstände sind darauf zurückzuführen und ungefähr 20 vH der theoretischen Laufzeit werden dafür aufgewendet.

Der Regler und die Warenaufwickelung

sind bei den feinfühligen Seidenwebstühlen von großer Bedeutung, Abb. 3. Es überwiegt die Verwendung des sogenannten Differentialreglers gegenüber dem Schußradregler, da die Regelung auch bei verschieden dichten Ge-

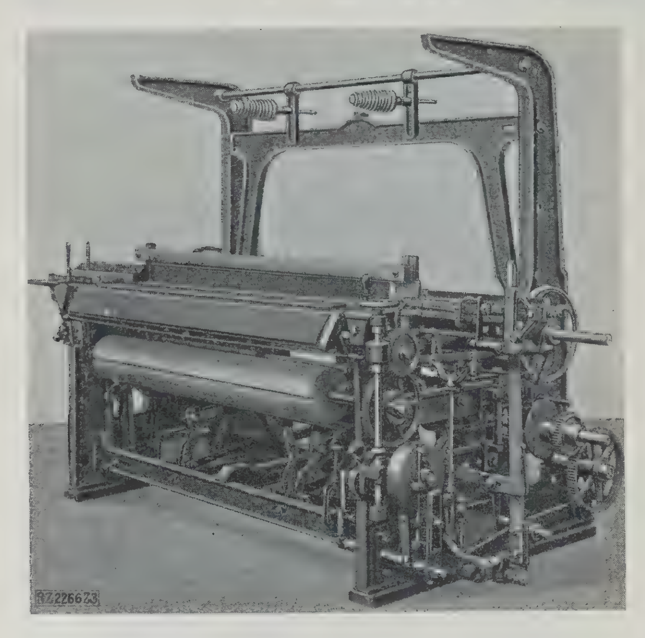


Abb. 3
Reglerseite eines Crêpestuhles von vorne.

weben besser ist. Die genaue Ausführung dieser Regler ist in den letzten Jahren wesentlich verbessert worden, zum Teil benutzt man zwei Klammerkasten nebeneinander. Für Kleiderstoffe wird die unmittelbare Warenaufwicklung zur Zeit mehr bevorzugt als die mittelbare Aufwicklung, bei der die Ware durch einen mit Schmirgelpapier überzogenen Sandbaum abgezogen wird. Feine Gewebe, besonders Kunstseide, vertragen diese Reibung nicht. Dagegen ist für Krawattenstoffe die mittelbare Aufwicklung, Abb. 4, gebräuchlich, die ein Betrachten der andern Warenseite und ein Abschneiden einzelner Stücke besser ermöglicht. Auch ist bei dem immer gleichen Umfang des Sandbaumes ein gleichmäßiger Warenabzug viel einfacher zu erreichen. Die mittelbare Aufwickelung hätte also mehrere Vorzüge und sollte auch für die feinsten Stoffe verwendbar gemacht werden.

An Vorrichtungen zur Entlastung des Arbeiters ist zunächst der Schußwächter zu nennen. An Glattstühlen und einseitigen Webstühlen wird der seitliche Gabelschußwächter schon seit langen Jahren verwendet und genügt auch heute noch den Anforderungen. Er hat natürlich den einen großen Nachteil, daß er nur alle zwei Schuß arbeitet. Besser und vorteilhafter wäre daher der Mittelschußwächter, wie er heute nur an Krawattenstoffstühlen angebracht ist. In allen vorhandenen Ausführungsarten ist er aber sehr empfindlich bezüglich der Einstellung, arbeitet bei mehr als 150 U/min nicht mehr sicher und verursacht hier und da auch sichtbare Streifen, da er in der Mitte der Gewebebahn liegt und mit seinen Gabelzinken durch die Kette greift. Verbesserungen in den angegebenen Punkten sind notwendig.

Weiter kommt der Schußfühler in Betracht, der abstellt, bevor die Schußspule ganz abläuft, um Regelstellen und damit Webefehler zu vermeiden. Es gibt mehrere Lösungen, teils elektrisch, teils mechanisch, bei denen aber stets die Verwendung einer besonders gearbeiteten Schußspule erforderlich ist und die vor allem bei Seide einen zu großen Verlust verursachen. Er wird wenig verwendet.

Der selbsttätige Schußspulenwechsel

ist vor einigen Jahren für Seidenwebstühle auf den Markt gekommen und anfänglich mit großen Erwartungen aufgenommen worden. Leider haben sich die Hoffnungen nicht erfüllt. Einigermaßen sicher arbeitet er nur bei einschüssiger Ware, also bei Geweben abseits der heutigen Moderichtung; trotzdem verlangt er viel Arbeit für die Inbetriebhaltung. Lohnend ist er nur bei Stoffen mit dickem Schußfaden, die aber wieder nur zeitweise und in geringeren Mengen vorkommen. Bei den meist herzustellenden Seidenstoffen reicht eine Schußspule für 50 bis 80 cm Gewebelänge, also für 15 bis 25 min, so daß die Arbeitsersparnis … den Automaten sehr unbedeutend ist. Ein weiterer … teil bei den Automaten mit Spulenwechsel ist, daß … Schußfaden ohne die nötige Spannung arbeitet. Der … mat, bei dem der ganze Schützen gewechselt wird, ist … für viele Erzeugnisse unter den vorher genannten … schränkungen geeigneter. Obwohl fast alle Web… mit Automaten Versuche gemacht haben, sind nur w… in Gebrauch geblieben oder nachbestellt worden, wei… Automat eine laufende Beschäftigung mit einem mög… gleichbleibenden Erzeugnis verlangt, was bei der Se… weberei als Modeindustrie kaum möglich ist.

Kettfadenwächter

Wesentlich größere Vorteile würden Kettfaden… ter bringen. Die bis jetzt vorhandenen haben verschi… Nachteile: soweit sie mit Lamellen arbeiten, schädige… den Kettfaden mehr oder weniger, außerdem macht … Einlesen der Lamellen viel Arbeit. Nadel-Kettfa… wächter, bei denen elastische Drähte gegen das F… kreuz drücken, schonen zwar besser, können abe… doppelt geschärten Ketten nicht benutzt werden; die … beit des Einlesens ist ebenfalls vorhanden. Bei den … matischen Kettfadenwächtern wird aus einem geschl… Rohr Luft von oben gegen die Kette geblasen, dadurch … jeder gerissene Faden zwischen mehrere hin und … gehende Zahnreihen gedrückt werden und die Abstel… richtung betätigen. Seit die ausgeblasene Luft mit … Befeuchtungseinrichtung in Verbindung steht, kann … die Anlage als wesentlich verbessert ansehen, ihre Ver… dung hat demgemäß auch zugenommen. In bezug au… Schonung der Kettfäden und Mühelosigkeit bei Kettwe… wäre diese Bauart sehr gut, leider ist sie teuer in der … schaffung, umständlich in der Einrichtung und vor … nicht ganz sicher im Betrieb. Wenn auch nur wenig … sager vorkommen, so ist das für die wertvollen und … findlichen Seidengewebe schon zu viel. Schließlich … es seit einem Jahr auch eine praktisch verwendbare Lö… des Kettfadenwächters, der in Verbindung mit den S… drahtlitzen des Webegeschirrs auf elektrischem Weg a… tet und auf diese Weise ebenfalls die vorher erwäh… zwei Nachteile vermeidet. Stahldrahtlitzen werden … nicht für alle Artikel verwendet, gewöhnlich gerade … bei sehr empfindlichen Kettgarnen, und bei mehrfach… schärten Ketten spricht auch dieser Wächter nicht … Längere Betriebserfahrungen liegen noch nicht vor. Hoff… lich werden die noch vorhandenen Schwierigkeiten … Schußwächtern, Schußfühlern und Kettfadenwächtern … behoben, dann würde m. E. die Ausrüstung der Webstühle … diesen drei Vorrichtungen ziemlich allgemein werd…

Einzelantrieb

Der Antrieb des Webstuhles ist ein in den letzten Jahren viel bearbeitetes Gebiet. Der Wettstreit zwischen Transmission und Einzelantrieb scheint sich, wenigstens in der Seidenindustrie, ziemlich allgemein zu gunsten des Einzelantriebes entschieden zu haben. Auf die oft erörterten Gründe brauche ich hier wohl nicht weiter einzugehen. Für den dazu nötigen Motorbock hat sich an Stelle des freistehenden besonderen Motorbockes immer mehr der Anbau unmittelbar an die Stuhlwand eingeführt. Der Bock gehört auf diese Weise zum Stuhl, wird mit diesem verschoben, und es sind weniger Befestigungsarbeiten am Fußboden notwendig. Vor allem aber schwingt dieser

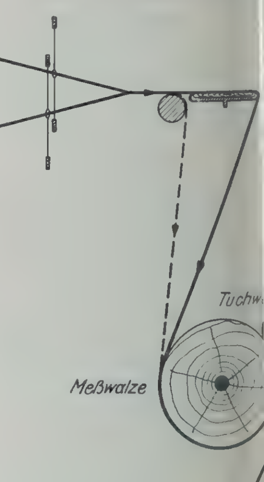


Abb. 4
Mittelbare Warenaufwicklung für Seidenstühle.

k mehr in der Schwingung des Stuhles, während der nere, am Fußboden starr befestigte Bock häufig in m gewissen Kräftegegensatz zu dem Webstuhl stand, s sich unter anderem auch in einem größeren Ritzel-schleiß ausdrückte. Weit ausladende angebaute Motorke bedürfen allerdings einer sehr kräftigen Konstruk- und Befestigung an der Webstuhlwand. Eine austreiche Verbesserung in dieser Beziehung ist bereits er Elektrizitätsfirma patentiert, aber noch von keiner bstuhlfabrik in die Praxis umgesetzt, nämlich der Ein- des Motors in das Schild, die Stuhlwand des Webhles selbst, also Fortfall jedes auskragenden Bockes. wäre sehr zu wünschen, wenn einmal die Rücksicht auf handene Bauarten zugunsten dieser Neuerung zurückstellt würde; eine praktische Lösung würde sich dann h wohl finden lassen. Die gebräuchlichen Motortungen schwanken hauptsächlich zwischen 0,25 und kW. Diese Motoren müssen die gleichen Abmessungen den Wellenstumpf haben, und man muß sie in ein und selben Motorbock einbauen können. Die im Gang belliche Normung der Webstuhlmotoren darf hieran nichts ern.

Kraftübertragung

Für die als Kraftübertrager zwischen Motor und Webıl dienende Kupplung liegen sehr viele Bauarten vor, sich fast alle in eine der drei Gruppen: Fliehkraft-, sch- oder Kegelkupplung, einreihen lassen. Neuerdings mt auch die Spreizringkupplung für diesen Zweck mehr . Alle mir bekannten Kupplungsbauarten entsprechen r in der einen oder anderen Weise noch nicht den Anlerungen, die ich folgendermaßen zusammenfassen hte: geringe Einbaubreite, geringer Verschleiß bei langriger und dauernder Beanspruchung, leichte Einstellbar- und Ausschaltung der Möglichkeit, daß die Kupplung Bequemlichkeitsrücksichten falsch eingestellt wird. m Anlassen des Stuhles soll der Motor leer anlaufen men, um allzu teuren Aufbau des Motors und schlechterung des Wirkungsgrades zu vermeiden. Der e Schlag des Webstuhles muß aber sofort und in jeder lung der Weblade mit voller Kraft erfolgen; denn gerade se sogenannten losen Schläge machen sich in den gefärb- Seidengeweben sehr unangenehm bemerkbar. Ebenso en beim Abstellen des Stuhles Motor und Stuhl mögst schon vor dem Abbremsen des Stuhles voneinander rennt sein, damit nicht auch noch das Schwungmoment Motors von den Bremsorganen und vom Stuhlgestell genommen werden muß. Die Kupplung soll so betätigt rden, daß kein axialer Druck auf die Kurbelle entsteht. Die Kupplung muß auch bei niedrigen Drehlen sicher durchziehen.

Manchen dieser eben genannten Anforderungen wird elastische Verbindung des Motors mit dem Stuhl durch emenübertragung gerecht, entweder von einem or mit Wippe aus oder unter Einbau einer kleinen nnrolle. Diese Arten der Lösung haben aber den Nach- jeder Riemenübertragung: Riemenrutsch und unsicherer lag. Sie sind daher auch trotz geringerer Kosten wenig geführt. Ein lebhafter Wunsch der Seidenindustrie geht h einer einfachen und billigen Einrichtung zur Verängung der Drehzahl für den Webstuhl, die möglichst so n soll, daß sie nicht von dem Arbeiter, sondern nur von n Aufsichtführenden verstellt werden kann. Gewiß ist te die Auswechselung des Ritzels schon wesentlich acher als früher die Auswechselung der Transmisisscheiben, aber doch ist auch diese Arbeit noch müh- und zeitraubend und unterbleibt daher gern.

Kettbaumbremsen

Der Kettbaum wird in der Seidenweberei gewöhnlich der Höhe der Weblade gelagert, meistens in einem bederen Hintergestell. Als Bremse dient auch heute noch früher das Seil mit Gewichten und Gegengewichten. Bedürfnis nach einer feineren und besseren Bremsart allgemein, und es ist in den letzten Jahren eine Reihe selbsttätigen Kettbremsen auf dem Markt erschienen. der haben sich auch hier die Erwartungen nicht erfüllt, Regelmäßigkeit der Gewebe wurde dadurch nicht besser, dern schlechter, und dagegen mußte natürlich der Vorteil der einfacheren Bedienung und besseren Regelfähigkeit zurücktreten. Fast alle Fabrikanten haben ihre Konstruktionen umgeändert, und es bleibt abzuwarten, ob sie nunmehr sich besser bewähren. Die Lust zur Erprobung und Beschaffung ist jedenfalls nicht mehr so groß wie früher; denn nichts ist ärgerlicher und zeitraubender in der Seidenweberei als sogenannte bunte Ware, und gerade dafür erwartete man ja von den selbsttätigen Bremsen eine Verbesserung gegenüber der Seilbremse. Bei dieser ist ein gewisser Fortschritt dadurch erzielt worden, daß man die den Boden stark beschädigenden Gegengewichte durch Federn ersetzt, wobei man die Kette trotzdem leicht entspannen kann.

Als Befestigung für den Webstuhl samt Hintergestell werden heute wie früher Holzbohlen benutzt, die entsprechend der gesteigerten Beanspruchung immer stärker mit dem Fußboden verbunden werden müssen. Infolgedessen werden je Webstuhl gewöhnlich sechs Löcher mit Betonfußboden nötig und teilweise noch vier Löcher für den gesonderten Motorbock. Es wäre sehr erwünscht, eine Befestigungsart zu finden, die weniger teuer, zeitraubend und zerstörend ist. Gelegentlich wird das Aufkleben der Stühle empfohlen, entweder haften aber die Klebemittel nicht genügend, oder sie sind sehr teuer.

Einrichtungen zur Fachbildung

Am einfachsten für taffetbindige Gewebe ist die Innentrittvorrichtung, deren Exzenterform in neuerer Zeit ebenfalls im Hinblick auf die Bewegungsverhältnisse verbessert worden ist. Als Schaftmaschinen kommen bei den gesteigerten Drehzahlen heute hauptsächlich Doppelhub-Schaftmaschinen, Bauart *Hattersley*, in Betracht, und zwar neuerdings mit Fachstillstand, der für breite Gewebe vorteilhaft ist. Die früher benutzten Grobstich- und Feinstich-Schaftmaschinen, sowie Außentrittwerke, alle mit Gegenzug, werden wohl nur noch dort vorgezogen, wo die Eigenart des Gewebes den Gegenzug erfordert.

Es wäre sehr erwünscht, ein Fachgebildegetriebe zu haben, das eine größere Ausnutzung der Breite des Webstuhles erlaubt und dabei die seitlich liegenden Kettfäden mindestens nicht mehr als bisher beansprucht. Jetzt muß die Breite des Stuhles ungefähr 20 vH größer sein als die eigentliche Gewebebreite, weil die Fachöffnung unmittelbar nach dem Ladenanschlag noch nicht genügend groß ist, um dem Schützen schon den freien Eintritt in das Fach zu gestatten.

In der Jacquardweberei kommt für Neuanschaffung wohl nur die Verdolmaschine mit endloser Papierkarte in Frage, meistens als Hoch- und Tieffach- oder als Hoch-, Tief- und Schrägfachmaschine ausgeführt. Mit den steigenden Drehzahlen werden auch Doppelhubmaschinen mehr verwendet, wenn sie auch teurer und etwas umständlicher im Bau sind. Es sollte doch möglich sein, auch die Hoch- und Tieffachmaschinen bis auf 180 U/min zu bringen, ohne daß der Harnisch allzu sehr schlägt; man muß die Führung der Harnischeisen verbessern. Bei den gesteigerten Drehzahlen hat man auch der Ausführung des Oberbaues mehr Aufmerksamkeit zuwenden müssen; man hat wohl manches erreicht, aber es bleibt noch viel zu verbessern, um eine wirklich standfeste, aber trotzdem leichte, nicht zu teuere und nicht zu viel Licht wegnehmende Bauart zu gestalten. Chorbretter und Nadelbretter werden heute noch aus Holz oder Vulkanfiber hergestellt; erwünscht wäre ein Werkstoff, der sich in keiner Weise durch Feuchtigkeit verändert und nicht mit der Zeit eingeschnitten wird. Ein dringender, aber anscheinend sehr schwer erfüllbarer Wunsch ist die Verstellbarkeit der Teilung des Chorbrettes, die in der Krawattenstoffweberei ein leichteres Umändern gestatten würde. Die vollständige Durchführung der öllosen Lagerung an der Jacquardmaschine ist, wie bereits früher erwähnt, in die Wege geleitet, so daß ein Schmieren mit der Hand mit seinen Nachteilen ganz in Wegfall kommt, und es wäre zu wünschen, daß sich noch mehr Fabriken zur Aufnahme dieser Bauart entschließen würden, damit man auf breiterer Grundlage Erfahrungen sammeln könnte.

Vorbereitungsmaschinen

Windemaschine

Mit Befriedigung kann man feststellen, daß die Leistungsfähigkeit in gleichem Maße wie bei den Webstühlen

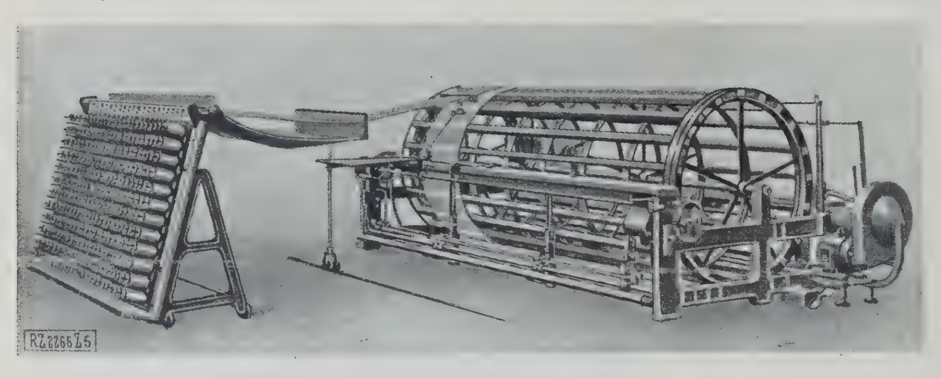


Abb. 5
Zahnradantrieb der Schärmaschine mit Kupplung und Geschwindigkeitsregelung.

auch bei den Winde- und Spulmaschinen gesteigert worden ist. Die Windemaschinen sind durch verschiedene Verbesserungen des Aufbaues, der Lagerung, der Fadenbremsung und Fadenführung sowie durch andere Ausführung der Haspel, sowohl in bezug auf die Geschwindigkeit wie die Schonung des Werkstoffes, sehr vervollkommnet worden. Die spindellose Windemaschine führt sich immer mehr da ein, wo ein Umlaufen des Garns nicht nötig ist; das Fassungsvermögen der Bobinen ist wesentlich gesteigert worden. Eine einfache Vorrichtung, um bei voller und leerer Bobine eine gleichbleibende Fadengeschwindigkeit zu erhalten, wird noch nicht geliefert, ist aber notwendig, da die Gesamterzeugung dadurch nennenswert steigen würde. Auch eine Vorrichtung, die die voll bewickelte Bobine abstellt, ist sehr nötig, da dann das Übervollaufen und damit Verluste verhindert würden. Die besondere Empfindlichkeit der Kunstseide gegen Überspannung hat zu verschiedenen Konstruktionen geführt, um bei Fadenverwicklung den Zug der Bobine abzustellen. Der Faden wird immer noch mehrmals ziemlich stark geknickt, wodurch er sehr beansprucht wird und die Fadenführer rasch verschleißen, was auch bei sorgfältiger Überwachung nicht immer rechtzeitig genug bemerkt wird. Alle für die Fadenführer verwandten Werkstoffe wie Stahl, Glas, Porzellan und Fiber schneiden ein. Nach den jetzigen Erfahrungen macht man am besten alle Fadenführer so leicht drehbar, daß der Faden sich nie an einer Stelle halten kann.

Der rückständigste Teil der Winderei ist noch immer das Abwinden der im Strang gefärbten Garne. Daran ist aber nicht der Aufbau der Windemaschine schuld, auch nur zum ganz geringen Teil die Festigkeitsverminderung, die der Rohstoff durch das Färben erleiden könnte, sondern fast ausschließlich die Verwirrung, in die der Strang durch die Behandlung beim Färben gerät. Es wäre sehr erwünscht, wenn sich die bei Baumwolle schon bewährten Verfahren des Färbens auf Spule, Bobine oder Kettbaum auch für die Seidenindustrie verwenden ließen.

Schußspulmaschine

Bei den Schußspulmaschinen ist die Fadengeschwindigkeit und auch die Schonung des Fadens weitgehend gesteigert worden. Verwendet werden heute die „Rapidspulmaschine“ mit wagerecht gelagerter, umlaufender Spindel für einfache Spulung und die „Doublierspulmaschine“ mit senkrecht feststehender Spindel und umlaufendem Fadenführer zum mehrfachen Spulen des Schusses. Bei beiden Verfahren läuft der Spindelantrieb im Ölkasten. Nachteilig bei der Rapidspulmaschine ist, daß der Faden beim Spulen keine Drehung erhält und infolgedessen beim Abweben, wo die Spule über Kopf abgezogen wird, ungefähr 20 Drehungen auf 1 m kommt. Dies macht sich bei manchen Geweben nachteilig bemerkbar. Wenn es gelänge, den Schußfaden im Schützen tangential abzuziehen, wäre dieser Übelstand beseitigt. Es muß erwähnt werden, daß in der Seidenindustrie die Spulmaschinen fast nur für Schußfaden, nicht für Kettfaden arbeiten. Das Schären von zylindrischen oder kegeligen Kreuzspulen oder von Flaschenspulen ist noch kaum eingeführt, weil für (Abziehen über Kopf eine eignete Fadenbremse noch fe und weil bei zylindrischen Kre spulen die Kunstseide an Rändern sehr leicht abruts Neuerdings kommen zwar Sp maschinen für zylindris Kreuzspulen mit abgeschräg Kanten auf den Markt, aber m lerweile ist es wieder fraglich worden, ob die Kreuzaufwi lung mit der dauernden Sp nungs- und Richtungsänder des Fadens der Kunstseide träglich ist.

Schärmaschine

Nur in der Schärerei die Verbesserung der Arbe verhältnisse nicht gleichen Schritt halten können. Ge sind in einzelnen Punkten auch erfreuliche F schritte erzielt: die Schärgatter sind besser ausgefü und mit einer federnden Ablaufwalze versehen. M schärt mit einer größeren Anzahl von Bobinen früher. Die Ausführung der Schärmaschine, Abb. selbst ist verbessert, besonders im Hinblick a Meßuhr, Abstellvorrichtung, Geschwindigkeitsregelu Schärlänge und Umfang des Schärhaspels. Aber all d reicht nicht hin zu einer wirklich großen Stei rung der Erzeugung. Die Schärgeschwindigkeit ist im a gemeinen, abgesehen von guter Grège, die gleiche geblieb Die häufigen Stillstände der Schärmaschine sind ebenfa geblieben und sind hier deshalb besonders wichtig, w beim Winden und Spulen jeweils nur ein einziger Fad stillsteht, beim Schären aber 200 bis 600 Faden gleichzeit Dies sind entweder regelmäßige Stillstände infolge des E legens von Kreuzschnüren oder Ansetzens eines neuen B des oder unregelmäßige infolge Fadenbruchs und Fad säuberung. Leider liegen die Ursachen dafür in der Eig art des Rohstoffes und werden sich kaum ganz aus Welt schaffen lassen. Die Fäden bedürfen während Schärens einer genauen Aufsicht, infolgedessen kann Zahl der gleichzeitig laufenden Faden nicht so hoch s wie z. B. in der Baumwollweberei. Immerhin könnte du eine sichere Abstellvorrichtung wenigstens einigen Rohstoffen die Fadenzahl noch wesentlich vermel werden. Die Lamellen schädigen aber den Faden zu se und die pneumatische Abstellvorrichtung stellt entwe infolge schlaffer Fäden oder mitgeschleppter Fadenstüc zu häufig oder, wenn der gerissene Faden auf die daneb liegenden ganzen Fäden zu liegen kommt, gar nicht

Verschiedene Verbesserungen scheinen aber reichbar. Eine unbedingt sichere Abstellvorrichtung, f die bereits Bauarten vorhanden sind, die nicht durch Faden, sondern durch den Stillstand der einzelnen Bobin betätigt wird, muß geschaffen werden. Eine Vorrichtu muß das Überlaufen der Bobinen beim Abstellen v hindern. Es müssen also die einzelnen Bobinen Augenblick des Abstellens sowie der Schärrahmen fort gebremst werden, während anderseits das Anlauf langsamer sein soll. Alle Bobinen müssen stets eine gleic mäßige Fadenspannung behalten; jetzt haben volle und lee Bobinen verschiedenes Gewicht und daher verschiede Spannung; außerdem sind die äußeren Fäden des Gereih stärker angespannt. Ein genauer Meterzähler fehlt: jetzigen berücksichtigen den allmählich höher werdend Auflauf am Schärhaspel nicht, da das immer gleichbl bende Maß des Umfanges des Haspels als Grundlage die Eine Verbesserung der drei an Schärrahmen benutzt Riete in bezug auf das Einschneiden der Rietstäbe ist n wendig. Die schon erwähnten Spannungsschwankung durch den stärkeren Zug, den die äußeren Faden des G reihes infolge der Ablenkung erfahren und den das gan Gereih erfährt, weil die Schärtafel nicht mit derselben G schwindigkeit wie der Schlitten des Schärrietes zur Sei bewegt wird, müssen aufgehoben werden. [B 2266]

..euere Webverfahren

Von Prof. E. MAUZ, Reutlingen, Technikum für Textilindustrie

Vorgetragen auf der Tagung für Textiltechnik am 17. und 18. November 1928 in Stuttgart

(Hierzu Bildblatt 1)

Die Bestrebungen, die Leistung des mechanischen Webstuhles zu erhöhen, führten in den letzten Jahren zu einigen besonders beachtenswerten Bauarten: Webstuhl von Gabler, von Nicolet und Rundwebstuhl von Jabouley-Diederichs. Die einzelnen Bauarten werden kurz gekennzeichnet und nach Wirkungsweise erläutert.

.. Laufe der Jahre ist beim Bau der mechanischen .. Webstühle eine große Zahl von Einrichtungen erdacht ..d geschaffen worden, um die Leistung der Stühle zu ..öhen und an Bedienung zu sparen. Ich erwähne die ..rrichtungen zum selbsttätigen Wechseln der Schützen ..r der Spulen, die unter dem Sammelbegriff „Auto..ten“ bekannt sind; man webt mehrere Waren (Gurte, ..nder, Handtücher, Mundtücher) neben einander oder, .. z. B. beim Veloxstuhl[1]), über einander. Bei .. Schnelläufern wird die Drehzahl bis an die äußerste ..enze erhöht; für den Schuß werden große Garnkörper ..wendet, die dementsprechend große und schwere ..ützen und ein großes Fach erfordern. Wird der Garn..rper schließlich so groß, daß er nicht mehr in einem ..ützen untergebracht werden kann, so zieht man den ..uß mit Greifervorrichtungen von feststehenden Spulen .. Dieses Verfahren hat *Gabler*[2]) seiner Webmaschine .. Grunde gelegt. Neuerdings ist ferner viel von dem *..coletschen* Webverfahren[3]) die Rede, bei welchem bei ..er Drehung des Stuhles zwei Schußfäden in zwei ..tereinander liegende Webfächer eingetragen und zeit..h nach einander an den Warenrand angeschlagen wer..n. Auch das Problem des Rundwebstuhles scheint in ..zter Zeit durch *Jabouley*[4]) einer befriedigenden Lö..ng näher gebracht zu sein. Über das Wesentliche ..ser drei letztgenannten Verfahren soll hier berichtet ..rden.

[1]) DRP Nr. 234834. [2]) DRP Nr. 374353, 410755, 457560, 459397. ..RP Nr. 432097, 448033, 453932, 461981, 462339. [4]) DRP Nr. 459131.

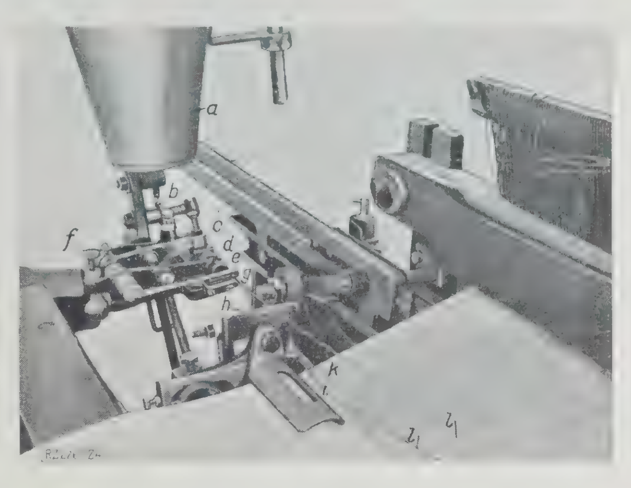


Abb. 4
Schußeintragvorrichtung der Firma Gabler.

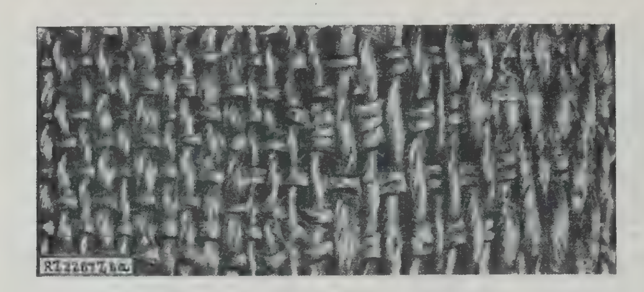
Webverfahren nach Gabler, Abb. 1 bis 4

Gabler, Ettlingen, dessen Webmaschine von der Berlin-Karlsruher Industrie-Werke-A.-G., Karlsruhe, ausgeführt wird, zieht den Schuß von großen, an beiden Seiten des Webstuhles aufgesteckten Kreuzspulen ab; der linke Fadenholer legt den Faden, Abb. 2 und 3, schleifenartig

Zu Abb. 1 bis 4:
a Fadenführungstrichter
b äußere Fadenbremse
c Fadenhalter
d Vorbremse
e Fadenspanner
f Stellschraube für *e*
g innere Fadenbremse
h Fadenholer
i Schere
k Kantenschieber
l Schußschleife kurz vor dem Abschneiden durch Schere *i*
m linker Greifer
n rechter Greifer
o äußerer Kettfaden
p Blatt
q Hub des Fadenholers
r Spule

RZ 2267 Z 1÷3

Abb. 1
Durchziehen des abgeschnittenen Fadens mittels des rechten Greifers.
Abb. 2
Eintragen des Schußfadens durch den linken Greifer und Übergabe an den rechten Greifer.
Abb. 3
Seitenansicht des Fadenholers mit der Schere
Abb. 1 bis 3. Wirkungsweise der Gabler-Schußeintragvorrichtung.



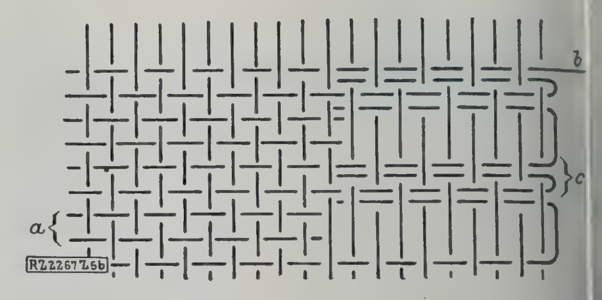


Abb. 5a und 5b
Fadenverflechtung an der rechten Warenkante nach *Gabler.*

a zwei Schüsse von links eingetragen
b letzter, von der rechts aufgesteckten Spule eingetragener Schuß (Warenrand)
c zwei Schüsse von rechts eingetragen

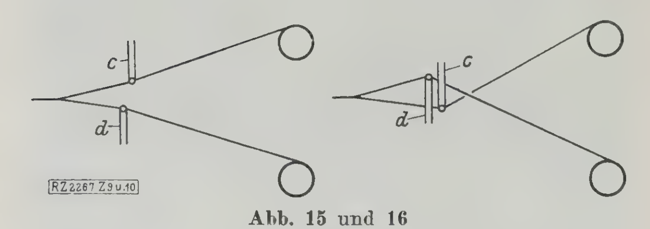


Abb. 15 und 16

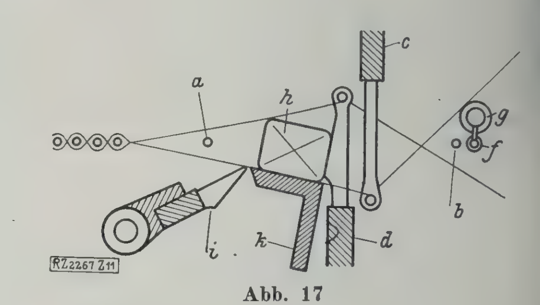


Abb. 17

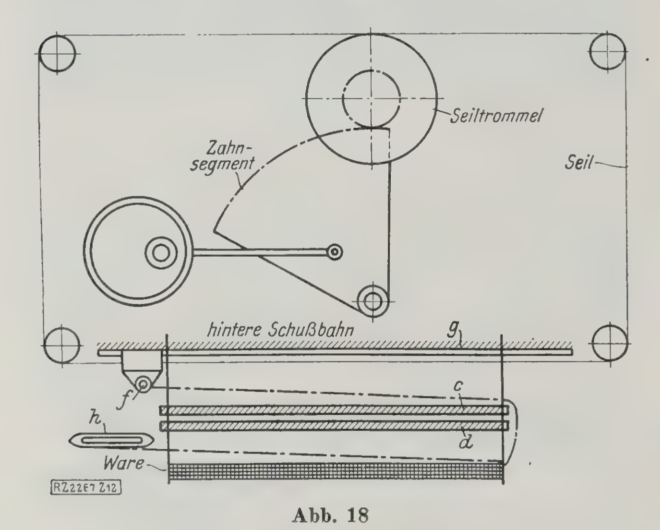


Abb. 18

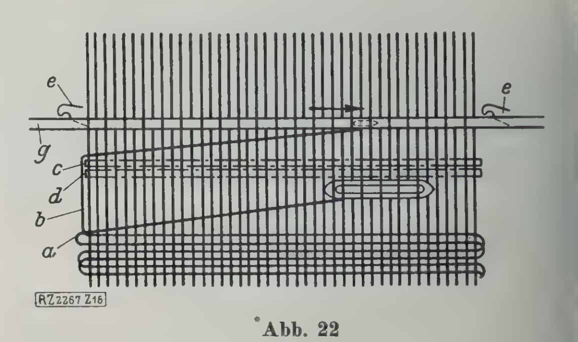


Abb. 22

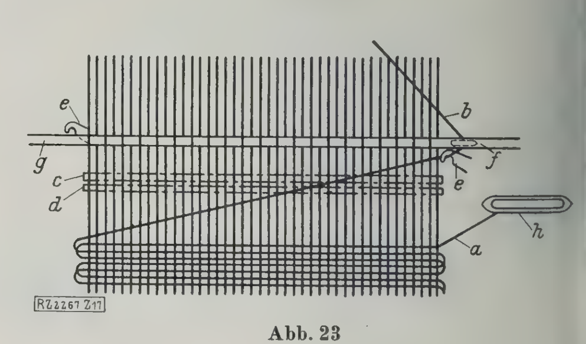


Abb. 23

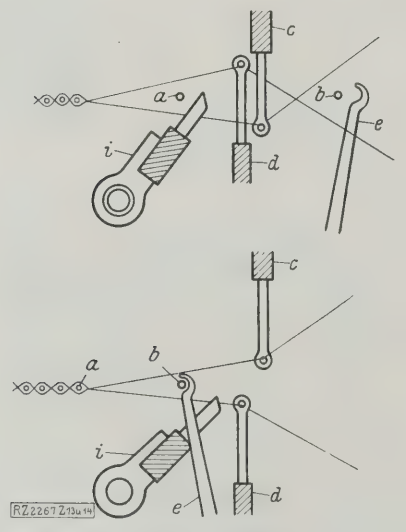


Abb. 19 und 20

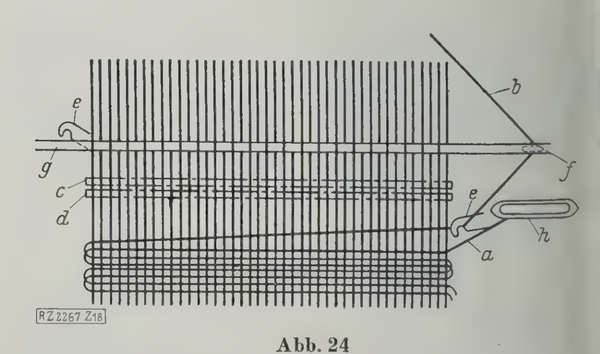


Abb. 24

Abb. 15 bis 24. Einzelheiten des Webverfahrens nach *Nicolet.*

a vorderer Schuß
b hinterer Schuß
c, d Fachbildungsmittel (Lochnadelreihen)
e Greifer oder Vorbringer
f Fadenführer
g geschlitztes Rohr für Fadenführer (hintere Schußbahn)
h Schützen
i Anschlagkamm
k Lade, feststehend

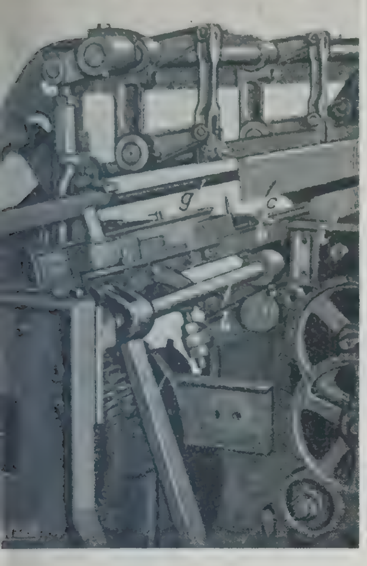


Abb. 10
ıker Schützenkasten ohne Vorderwand mit Unterschlag.

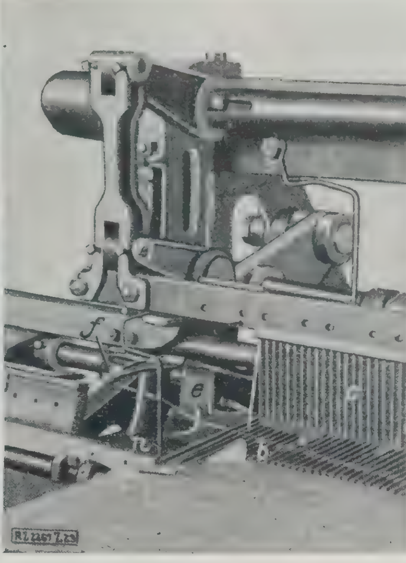


Abb. 11
Das Fach ist offen. Der Vorbringer *e* greift den Faden und spannt ihn an dem Draht *n* aus.

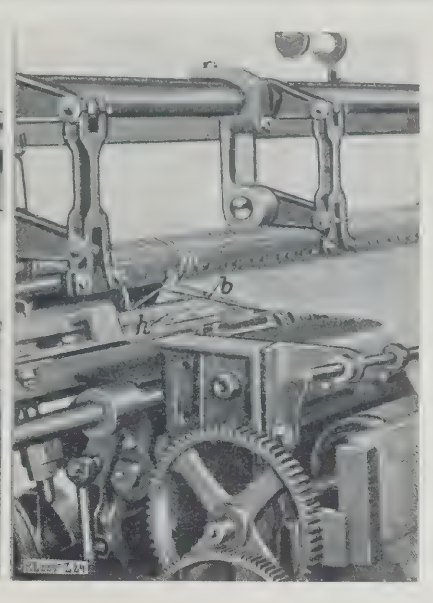


Abb. 12
Das Fach ist gekreuzt, der Schütze *h* tritt aus dem Fach heraus. Der hintere Schuß *b* liegt über dem Schützen, über das Führungsblech *m* gespannt.

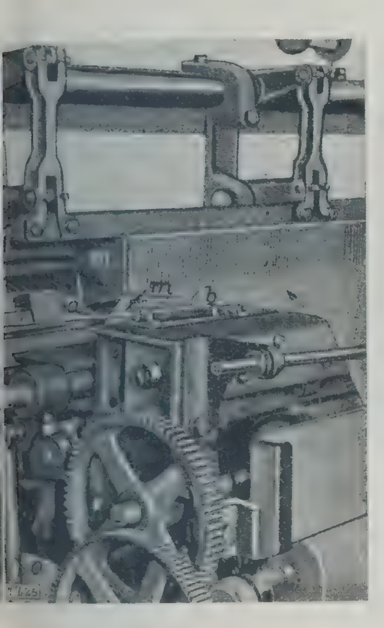


Abb. 13
Der hintere Schuß *b* liegt an den Führungsblechen *m* kurz vor dem Einspringen in das sich eben öffnende Fach. Der Vorbringer arbeitet in diesem Falle an der gegenüberliegenden Seite (rechts). Der vordere Schuß *a* läuft vom Warenrand zum Schützenkasten.

Abb. 14
Der Vorbringer *e* trägt den hinteren Schuß *b* in den Bereich des Anschlagkammes *i*, dessen äußerste Lamellen sichtbar sind.

a vorderer Schuß
b hinterer Schuß
c obere Lochnadelreihe
d untere Lochnadelreihe
e Vorbringer
f Fadenführer
g hintere Schußbahn
h Schützen
i Anschlagkamm
l Welle des Anschlagkammes
m Führungsblech
n Draht
o Verbindung von *l* mit dem Warenbaumregler

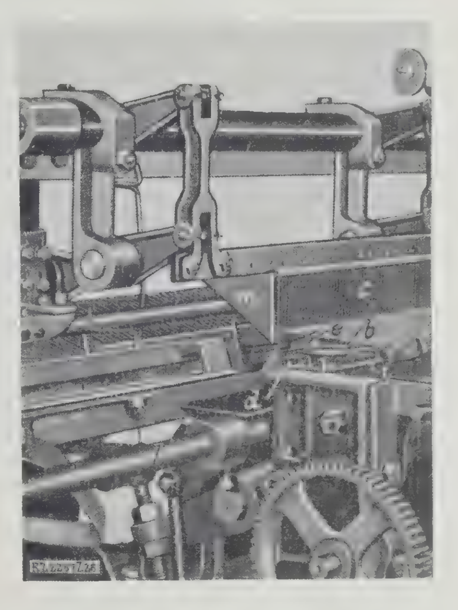


Abb. 10 bis 14. Einzelheiten der Nicolet-Maschine.

Kerbe des linken Greifers, der die Schußschleife . die Fachmitte zieht und dort an den Haken des n Greifers übergibt. In diesem Augenblick hemmt adenhalter den weiteren Abzug von der Spule, die schneidet den Faden innerhalb des Warenrandes ab, geschnittene Ende wird vom rechten Greifer durchge- Abb. 1. Der Fadenspanner zieht dann den eingeen Schuß etwas zurück, so daß das freie Ende inner- er Leiste und möglichst immer an der gleichen Stelle

ie Eintragvorrichtung ist in Abb. 4 dargestellt. Die *i* dringt soeben von unten zwischen den Leisten- durch und schneidet den Faden, der vom linken r eingetragen wurde, im nächsten Augenblick ab. antenschieber *k* bewegt sich etwas gegen die Lade, das Fach im Bereich der Kantenfäden ein wenig ossen wird, und klemmt das vom letzten Schuß rende Ende innerhalb der Kante fest. Bei Tuch- ıg müssen zur Erzielung einer brauchbaren Kante immer zwei Schüsse von links und dann zwei Schüsse von rechts eingetragen werden, Abb. 5 a und 5 b.

Die Maschine, die vollständig eingestellt von der Fabrik geliefert wird, wird mit etwa 100 cm Blattbreite ausgeführt, Abb. 6, Bildbl. 1. Sie ist dabei nicht viel breiter als ein Automat und macht rd. 170 U/min. Eine Person kann etwa 20 Stühle bedienen. Der Wirkungsgrad liegt bei 90 bis 93 vH. Sehr wichtig ist, daß die relative Luftfeuchtigkeit möglichst nicht unter 80 vH beträgt. Versuche, die Gabler-Webmaschine auch für größere Webbreite zu bauen, sind im Gang. Zweifarbig-schußgestreifte tuchbindige Ware mit abwechselnd zwei Schuß von jeder Farbe kann ohne weiteres hergestellt werden, indem man links und rechts verschiedenartige Spulen aufsteckt. Sehr geeignet ist die Webmaschine zur Herstellung von Panamabindungen, Abb. 7, Bildbl. 1. Auf jeder Seite sind z w e i Spulen aufgesteckt, von denen gleichzeitig zwei Fäden abgezogen und eingetragen werden. Bei Bruch eines Fadens stellt ein elektrischer Fadenwächter die Maschine ab.

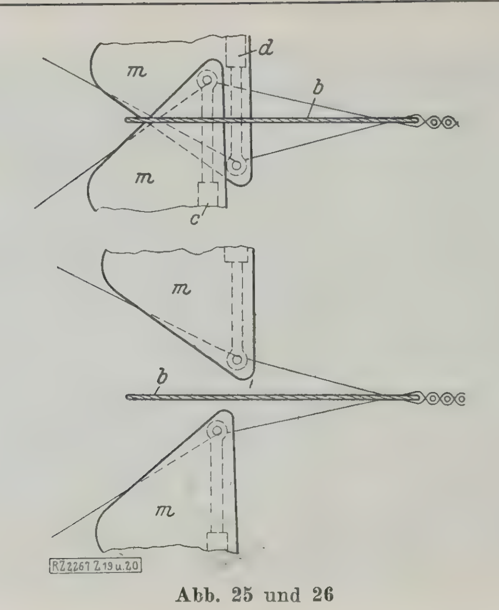


Abb. 25 und 26

Abb. 25
Die Schutz- oder Führungsbleche *m* sind gekreuzt (vergl. auch Abb. 16).
Abb. 26
Die Schutz- oder Führungsbleche *m* sind offen, Schußfaden *b* springt in das Fach.
c, d Lochnadelreihen.

Für vier Farben und beliebige Schußzahlen gehen die Fäden von je 4 auf beiden Seiten aufgesteckten Spulen, Abb. 8, Bildbl. 1, durch die Ösen einer entsprechenden Zahl von Fadenführerschienen *c*, die mittels einer Wechselkarte in beliebiger Reihenfolge in den Bereich des Fadenholers gebracht werden können.

Webverfahren nach Nicolet

Bei dem Webstuhl von *Nicolet*, Abb. 9 (Bildbl. 1) bis 14, treten Lochnadelreihen oder -barren an die Stelle der Geschirre, ähnlich wie bei der Raschel oder am Kettenwirkstuhl, Abb. 15 und 16. Es wird nun gleichzeitig vorne und hinten ein Schuß eingetragen, Abb. 17. Die Schützenbahn steht fest. Vollständig neuartig ist, daß der Schützen, der den vorderen Schuß einträgt, rückwärts an der unteren Lochnadelreihe geführt wird. Der hintere Schuß wird durch einen Schuß- oder Fadenführer eingetragen, der in einem geschlitzten Rohr durch ein endloses Seil mittels Exzenter und Zahnradgetriebe hin und her

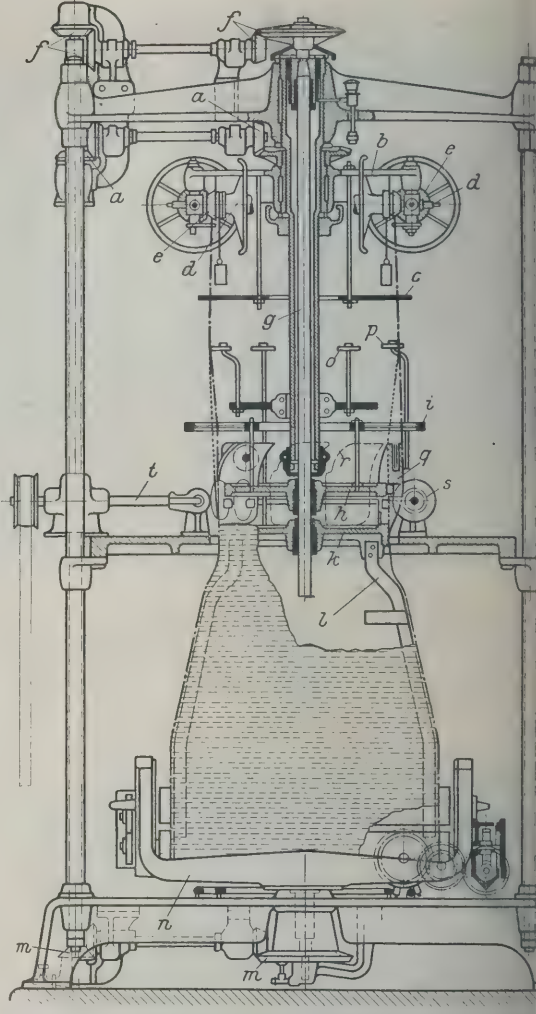


Abb. 27. Aufbau des Rundwebstuhles von *Jaboule…*

a Kegelräder-übertragung	*f* Kegelräder	*m* Kegelräder
b Armkreuz	*g* Achse	*n* Kreuz
c gelochte Scheibe	*h* Scheibe	*o, p* Walzen
d Kettbäume	*i* Ringkamm	*q, r* Schußträger
e Kegelräder	*k* Scheibe	*s* Schaufelräderpaar
	l Warenspreize	*t* Antrieb von *s*

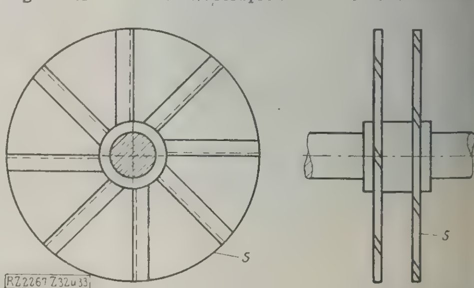


Abb. 32 und 33. Schaufelräderpaar des Rundwebstuh…

Abb. 28 bis 31.
Schützen (Schußträger) des Rundwebstuhles.

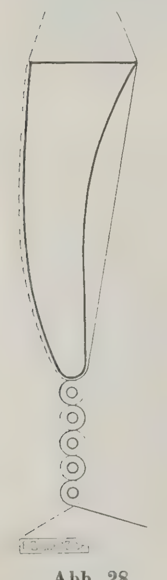


Abb. 28
Seitenansicht.

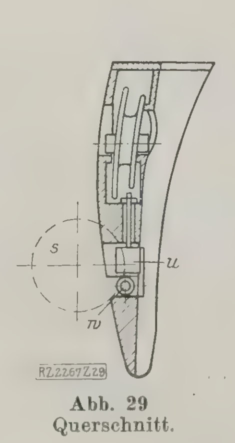
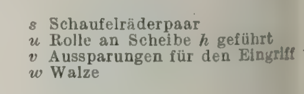


Abb. 29
Querschnitt.

Abb. 30
Längsschnitt.


s Schaufelräderpaar
u Rolle an Scheibe *h* geführt
v Aussparungen für den Eingriff v…
w Walze

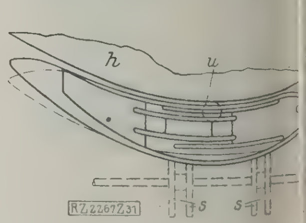


Abb. 31
Draufsicht (Deckel abgenommen).

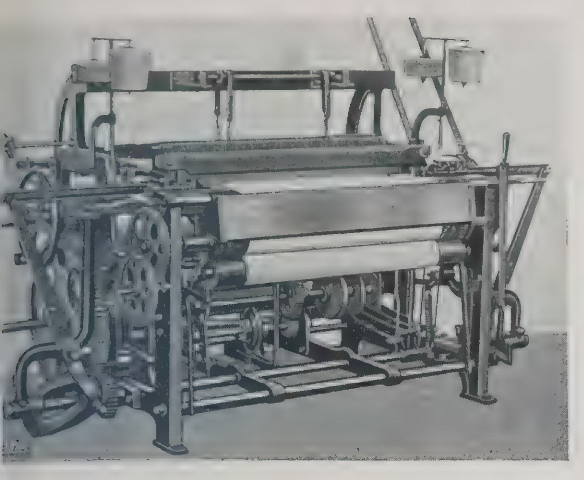


Abb. 6
Gabler-Webmaschine.

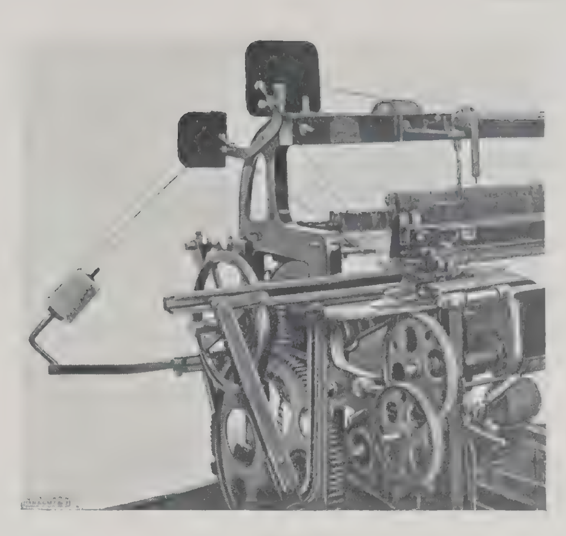


Abb. 7
Gabler-Webmaschine für Panamabindung.
w Fadenwächter

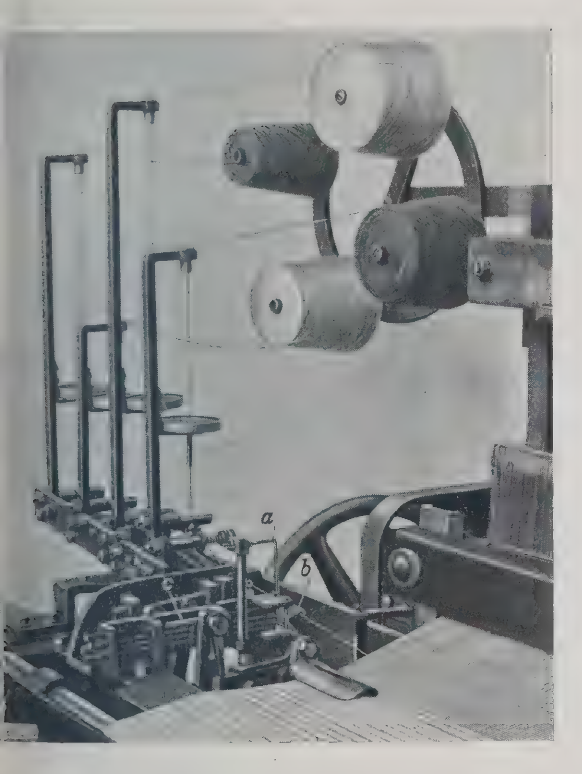


Abb. 8
abler-Maschine für vier Farben und beliebige Schußzahlen.
a Fadenholerstange *b* Fadenholer
c Fadenführerschiene

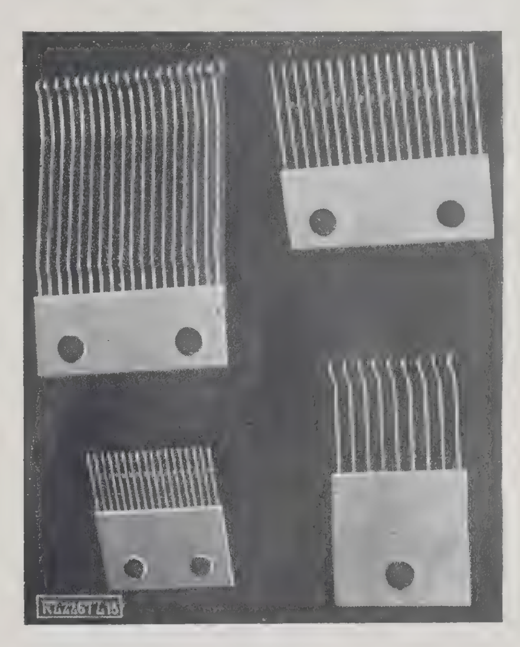


Abb. 21
Nicolet Maschine. Teile des unteren und oberen Lochnadelbarrens und des Anschlagkammes.

E. Mauz:
Neuere Webverfahren

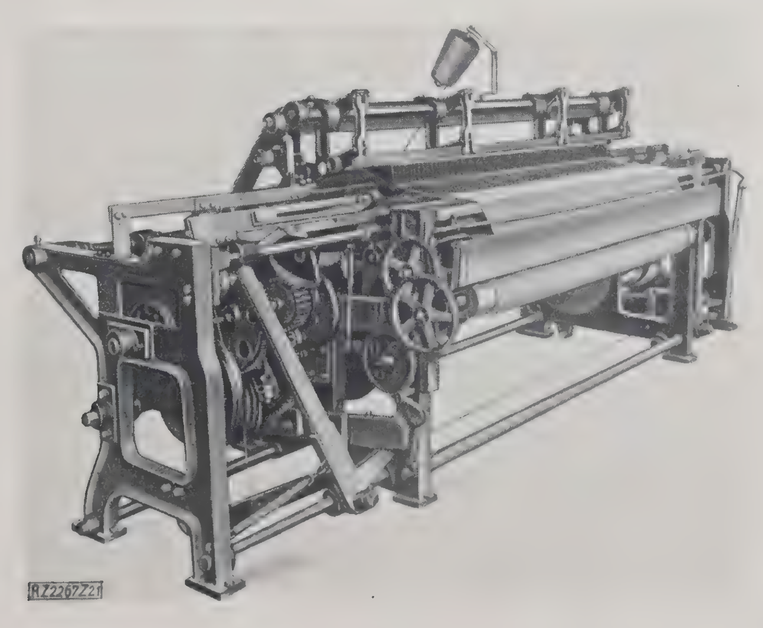
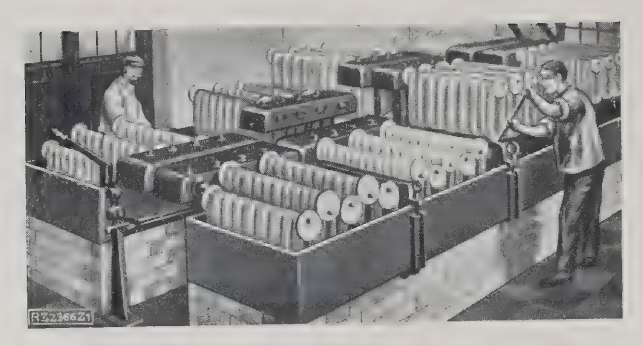
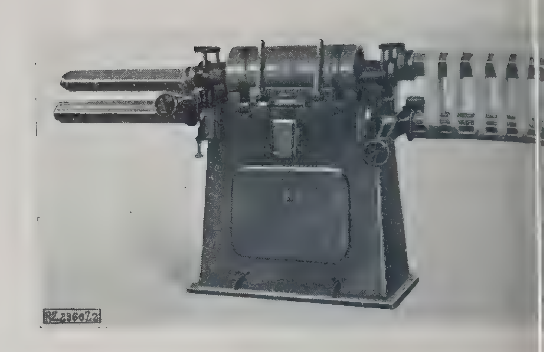
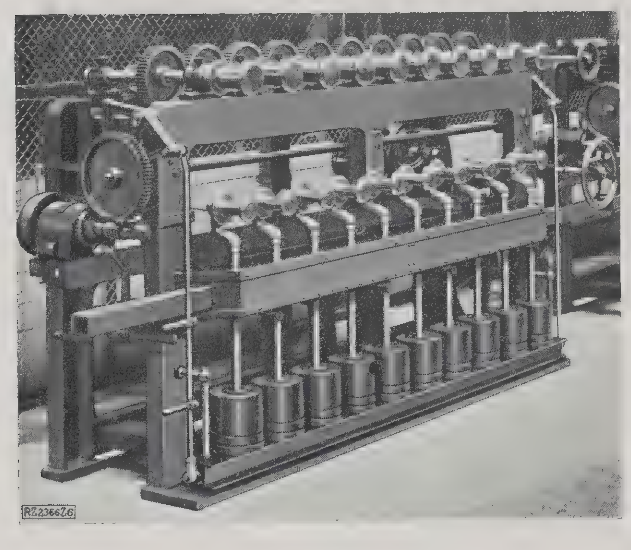
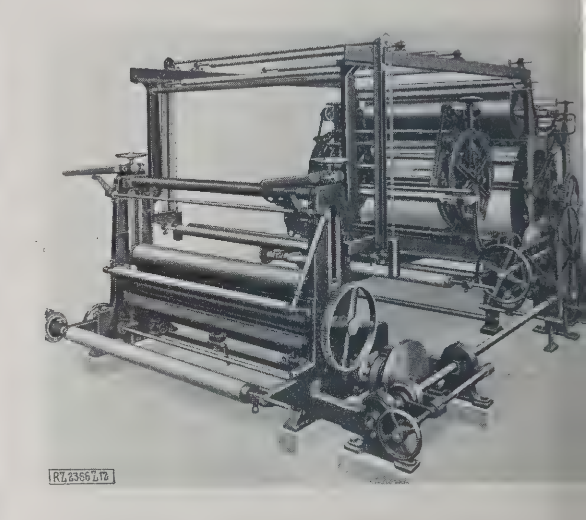


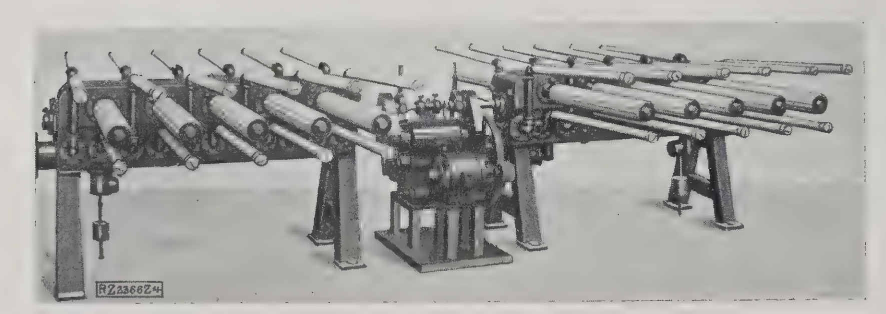
Abb. 9 (rechts)
icolet-Maschine für 165 cm Webbreite.
(vergl. auch Abb. 10 bis 14, S. 287)

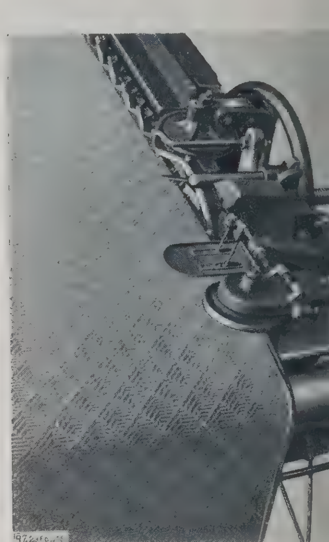

Abb. 1
Stranggarn-Färbevorrichtungen.

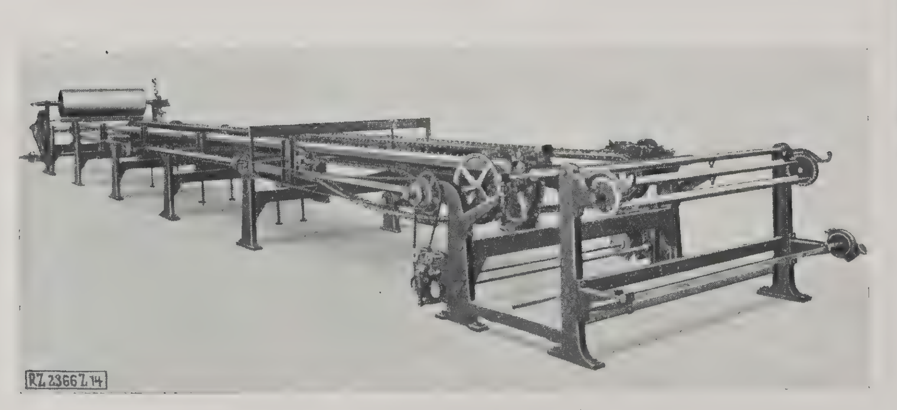

Abb. 2
Schlagmaschine.


Abb. 5
Chevelíermaschine.


Abb. 11
Dreiwalzen-Stärkemaschine mit Palmer und Fil
kalander.


Abb. 3
Stranggarn-Waschmaschine.


Abb. 14
Kantenausrollvorrichtung, vo
sonderem Wert bei Wirkwa


Abb. 13
Maschine zum Trocknen und Spannen breiter Ware.

Anke:

Ausrüstungsmaschin
für Kunstseide

..egt wird, Abb. 18. Nachdem beide Schüsse einge..gen sind, wird der vordere Schuß durch den Anschlag..m angeschlagen, dann das Fach gewechselt, der hintere ..uß durch den seitlich sitzenden Vorbringer vorgeschoben ..d ebenfalls durch den Anschlagkamm angeschlagen, ..b. 19 und 20. Teile des unteren und oberen Lochnadel..rens und des Anschlagkammes zeigt Abb. 21, Bildbl. 1.

Bei der ausgeführten Maschine wird der vordere ..uß von links, der hintere Schuß von rechts und dann ..kehrt eingetragen. In Abb. 22 bis 24 ist ange..mmen, daß beide Schüsse von der gleichen Seite einge..gen werden. Der Schützen und der Schußführer ..en augenblicklich nach rechts. Abb. 22. *b* geht um ..n Kreuzungspunkt der Fachbildemittel. Dann wird der ..rdere Schuß angeschlagen, Abb. 23, der Schützen liegt ..hts im Kasten, das Fach ist gewechselt. Der Schuß..hrer hat die Kette verlassen, der hintere Schuß verläuft ..ischen den Fachbildungsmitteln von der linken Kante ..m Schußführer und wird vom Vorbringer erfaßt. In ..b. 24 hat der Vorbringer den hinteren Schuß in den ..reich des Anschlagkammes gebracht. Der Schußführer ..t sich noch etwas nach rechts bewegt, damit der Schuß ..t ausgespannt wird. An der Seite der Fachbildungs..rren sind verstellbare Schutzbleche angebracht, die die ..ibung des hinteren Schusses an den äußeren Kett..den verhindern, Abb. 25, und die bewirken, daß dieser ..huß, Abb. 26, im richtigen Augenblick in das Fach ..ringt.

Die Maschine für 165 cm Webbreite, Abb. 9, Bildbl. 1. ..r leichte, in der Kette nicht zu dicht eingestellte ..webe (z. B. für leichte Jutegewebe und Verbandstoffe), ..cht 100 U/min. Gewöhnliche Jutewebstühle machen ..i der genannten Breite etwa 125 U/min. Infolge der ..eineren Arbeitsgeschwindigkeit wird der Rohstoff ..schont. Die Erzeugung der Maschine von *Nicolet* ist ..otzdem im Verhältnis $\frac{2 \cdot 100}{125}$, also um 60 vH größer. ..nz abgesehen davon, daß wegen der geringen Be..spruchung des Rohstoffes weniger Fadenbrüche und ..llstände vorkommen. In den Abbildungen 10 bis 14 ..nd einzelne Arbeitsgänge der Nicolet-Maschine dar..stellt.

Rundwebstuhl von Jabouley

Der von *Jabouley* in Lyon erfundene Rundwebstuhl ..net sich für die Verarbeitung von Baumwolle, Wolle ..er Seide. Der Aufbau, Abb. 27, und teilweise auch die ..wegungen sind denen des Rundwirkstuhles ähnlich. ..e Kettfäden bilden ein senkrechtes Rohr mit einem ..r vorgeschriebenen Gewebebreite entsprechenden ..rchmesser, das eine Drehbewegung um seine Achse ..führt. Während des Webens bleiben die Schuß..ger (Schützen) fest stehen und sind am Umfang dieses ..hres in einer wagerechten Ebene verteilt. Jeder Schuß..ger liefert einen Eintragfaden und legt den vorher..henden Schuß in seine richtige Lage. Das Gewebe ..nn also mit einem Gewinde, dessen Gangzahl der Zahl ..r Schußträger entspricht, verglichen werden, der Rund..bstuhl trägt also gleichzeitig mehrere Schußfäden in ..nem Arbeitsgang ein.

Durch die Kegelräderübertragungen *a* wird das Arm..euz *b* mit der gelochten Scheibe *c* und den vier im ..chteck angeordneten Kettbäumen *d* gedreht. Die ..ume sind in gewöhnlicher Weise gebremst und durch ..gelräder *e* zwangläufig miteinander verbunden. Durch ..e Kegelräderpaare *f* erhält die Achse *g* mit Scheibe *h*, ..ngkamm (Rispeblatt) *i* und Scheibe *k* mit den Waren..reizen *l* die gleiche Drehung, ebenso durch *m* das ..euz *n* mit der Warenabzugvorrichtung.

Die Fachbildung erfolgt einerseits durch das Rispe..att *i* und anderseits durch darüber angeordnete, teils ..nerhalb, teils außerhalb des Kettenrohres sitzende Walzen *o* und *p*. Diese Walzen machen die Drehbewegung des Stuhles nicht mit, sondern führen lediglich Radialbewegungen, z. B. *o* nach außen und gleichzeitig *p* nach innen, aus. In den so gebildeten Fächern stehen die Schußträger *q* und *r*, die ebenfalls nicht an der Drehbewegung teilnehmen, und deren Zahl (vier, sechs und mehr) sich ebenso wie die Zahl der dazwischen stehenden Walzen *o* und *p* nach dem Schlauchdurchmesser richtet. Die Schützen sind unten am Warenrand, innen an der Scheibe *h* und außen durch achtteilige Schaufelräderpare *s* geführt. Letztere werden durch *t* angetrieben und schrauben sich dabei gewissermaßen durch die Kette.

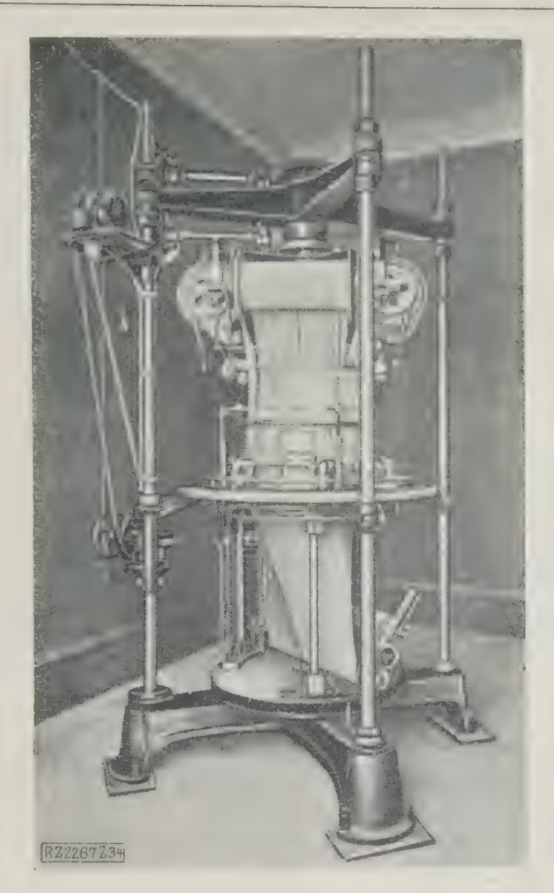


Abb. 34
Rundwebstuhl von *Jabouley*.

Einen Schützen zeigen Abb. 28 bis 31, ein Schaufelräderpaar Abb. 32 und 33. Rolle *u* legt sich gegen den vorher erwähnten inneren Führungsring *h*, die Schaufelräderpaare greifen in die Aussparungen *v* der Schußträger ein. Sie verhindern, daß sich diese mit dem Kettenrohr bzw. Warenschlauch drehen, und drücken gleichzeitig durch *w* die Schußträger nach unten auf den Warenrand. Der Stuhl stellt sich bei Schuß- oder Kettfadenbruch und bei übermäßig großem Widerstand selbst ab.

Die Leistung des Rundwebstuhles steht bei verschiedenen Durchmessern, aber gleicher Umfangsgeschwindigkeit im Verhältnis zur Zahl der angeordneten Schußträger. Bei doppeltem Schlauchdurchmesser und gleicher Umfangsgeschwindigkeit, entsprechend der halben Umdrehungszahl, ist die Zahl der Schußträger und damit auch die Leistung doppelt so groß.

Der Rundwebstuhl wird wohl bald in Deutschland vorgeführt werden Abb. 34 zeigt eine ausgeführte Maschine. [B 2267]

Ausrüstungsmaschinen für Kunstseide

Von Dipl.-Ing. E. A. ANKE, Professor an der staatl. Gewerbeakademie Chemnitz

(Hierzu Bildblatt 2 vor S. 289)

Der Übergang von der Handarbeit zur Maschinenarbeit bei der Ausrüstung von Kunstseide ist möglich. Die Vorrichtungen zum Färben, Trocknen, Schlagen, Waschen, Bleichen, Chevelieren für Stranggarn und die Ausrüstungsmaschinen für breite fertige Ware sowie eine Färbemaschine für Strümpfe sind beschrieben.

Die Ausrüstungsmaschinen für Kunstseide sind seit Kriegsende soweit vervollkommnet worden, daß der Übergang von der Handarbeit bei der Ausrüstung von Kunstseide zur Maschinenarbeit möglich wurde. Dabei sei immerhin erwähnt, daß noch viel Handarbeit nötig ist, da man Kunstseide, die im nassen Zustand wenig Festigkeit zeigt, bei der Ausrüstung recht schonend behandeln muß.

Behandlung des Stranggarns

Färbevorrichtungen

Das kunstseidene Stranggarn kommt gebleicht oder ungebleicht von der Kunstseidenspinnerei in den Handel und wird in vielen Fällen der Färbung unterworfen. Hierzu dienen die Stranggarn-Färbevorrichtungen, Abb. 1, Bildbl. 2 (vor S. 289). Die Spulen sind doppelseitig angeordnet und während der Beschickung und Abnahme hochgehoben; während des Färbens tauchen die Stränge in die Flotte ein und werden schwingend abwechselnd rechts und links gezogen. Dies verbürgt eine vorzügliche und gleichmäßige Aufnahme der Farbflotte und erreicht dasselbe wie das Färben von Hand mit dem Stock über der Wanne.

Bei doppelseitiger Anordnung, also 100 Spulen, kann für eine Spule von 700 mm Länge 2 kg Kunstseide aufgehängt werden. Bei gleicher Leistungsmenge wie bei der Handarbeit erspart die Maschine zwei Drittel der sonst erforderlichen Arbeitskräfte.

Trocknen und Schleudern

Die nassen Stränge werden, in Tücher gepackt, in die Trommel der Schleuder eingelegt, um den empfindlichen Faden vor Beschädigung an der Trommellochung zu schützen. Neuzeitliche Bauarten haben Einzelantrieb mittels unmittelbar gekuppelten Motors auf der Trommelachse, Druckknopfsteuerung, elektromagnetische Bremse und selbsttätigen Deckelverschluß.

Schlagmaschinen

Nicht geschlichtetes Stranggarn kann zweckmäßig in senkrechtem Hang des Stranges auf Schlagmaschinen, Abb. 2, Bildbl. 2, gerüttelt oder geschlagen werden. Hierbei wird erreicht, daß sich die Fäden des Stranges gleichmäßig legen und ein störungsfreies Abwinden auf die Hülse beim späteren Umspulen erfolgen kann. Gegenüber Handarbeit bietet das Schlagen auf der Maschine viel größere Gleichmäßigkeit in Schlagzahl und Schlagstärke, da erfahrungsgemäß der Arbeiter nach längerer Arbeitsdauer ermüdet.

Für Stränge, die durch Fitzfäden in Zahlen abgeteilt sind, wird die Maschine mit schräger Lage der aufgehängten Stränge verwendet. Hierbei werden die Fitzfäden nicht zerrissen. Gegenüber der Handarbeit verbürgen diese Schlagmaschinen größere Gleichmäßigkeit unter Ersparnis von rd. 75 vH Arbeitslohn.

Stranggarn-Waschmaschine

Die Stranggarn-Waschmaschine hat 10 bis 20 Spulen in doppelseitiger Anordnung, Abb. 3, Bildbl. 2. Während die eine Spulenseite stillsteht und das fertige Garn abgenommen oder neues aufgehängt wird, arbeitet die andre Spulenseite. Die Aufhängespulen bestehen aus geripptem Porzellan und nehmen den Strang sicher mit.

Der Antrieb gibt den Spulen wechselseitige Drehung nach rechts und links und sichert somit größte Gleichmäßigkeit. Die Spritzrohre für das Waschwasser sind zwischen und unter den Spulen angeordnet und verteilen somit das Wasser vollkommen gleichmäßig auf die durchlaufenden Stränge. Ein gesteuertes Zulaufventil zum Speisen der Spritzrohre besorgt den Zulauf des Wass und vermeidet das lästige Nachtropfen.

Bleich- und Waschmaschinen

In den Kunstseidefabriken sind Bleich- und Was apparate in Benutzung, die ununterbrochen arbeiten. S werden in zwei Größen mit 16 oder 32 Walzen mit ein gesamten Fassungsvermögen von rd. 30 oder 60 kg geba Abb. 4.

Die Kufen mit den Behandlungsflüssigkeiten und d Antrieborganen sind feststehend angeordnet; die Walz werden mittels Laufkatzen über die Kufen weggefahr und in die Kufen eingelassen, worauf zugleich d Walzenantrieb durch Schnecken in Tätigkeit tritt und s mit den Strängen Rechts- oder Linksumlauf erteilt wi Nach der Behandlung werden die Walzen durch das fa bare Hebezeug hochgehoben und zur nächsten Ku weitergefahren und dort wieder eingelassen, worauf d neue Behandlungsart erfolgt. Je nach den Behandlung

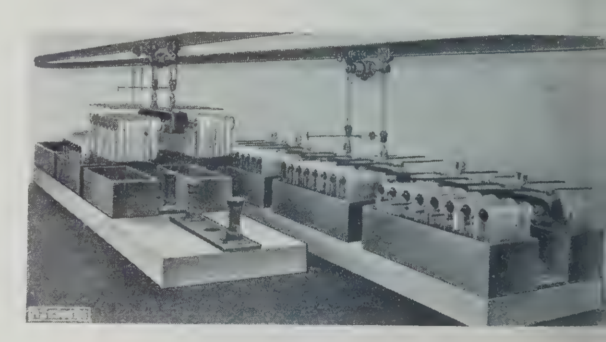


Abb. 4
Bleich- und Waschapparate mit 16 Walzen; 30 kg Fassungsvermögen.

flüssigkeiten in den Kufen findet hier in den Kunstseid fabriken Entschwefeln, Waschen, Bleichen, Neutralisier oder Avivieren statt.

Cheveliermaschine

Um den guten Glanz wiederherzustellen, den di Kunstseidestränge beim Färbevorgang etwas verlore haben, wird nach dem Trocknen in Kanaltrockner cheveliert. Bei der Maschine, Abb. 5, Bildbl. 2, wurd hydraulischer Antrieb vermieden, damit keine Feuchtigke in die Nähe der Stränge kommt und somit die Wirkung be einträchtigt. Man darf nur in trockenen Räumen chevelierer

Die Maschine selbst besteht aus einer Reihe von zeh oberen Spulen, auf denen man die Stränge aufhängt. Di entsprechende untere Spulenreihe faßt innen ans unter Strangende an. Die unteren Spulen sind mit Belastungs gewichten versehen und drehen sich mit ihrer Achse i einer wagerechten Ebene, wodurch der Strang zusammen gewunden wird, und zwar wechselnd nach rechts un links. Hierbei folgt ein gewisses Gleiten der Einzel fäden aufeinander, was eine Glanzwirkung, den soge nannten Cheveliereffekt, hervorruft. Um die Auflage stelle der Stränge zu verlegen, werden die oberen Spule bei offenem Strang durch ein Getriebe fortgedreht, wiede stillgesetzt, und dann wird mit dem Chevelieren fortge fahren. Dieses Fortdrehen erfolgt selbsttätig zwischen de Links- und Rechtsdrehung. Zur Schonung des Stranges sin die Walzenköpfe vernickelt und poliert. Bei einem Kraft aufwand von 3 PS erfordert die Maschine nur eine Mann Bedienung, während man bei Handarbeit für di gleiche Leistung fünf Arbeiter braucht.

Behandlung breiter fertiger Ware aus Kunstseide

Strangfärbemaschine mit Umzughaspel

Wenn immer die Ware die Behandlung im Strang rägt, ist dies vorzuziehen, da hier die beste Durchigung mit Flotte zu erwarten ist. Eine hierzu gete Maschine zeigt Abb. 6. Die elliptische Haspel zieht Warenstrang, in mehrfacher Lage schwingend, durch Farbkufe, wobei er sich gut mit Flotte sättigt. Um einzelnen Stränge getrennt voneinander zu halten, ist ein rungsrechen angebracht, der, falls im Warenumlauf größerer Bewegungswiderstand auftritt, zugleich als sttätige Ausrückvorrichtung wirkt. Ein mittels einer echten Wand abgetrennter Sonderabteil in der Kufe lit zum Ansetzen und Wärmen der Flotte.

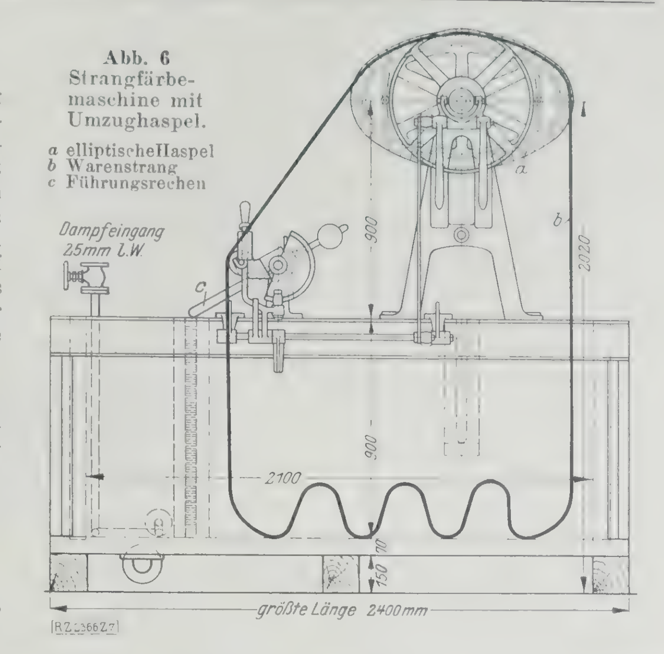


Abb. 6
Strangfärbemaschine mit Umzughaspel.
a elliptische Haspel
b Warenstrang
c Führungsrechen

Färben auf dem Jigger, Abb. 7 und 8

Die Ware wird im breiten Zustand gefärbt. Hierzu rt man sie von der Abwicklung über Leitwalzen mehrai im Jiggertrog auf und ab und bringt sie dann an Steigdockenaufwicklung heran. Letztere zieht den rengang mit gleichmäßiger Umfangsgeschwindigkeit. ße Bremsung ist für den Warengang zu vermeiden.

Das Trocknen breiter Ware

Ist das Einpacken in die Schleuder nicht zweckmäßig, bedient man sich der Breitschleuder, Abb. 9. Innereines Schutzgehäuses liegt eine Wickelpel oder Trommel, die die Ware langsam aufkelt. Sodann wird die Ware abgebunden und

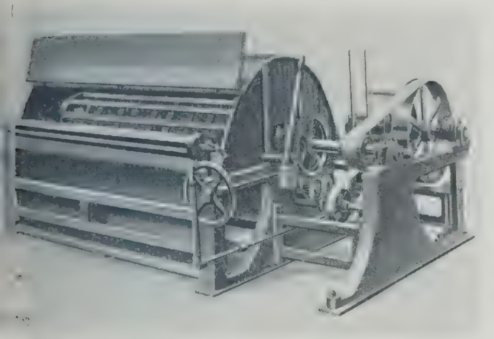


Abb. 9
Breitschleuder zum Trocknen der Ware.

Haspel oder Trommel in raschen Umlauf etzt, auf hohe Drehzahl gebracht und die re so geschleudert. Diese Behandlung schont kunstseidene Ware sehr; es wird aber iger geleistet.

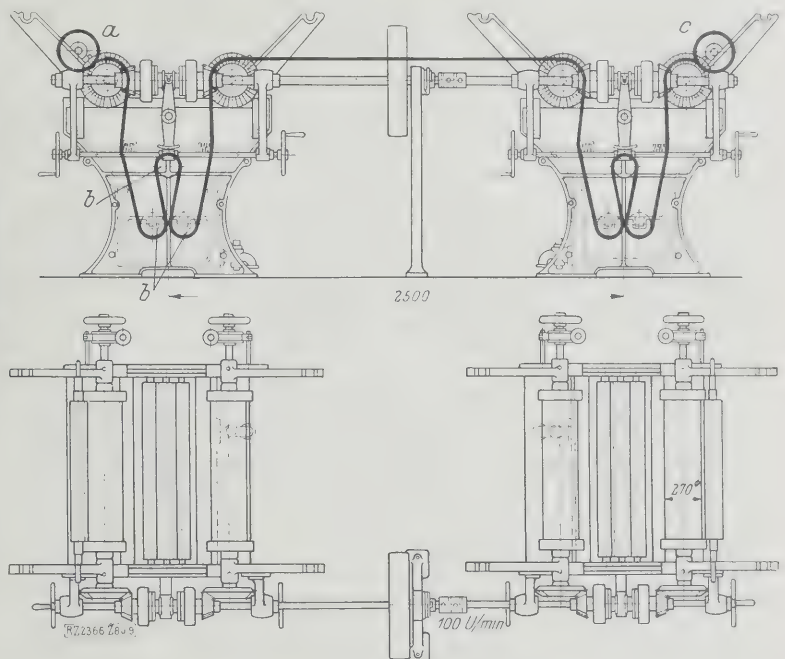


Abb. 7 und 8
Jigger-Färbemaschine.
a Abwicklung *b* Leitwalzen *c* Steigdockenabwicklung

instärken buntseidener Ware nd nachfolgendes Ausbreiten nebst Trocknen

Die Bauart nach Abb. 10 und 11, Bildbl. 2, ht eine Dreiwalzen-Stärkemaschine, einen zwischentrockner, den ausbreitenden Palsowie einen Filzkalander vor. Die Ware el in der Stärkemaschine nur chen den beiden oberen ferwalzen durch, während die re Gummiwalze das Appretl aus dem Trog fördert. Nach leitung über einen Spanskompensator läuft die Ware recht über eine gelochte ferabdeckung, unter der Gasmchen brennen. Die aufende Wärme strömt durch ochung an den Warengang bewirkt eine schwache Vor-

stabenerklärung zu Abb. 10
a Dreiwalzen-Stärkemaschine
b Gaszwischentrockner
c Palmer
d Spannungskompensator
e Filzkalander

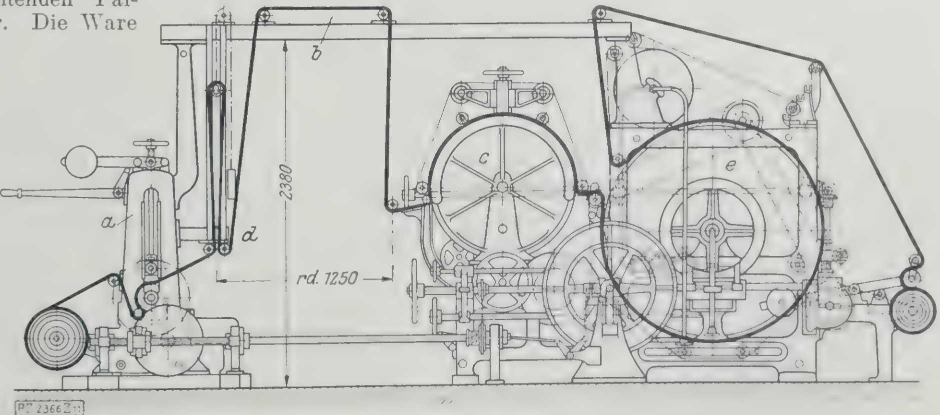


Abb. 10
Stärkemaschine mit Palmer und Filzkalander.

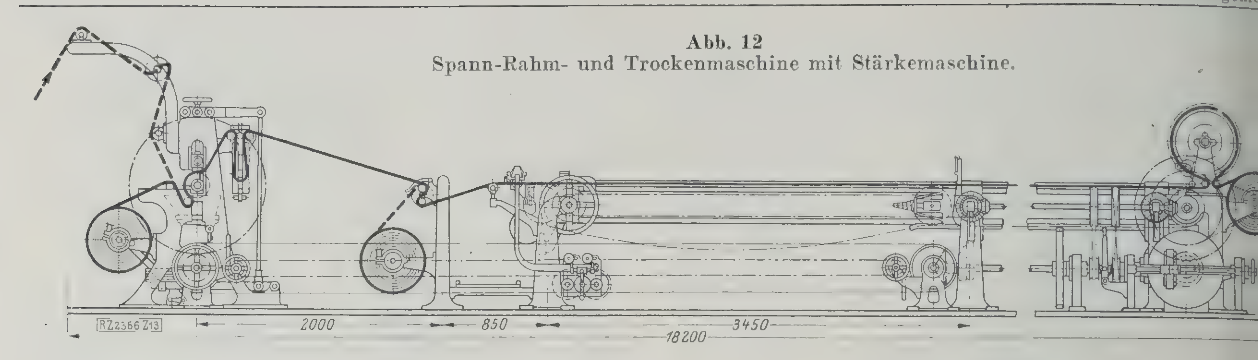


Abb. 12
Spann-Rahm- und Trockenmaschine mit Stärkemaschine.

trocknung; die Ware wird nicht hart.

Der Palmer empfängt nun die Ware, breitet sie mittels seiner schräge gestellten Scheiben und der Umfangskette aus und gibt sie an den Filzkalander ab. Dieser nimmt die Ware zwischen die geheizte Stahltrommel und einen Filz, preßt und bügelt sie. Die Behandlung eignet sich besonders für Maschenware, also Wirkware und dergleichen. In Sonderfällen kommt ein Filzkalander mit zwei gewärmten Filzen in Anwendung, zwischen denen die Ware gepreßt und getrocknet wird.

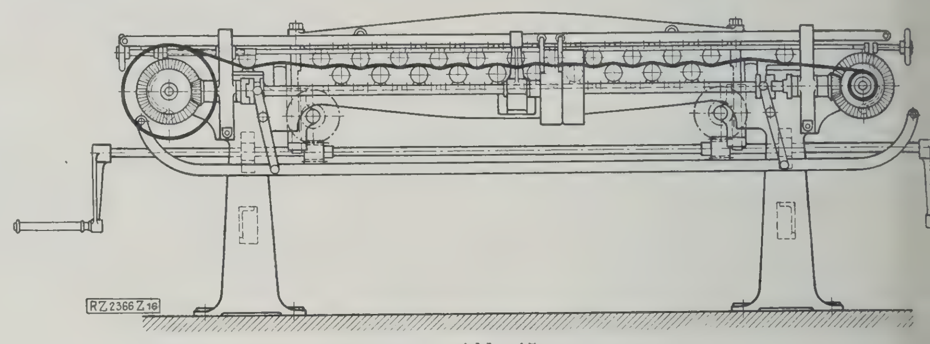


Abb. 15
Appretbrechmaschine für kunstseidene Waren.

Trocknen und Spannen breiter Ware

Es ist ganz allgemein üblich, wagerecht angeordnete Maschinen zu verwenden, die die Ware in einem gestreckten Lauf ohne jede Umkehr trocknen. In der Ausführung nach Abb. 12 und 13, Bildbl. 2, hat die Maschine ein Einlaßfeld, vier Spannfelder und einen Nachtrockenzylinder für einen besonderen Finish.

Damit die Kluppenketten immer nur die äußeren Warenkanten ergreifen und keine Falten und Spannungen in der Ware hervorgerufen werden, ist vor dem Einlaßapparat eine Kantenausrollvorrichtung angebracht, Abb. 14, Bildbl. 2. Sie arbeitet mit zwei mit Gummi belegten umlaufenden Scheiben, die die Ware zwischen sich nehmen und alle Falten und umgerollten Kanten glatt strecken, so daß die Kluppen sicher nur die äußere Warenkante festhalten.

Das Appretbrechen kunstseidener Waren

Im Gegensatz zu den Brechmaschinen für Baumwolle, die mit Rundgewindewalzen arbeiten, hat sich neuerdings wieder die Anwendung von Knopfwalzen eingebürg Abb. 15. Sie vermeiden die seitliche Verzugwirkung schonen somit den kunstseidenen Faden.

Abb. 16. Dreiwalzenkalander.
a, b obere Papierwalzen

Das Kalandern kunstseidener Ware

Für die Bearbeitung ganz- und halbkunstseide Waren werden Dreiwalzenkalander in Anwendung bracht, Abb. 16. Die Ware geht hierbei in der Regel zwischen den oberen beiden Papierwalzen durch, wo gesperrt wird. Die untere Stahlwalze dient als Trä und zur Wärmeabgabe an die Mittelwalze. Die Abbildu zeigt im übrigen alle Einzelheiten, wie bremsbare wicklung, Drehspanner und Aufwicklung. Der Kalan hat Hebelbelastung und dient zur Erzeugung von R und Mattwirkungen.

Färben einzelner kunstseidener Stüc

Für das Färben von Massenware, wie sie der Strum darstellt, ist es nach längerer Bemühung gelungen, e zweckmäßige Maschine herzustellen, die allen Anfor rungen entspricht, Abb. 17.

Je ein Dutzend Paar kunstseidener Strümpfe werd an den Fußspitzen mit einem Bindfaden durchzogen u an einem Rundstock befestigt. Mit diesen Stöcken w die Strumpffärbemaschine beschickt. Durch das Z

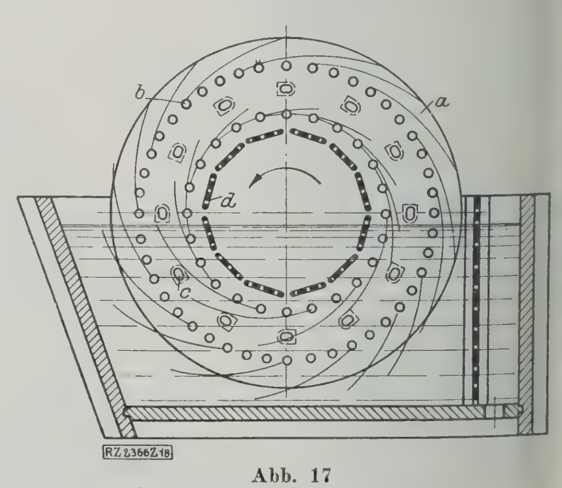


Abb. 17
Färbemaschine für Strümpfe.
a Randscheiben *b* Vertiefungen *c* Schöpftaschen
d gelochter Rost

...menfassen kann man die verschiedenen Strumpf-...ßen nicht verwechseln und man kann sie während der ...amten nassen Ausrüstung zusammenlassen.

Die Färbemaschine selbst besteht aus einer umlaufen-... Trommel mit zwei großen Randscheiben. Diese ...en Vertiefungen zum Einlegen der Tragstöcke für ...in Dutzend Paar Strümpfe. Bei üblicher Ausführung ...nen 60 Dutzend, bei größter 70 Dutzend Strümpfe auf ...imal eingehängt werden. Diese Trommel dreht sich in d... untergebauten Kufe, die durch eine gelochte Zwi-...enwand vom Ansetzraum für die Flotte geschieden ist. ...tliche Schöpftaschen an den Trommelscheiben sowie ...i gelochter Rost im Inneren der Trommel verursachen ...aernd eine starke Durchmischung der Flotte hinsicht-li... Farbgehalt und Temperatur, so daß eine völlig gleich-...mäßige Ausfärbung, auch der Nähte erzielt wird.

Um das Ausmustern zu erleichtern, hat jede Trommel-...eibe einen Knopf zum Anhängen eines Paars Probestrümpfe. Diese können bequem während des Ganges auf- und abgenommen werden. Kann nach der erprobten Laufdauer die Ausfärbung als erreicht angesehen werden, so wird ein Probepaar vom Knopf abgenommen, auf dem Dampfhorn getrocknet und der Farbton beurteilt.

Die Maschine braucht für 60 Dutzend Paar Strümpfe eine Färbedauer von rd. einer Stunde bei leicht kochender Flotte und rd. ½ PS Antriebkraft; ein Mann kann bequem zwei Maschinen bedienen. Die Beschickungszeit der Trommel sowie der Entleerung dauert je rd. 5 min.

Diese Maschine wird für gleichbleibende Farbe in Pitchpine-Holz und für raschen Farbenwechsel in Monel-Metall gebaut. Die Ausführung gestattet in kürzester Zeit völliges Reinigen der Maschine durch Spülen. Außer für Kunstseide wird die Maschine auch viel zum Färben von Flor benutzt. Das Monel-Metall wird von den üblichen Flotten weder angetroffen noch verändert es den Farbton.

[B 2366]

Aufbereitung von Bastfasern

...icht über den Vortrag von Dr.-Ing. E. h. EMIL GMINDER, Reutlingen, in der Textiltagung in Stuttgart.

Deutschland ist, sehr zum Schaden unserer Handels-b...nz, in hohem Maße auf die Versorgung mit ausländ...hen Textilrohstoffen angewiesen. Daher verdienen alle B...trebungen, die Erzeugung von Textilrohstoffen in D...tschland zu fördern, erhöhte Beachtung, besonders unter d... durch den unglücklichen Ausgang des Krieges geschaf-f...en Verhältnissen. Die klimatischen Verhältnisse ge-...tten in Deutschland nur den Anbau von Bastfasern, und z...r von Flachs und Hanf. Der Flachsanbau, der früher in D...tschland erheblichen Umfang hatte, ist in den letzten J...rzehnten stark zurückgegangen. Schuld hieran tragen d... außerordentlich mühevollen und umständlichen Arbeits-v...fahren, die zur Ernte, Aufbereitung und Gewinnung der F...chs- und der Hanffaser erforderlich sind. Ein besonderer A...reiz zum Anbau von Hanf bestand bisher überhaupt n...ht, da die Hanffaser fast ausschließlich zur Herstellung v... Bindfäden und Seilen benutzt wurde, und somit nur e... geringer Preis für Hanf erzielt werden konnte.

Während des Krieges wurde mit Rücksicht auf die h...rschende Rohstoffnot der Flachsanbau vorübergehend g...teigert. Nach dem Kriege verminderte sich jedoch die A...baufläche für Bastfaserpflanzen wieder sehr schnell. ...ne dauernde Hebung des Anbaues von Bastfaserpflanzen i... Deutschland kann also nur erwartet werden, wenn es g...ingt, Ernte- und Aufbereitverfahren zu finden, die ...e grundsätzliche Abkehr von den bisherigen umständ-l...hen Verfahren bedeuten. Der Entwicklung derartiger V...rfahren und der Konstruktion der hierfür erforderlichen M...schinen ist die Arbeit Dr. *Gminders* in den letzten J...ren gewidmet gewesen. Dabei wurde vor allen Dingen d... Gewinnung von Spinnfaser aus H a n f berücksichtigt, d... der Hanfanbau für den Landwirt erhebliche Vorteile g...genüber dem Flachsanbau besitzt. Er liefert wertvolle ...benerzeugnisse, vor allem aber ist er in hervorragendem M...ß als Zwischenfrucht geeignet, da seine Wurzeln bis zu ... in den Boden eindringen und ihn gut aufschließen.

Die Schwierigkeiten bei der Gewinnung der Hanffaser s...tzen bisher bereits bei der Ernte ein. Um die Faser zu s...onen, wird der Hanf nicht gemäht, sondern gerauft. Da d... männlichen Pflanzen schneller reifen als die weiblichen, m...ß man bei Hanf zunächst die männlichen, dann die weib-l...hen Pflanzen ernten. Beide werden mit der Hand geerntet, ...s sehr kostspielig und umständlich ist. *Gminder* v...tritt den Standpunkt, daß für das Enderzeugnis nur der C...arakter der Elementarfasern, die bei Flachs und Hanf ...va 10 bis 50 mm lang sind, maßgebend ist. Wenn man ...o ein Aufbereitverfahren wählt, das die Bastfaser ... zur Elementarfaser aufschließt, so ist es nach *Gminder* f... das Enderzeugnis fast gleich, ob man Flachs- oder Hanf-f...er verwendet. Da aber der Hanf im Anbau vor dem F...chs wirtschaftliche Vorteile bietet, gab er bei seinen ...eiten dem Hanf den Vorzug.

Wenn man, wie *Gminder*, den Standpunkt vertritt, daß ... die Elementarfaser den Charakter des Enderzeugnisses ...influßt, so folgt daraus, daß die kostspieligen Ernte- und ...ufbereitverfahren gespart werden können. Nach dem V...fahren von Dr. *Gminder* wird der Hanf maschinell ge-...ntet, und zwar männliche und weibliche Pflanzen gleich-...tig. Die Röste fällt vollkommen weg, die Hanfstengel werden vielmehr noch beim Landwirt durch besondere Maschinen auf 15 bis 20 cm Länge zerschnitten, was sich für die Weiterverarbeitung am günstigsten erwiesen hat.

Die Maschinen für die Weiterverarbeitung der Hanffaser wurden von *Gminder* in jahrelanger Arbeit entwickelt. Er war dabei bemüht, nach Möglichkeit an Vorhandenes, Bewährtes anzuknüpfen. So lehnte sich die erste Konstruktion der Entsamungs- und Entfaserungsmaschine für die Hanfstengel, die sogenannte F r ä s e , an die entsprechenden Maschinen der Baumwollindustrie an. Diese Maschine war imstande, 150 kg Hanfstengel in der Stunde zu verarbeiten; sie lieferte dabei rd. 10 kg Samen, 70 kg Holz und Blätter und 17 kg Bastfaser auf je 100 kg Stengel. Der Maschine wurden die Stengel längs vorgelegt. Diese wurden dann im Innern der Maschine mehrfach geknickt und an Rosten vorübergeführt, durch die sich die Schäben absonderten.

Die Leistung war jedoch noch zu gering. Daher entwickelte *Gminder* eine neue Maschine, die H a n f s ä g e , die das Vielfache, nämlich bis 600 kg/h verarbeiten kann. Dieser Maschine werden die Hanfstengel bündelweise quer vorgelegt und in 15 bis 20 cm lange Stücke gleichzeitig geschnitten. Das Kopfende wird zur Gewinnung des Samens besonders abgetrennt und dieser mittels einer Dreschvorrichtung gewonnen. Die einzelnen Stengelabschnitte werden wiederum mehrfach geknickt und die Schäben abgesondert. Die Hanfsäge ist fahrbar und so gebaut, daß man sie auf dem Felde selbst verwenden kann. Damit ist für den Landwirt die Möglichkeit gegeben, die wertvolle Hanffaser und den Samen bereits auf dem Felde zu gewinnen, so daß man nur die vorgearbeitete Rohfaser in Preßballen gepackt, und den Samen, rd. 10 vH, versenden braucht, und damit erheblich an Frachtraum und Gewicht spart.

In der R e i b e wird die Hanffaser weiter aufgeschlossen. Die in der Hanfindustrie bisher allgemein verwendete Bauart der Hanfreibe wurde von *Gminder* weiter ausgebaut und verbessert, so daß sich die Bedienung erheblich vereinfacht. Dies war dadurch möglich, daß in der *Gminderschen* Reibe nicht Langfaser, sondern nur Kurzfaser zu behandeln ist. Vor allem wurde die umständliche Umlagerung durch Arbeiter mechanisiert; man besorgt die Umlagerung jetzt durch eingeschaltete Wender. Zum Reiben selbst dienen wie bisher große Kegelwalzen. Außer der Ersparnis an Arbeitskräften, jetzt nur ein Mann Bedienung für zwei Maschinen anstatt bisher zwei Mann für eine Maschine, ist eine erhebliche Herabsetzung der Arbeitsdauer zu verzeichnen. Nach dem *Gminderschen* Verfahren ist eine Partie bereits in etwa 10 min ausgearbeitet, während man nach dem bisherigen Verfahren 1 bis 2 h braucht.

Die Anschaffung der Hanfreiben wäre für landwirtschaftliche Großbetriebe wohl wirtschaftlich. Die Reiben kann man natürlich nicht auf dem Felde aufstellen. Hauptsächlich werden diese Maschinen aber von den weiterverarbeitenden Industrien verwendet.

Um die Hanffaser möglichst restlos auszunutzen, bemüht man sich seit längerer Zeit, auch Verwendungszwecke für die Schäben zu finden. Bisher wurden sie als wertvolle Stallstreu und als Heizstoffe verwendet, wahrscheinlich wird es aber auch gelingen, sie auf Zellstoff, Papier, plastisches Holz u. a. zu verarbeiten. Die aufgeschlossene Hanffaser wird mit Baumwolle vermischt zu Garn versponnen und kommt verwebt und ausgerüstet unter der bekannten Bezeichnung „Gminder-Linnen" in den Handel.

Berlin [M 2449] *Hentschel*

Tagesfragen des Maschinenbaues für die Ausrüstungsindustrie

Von GUSTAV C. SCHMID, Stuttgart[1])

Es wird versucht, die bemerkenswerten Neuerungen der Textilveredlungsindustrie zusammenzufassen. Von diesen Neuerungen ist an erster Stelle das Intensiv-Kaltbleichverfahren nach Mohr mit seinem Arbeitsgang und anschließend sind die im Dauerbetrieb erprobten Verbesserungen im Spannrahmen-, Zylindertrockenmaschinen- und Kalanderbau besprochen.

Durch planmäßiges Zusammenarbeiten der Ausrüstungsindustrie mit dem Textilmaschinenbau sind in den letztvergangenen Jahren verschiedene neue Verfahren sowie Verbesserungen an den bisher bekannten geschaffen. In diesem Rahmen kann ich natürlich nicht auf alle Neuerungen eingehen, sondern will nur einige herausgreifen, die im Mittelpunkt der Meinungen stehen: Das Intensiv-Kaltbleichverfahren nach *Mohr* und einige wichtige Neuerungen und Verbesserungen an Appretur- und Finishmaschinen.

Das Kaltbleichverfahren nach Mohr

Der Warenlauf und zugleich auch der Raumbedarf einer vollständigen Mohrbleiche ist in Abb. 1 dargestellt. Oberhalb des Rohwarenlagers ist die Gassenge *b* und die Intensiv-Imprägniermaschine *d* angeordnet. Von diesen beiden hintereinander gekuppelten Maschinen kommend, wird die Ware in großen, isolierten Zementbottichen zum Zwecke der Entschlichtung abgelagert. Sodann erfolgt das Auswaschen auf der Strangwaschmaschine *h* üblicher Bauart und zugleich das Einrüsseln in den eigentlichen Bleichkessel *f*. Nach beendigtem Bleichen wird auf den Strangwaschmaschinen *i*, *h* und *k* geseift und fertig gewaschen, worauf die Ware nach dem üblichen Verfahren getrocknet wird. Diesem Warengang entsprechend sind auch die Maschinen angeordnet. Die Gassenge selbst ist, abgesehen von kleineren konstruktiven Änderungen, in den letzten Jahren nahezu unverändert geblieben.

Intensiv-Imprägniermaschine

Die mit der Gassenge gekuppelte Intensiv-Imprägniermaschine, Abb. 2, stellt die erste Sonderbauart für dieses Bleichverfahren dar. Von dem Bestreben ausgehend, die gebrauchten, aber noch nicht völlig erschöpften Sauerstoffbäder zu verwerten, wird die Entschlichtung nicht mittels Fermente, sondern mittels dieser gebrauchten Sauerstoffbäder, die an Sauerstoff etwa noch 0,02 g/l enthalten, durchgeführt. Um dafür auch die letzten Reste Sauerstoff frei zu machen, wird die Flotte mit 50 bis 60 °C angewandt. Die Imprägniermaschine ähnelt einer Breitwaschmaschine mit drei Kasten üblicher Bauart. Lediglich über dem dritten Abteil ist ein Dämpfkasten, der hydraulisch gegen Luftzutritt abgeschlossen ist, aufgesetzt, in dem durch Dampf der wirksame Sauerstoff freigemacht wird.

[1]) Nach einem in der Tagung für Textiltechnik am 17. und 18. November 1928 in Stuttgart gehaltenen Vortrag.

Nach Durchlaufen des letzten Quetschwerks der In prägniermaschine wird die Ware zu einem Strang ve einigt und in entsprechend große, gut isolierte, gemauert Behälter abgelegt und ein bis zwei Tage zum Abbau de Stärke, darin belassen. Mittels der üblichen Strang waschmaschine wird die entschlichtete Ware aus den Al lagen herausgewaschen und unmittelbar in den Bleicl kessel eingerüsselt.

In diesem Bleichkessel bleibt die Ware währen des ganzen Bleichverfahrens, also ohne Umpacken, lie gen, wodurch neben der weitestgehenden Schonung de Gewebe auch eine ganz beträchtliche Arbeitersparnis er zielt wird. Für das eigentliche Bleichen, das ungefäh 9 bis 10 h dauert, ist ein einziger Mann zur Bedienung erforderlich. Die Bedienung selbst erstreckt sich ledig lich auf das Umschalten der einzelnen Ventile und au ein kurzes Einrücken der Luftpumpe.

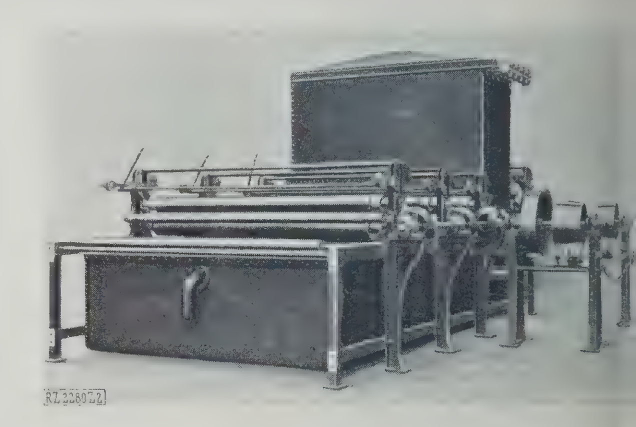


Abb. 2
Intensiv-Imprägniermaschine nach *Mohr*.

Der Bleichkessel

Der Bleichkessel oder die Bleichanlage, Abb. 3 und 4 stellt die eigentliche Erfindung für dieses Verfahren da und besteht aus dem schmiedeisernen Bleichkessel f ferner aus einem Dehnungsgefäß *e*, mit dem Zweck de Flottenausgleiches, und dem Reinigungsgefäß, das zu Reinigen und Entlüften der Flotte dient.

Alle diese Apparate sind im Innern vollständig m reinem Blei gleichmäßig verbleit, um ein Angreifen de

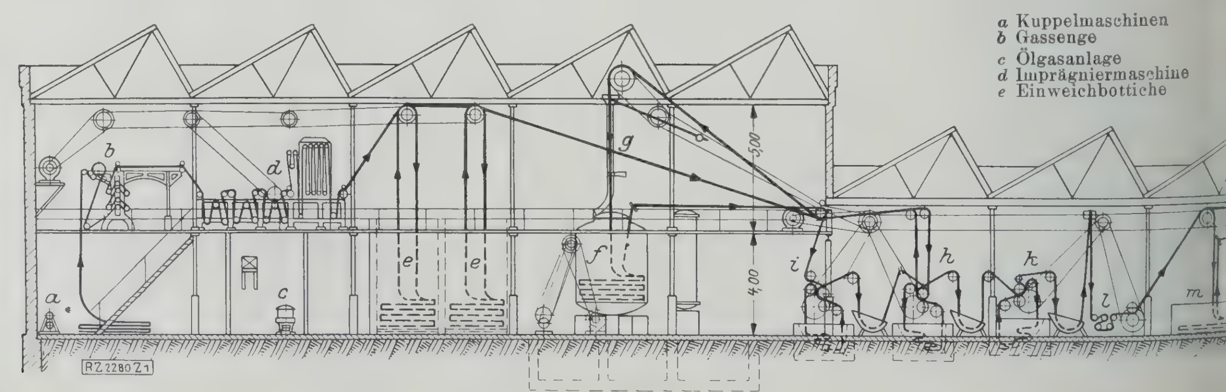


Abb. 1. Sauerstoff-Kaltbleiche nach *Mohr*, Tagesleistung 6000 bis 8000 kg, geliefe

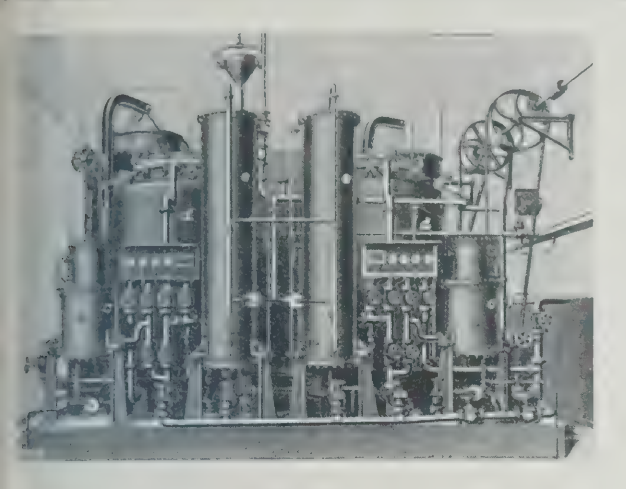


Abb. 3
Ansicht des Bleichkessels nach *Mohr.*

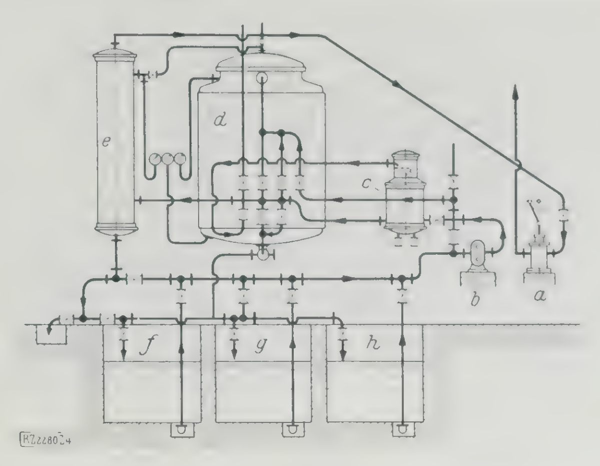


Abb. 4
Schema des Bleichkessels für das Kaltbleichverfahren nach *Mohr.*

Zu Abb. 3 und 4

a Luftpumpe
b Flottenpumpe
c Reinigungsgefäße
d Bleichkessel
e Dehnungsgefäße
f Behälter für Natriumhypochlorid
g Behälter für Schwefelsäure
h „ „ Natriumsuperoxyd

e..rnen Wandungen durch die Chlor- und Säurebäder, w.. auch eine Zersetzung der Sauerstoff-Bleichbäder d..ch die katalytische Wirkung des Eisens, zu verhin..n. Alle Rohrleitungen und Armaturen sind aus Hart..i, die Pumpe für den Umlauf aus Phosphorbronze ange..tigt.

Unterhalb des Bleichkessels befinden sich nebenein..der drei gemauerte Behälter, in denen die Bleichlösun..., Natriumhypochlorid von 1,5 g aktivem Chlor im L.er, verdünnte Schwefelsäure von 1,5 ° Bé. und das N..riumsuperoxydbad für 3000 kg Bleichgut, bestehend a..: 27 kg Natriumsuperoxyd, 120 kg Wasserglas und 2.kg Monopolseife, gebrauchsfertig angesetzt werden.

Abweichend von der sonst üblichen Arbeitsweise, bei d.. man mit alter Kochlauge oder mit Wasser einrüsselt, w..d hier mit gebrauchsfertiger Chlorlösung eingerüsselt, Abb. 5. Ist der Kessel mit Ware gefüllt und mit dem ..ckel verschlossen, so wird er vor dem eigentlichen B..ichbeginn zuerst mittels der Luftpumpe luftleer ge..cht und dann wird die Chlorlösung von unten eingesogen o..r mit der Umlaufpumpe eingedrückt, bis ein Über..ck von 3 at erreicht ist. Hierauf sperrt man das Zu..ungsventil ab und läßt die Lösung abwechselnd von o..n nach unten und von unten nach oben umlaufen.

Um beim Spülen mit möglichst wenig Wasser auszu..mmen und bei dem darauffolgenden Bleichen die Säure u.. das Natriumsuperoxydbad nicht zu verdünnen, um a..erdem für das Spülen und das Wechseln der B..ichbäder nicht zu lange Zeit aufwenden zu müssen u.. dabei den Überdruck von 3 at zu erhalten, pumpt m..n kurz vor Beendigung des jeweiligen Bleich- oder S..ülverfahrens die Bleichflüssigkeit oder das Spül..sser immer von unten nach oben, preßt auf diese ein..che Weise die Ware in den oberen Teil des Kessels fest ..., während sich alle Flüssigkeit in dem unteren Kessel..l ansammelt. Nunmehr öffnet man das Ablaßventil am ..sselboden und pumpt gleichzeitig von oben Frisch-

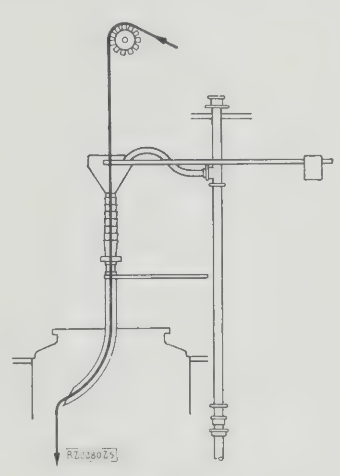
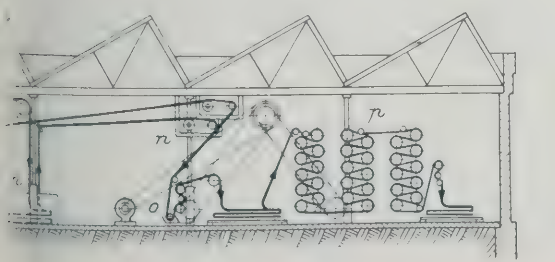


Abb. 5
Rüssel-Strangablegevorrichtung.

wasser oder die folgende Bleichflüssigkeit so lange dazu, bis alle Chlorlauge, Wasser oder Säure abgelaufen ist. Nach der Chlorbehandlung überzeugt man sich mit Jodstärkepapier, nach der Säurebehandlung mit blauem Lackmuspapier, daß alles Chlor, das anschließende Spülwasser, die Säure, dann wieder das Spülwasser restlos abgelaufen ist. Die Chlorbehandlung dauert etwa 1 h 30 min, das Spülen 1 h, das Absäuern 30 min und das nachfolgende Spülen etwa 1 h 30 min bis 2 h.

Nach beendeter Spülung nach der Säurebehandlung ist bereits eine recht gute Halbbleiche erzielt, die für Waren, die nachher gefärbt werden, genügt. Für ein Vollweiß bedarf es jedoch noch einer Nachbehandlung mit Natriumsuperoxyd. Unter Einhaltung der gleichen Arbeitsweise wird nach dem Spülen der Säure der Natriumsuperoxydansatz wieder von oben in den Kessel gedrückt und abwechselnd von oben nach unten und von unten nach oben gepumpt. Damit der wirksame Sauerstoff frei wird, muß man das Bleichbad jetzt auf rd. 70 ° erwärmen. Während dieses Bleichvorgangs wird mittels der Luftpumpe der freigewordene Sauerstoff, der sich im oberen Teil des Kessels ansammelt, abgesogen, und mit der Bleichflüssigkeit nochmals vermischt. Diese Peroxydbehandlung dauert etwa 4 bis 5 h. Hierauf wird die Ware im Kessel einmal kurz gespült, dann der Druck mit dem Spülwasser zusammen abgelassen und der Kessel geöffnet.

f Bleichkessel
g Strangablegeapparate
h, i, k Strangwaschmaschinen
l Strangausquetschmaschine
m Ablegeplätze
n Strangöffner
o Wasserkalander
p Zylindertrockenmaschinen



..n der Zittauer Maschinenfabrik A.-G., Zittau.

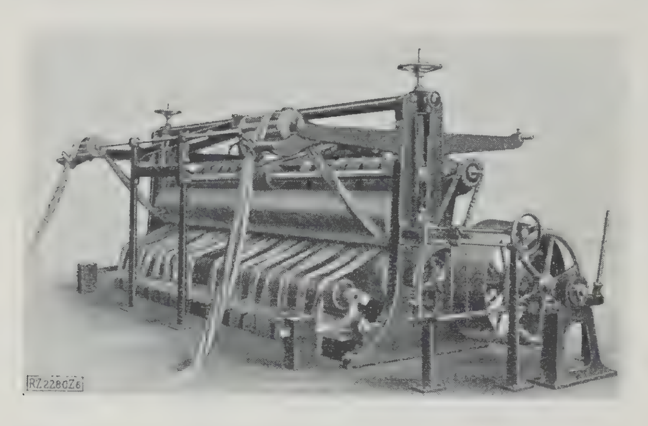


Abb. 6
Gegenstrom-Strangwaschmaschine nach Mohr.

Strangwaschmaschine

Mittels der gewöhnlichen Strangwaschmaschine wird das Bleichgut aus dem Kessel herausgezogen und zugleich mit einer schwachen Seifenlösung, rd.1 g/l Bariseife, geseift. Von einer oder besser von zwei Strangwaschmaschinen, die jede für sich und auch zusammen nach dem Gegenstromverfahren arbeiten, wird die geseifte Ware ohne Zwischenablage übernommen, in einem Zuge fertig gewaschen und auf die Ablage vor den Wasserkalander gelegt.

Die beim Kaltbleichverfahren benutzte Gegenstrom-Strangwaschmaschine, Abb. 6, unterscheidet sich schon äußerlich durch eine größere Breite, in der Regel 5 m, von der üblichen Bauart. Durch Einbau von Zwischenwänden zwischen die einzelnen Stränge wird das Wasser zwangsweise, und zwar in entgegengesetzter Richtung zum Warenlauf geführt, um auf diese einfache, aber sinnreiche Weise eine bestmögliche Waschwirkung bei geringstem Wasserverbrauch zu erzielen. Der Wasserverbrauch von zwei hintereinander geschalteten Gegenstrom-Strangwaschmaschinen beträgt etwa 60 m³/h.

Appretur- und Finishmaschinen

Für die Appretur will ich die im vergangenen Jahre herausgebrachten Verbesserungen im Spannmaschinenbau, bei Etagen- und Planrahmen, wie auch im Bau von Zylindertrockenmaschinen betrachten.

Etagenspannrahmen

Bei den Etagenspannrahmen wurde die bisher verhältnismäßig geringe Trockenleistung durch Einbau einer Zusatzbeheizung, Lüft- und Heizvorrichtung, für die vordere Einblasung um 50 vH, in manchen Fällen sogar um 80 vH, gegenüber der bisherigen Leistung erhöht. Weiter wurden die Kettenführungsschienen und die Umkehrstellen verbessert. Die Stäbe der Lattentrommeln überzieht man jetzt mit Emaille und verhindert damit jede Beschädigung des Stoffes.

Die Planrahmen mit selbsttätig arbeitende Tasterkluppe hatten bisher noch immer eine zu gering Leistung gegenüber den Etagenspannmaschinen. Durc Einbau von zwei voneinander vollständig getrennte Heizungen, bestehend aus je einem Lüfter mit Hei vorrichtung für die obere und für die untere Behe zung und vollständige Abdeckung der Rahmen ober- un unterhalb des Spannfeldes wurde eine Leistungssteig rung erreicht, die annähernd der einer Etagenrahm gleichkommt, Abb. 7 und 8. Eine solche Hochleistung Planrahme kann man auch noch mit Vor- und Nach trockenzylinder ausstatten und so Leistungen bis z 100 m/min erreichen.

Zylindertrockenmaschinen

Im Bau der Zylindertrockenmaschinen sind einig wichtige Verbesserungen herausgebracht worden. Die be kannte Stopfbüchsenlagerung der Kupfertrommeln hat ma durch Kugellager ersetzt. Hierbei wird der Dampf de Trommeln durch Kupferkrümmer zugeführt und auch da Niederschlagwasser in ähnlicher Weise abgeleitet. Solch Lager sind im Innern in einen Lagerraum und in eine Packraum geteilt. Der Lagerraum ist in Form einer Kugel büchse ausgeführt, um Klemmungen der Zylinderzapfen z verhindern.

Bei den üblichen Ausführungen der Zylindertrocken maschinen befindet sich der Dampfeinlaß auf der eine und der Kondensataustritt auf der entgegengesetzte Seite. Man kann aber den Dampfein- und den Wasser auslaß auf dieselbe Seite verlegen. Bei dieser Anord nung wird außerhalb des Ständers ein Gußkanal *a* ge legt, Abb. 9, von dem aus die Zylinder mit Dampf gespeis und auch zugleich entwässert werden, um die Ständer vol ständig kalt zu halten.

Für die einseitige Trocknung oder Warenauslage au die Zylinder werden die Leitwalzen in Kugellagern ge lagert. Hierbei stehen die Leitwalzenzapfen fest, währen die Kugellager im Boden der Leitwalzen sitzen so daß sich die Leitwalzen auf den feststehenden Zapfe drehen. Man will auf diese Weise verhindern, daß sic die Zapfen in den Lagerstellen abnutzen. An Stelle de Leitwalzen können auch Umkehrtrommeln Verwendun finden, die man mit Wasser kühlen kann, um das lästig Abschmieren der schweren Füllappreturen auf die Lei walzen zu verhindern.

Kalander

Unter den Maschinen für die Fertigausrüstun nehmen die Kalander nach wie vor die erste Stelle ei In letzter Zeit sind Vielwalzenkalander, Abb. 10, gebau worden, mit denen man nicht nur eine größere Leistun sondern auch eine besondere, bisher nicht erreichte Wi kung erzielen will. Die Anwendung vieler Walzen übe einander gestattet mehrere heizbare Zylinder zwische die Stoffwalzen einzufügen, um das Gewebe schon bei einmaligen Durchlauf auf beiden Seiten zu glätten. De durch die Stahlwalzen erzielte Hochglanz wird von de nachfolgenden Stoffwalzen gleichmäßig abgezogen un

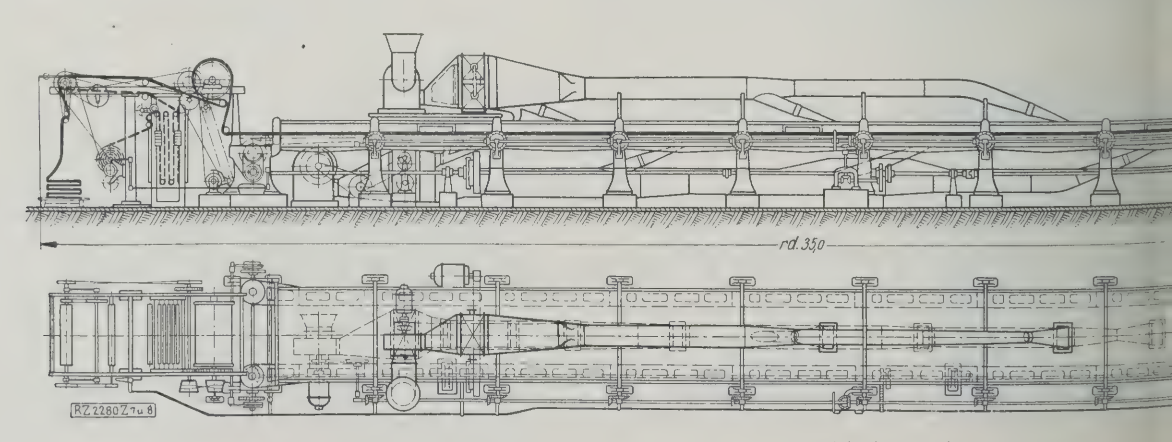


Abb. 7 und 8
Spann- und Trockenmaschine mit neun parallelen Felder

h ein feiner Glanz wie auch ein guter Schluß der ebindung erzielt. Wird dagegen die Zahl der Stoff-, besonders Baumwollwalzen, über den Heizzylin- eliebig vermehrt, so wird mittels dieser Anordnung enannte „Beetle-Effekt" erzeugt. In Verbindung er Chaisingvorrichtung kann man eine der Mangel e Wirkung erzielen.

i der großen Höhe solcher Kalander muß man das und Senken der Walzen durch einen Umkehrmotor en. Bei Hebeldruckkalandern wird dieser Motor- mit einer Hebeldruck-Abhebevorrichtung in Ver- g gebracht, um mittels einer Druckknopfschaltung rreichen der höchsten oder tiefsten Stellung der den Hebeldruck auf die Walzen selbsttätig abzu- oder einzuschalten.

im Arbeiten mit der Chaisingvorrichtung immer unangenehm empfunden worden, daß die Gewebeläufe in eine Grube verlegt werden , wenn in die Chaisingvorrichtung mit Wagen ein- en werden soll, um die gechaiste Ware in Falten gen. Man mußte sich zu diesem Verfahren notge- n entschließen, weil beim Aufrollen der gechaisten auf Holzhülsen die Leistung der Kalander nur 0 vH von der wirklichen Kalanderleistung beträgt. Übelstände konnten mit Erfolg in der Weise be- werden, daß man den Faltenleger oder die ickelvorrichtung seitlich am Kalander an- und die gechaiste Ware im Winkel aus der Chai- rrichtung herausführt. Beim Ablegen in Falten dann die Wagen seitlich am Kalander angereiht eggefahren werden.

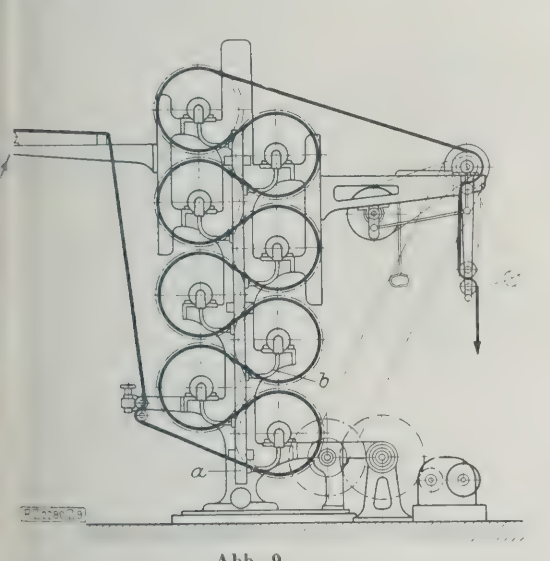
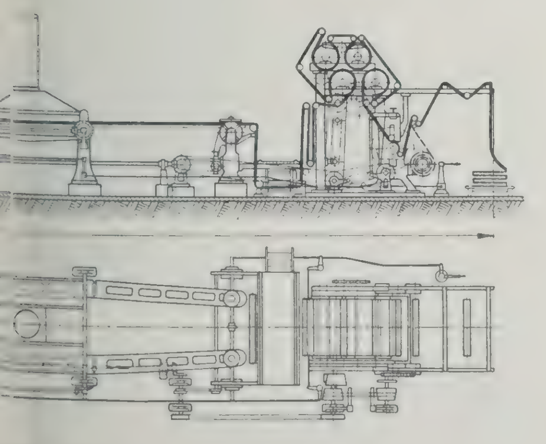


Abb. 9
Zylindertrockenmaschine mit Kugellagerung für beiderseitige Warenauflage.
b Kanal für Dampf und Wasser *a* Kupferkrümmer



oße Leistung.

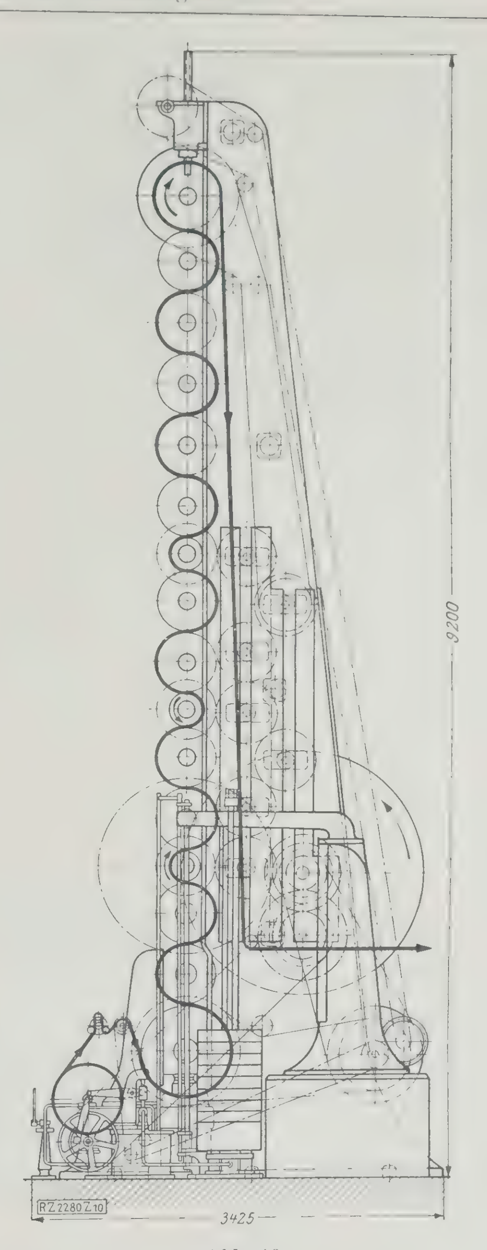


Abb. 10
Sonderkalander mit 16 Walzen von C. H. Weisbach, Chemnitz.

Seidenkalander

Für das Finishen von ganz- oder halbseidenen Waren, Kunstseiden- oder Mischgeweben hat man bisher die verschiedenartigsten Verfahren angewandt, um einen genügenden Glanz bei voller Weichheit zu erreichen. Man behandelte sie auf Muldenpressen, Filzkalandern und ähnlichen Maschinen, ohne ein wirklich einwandfreies Ergebnis zu erhalten. Versuche, die gewünschte Wirkung auf einem Kalander zu erreichen, haben zum Neubau eines Seidenkalanders geführt. Dieser Kalander besteht aus einer unteren Stahlwalze mit Schrägstellung und Heizung, einer mittleren Stoffwalze und einer oberen heizbaren Hartgußwalze. Mittels der verstellbaren Ab- und Aufwickelvorrichtung kann man die Ware wiederholt zwischen der Stoffwalze und der oberen Hartgußwalze hindurchführen, ohne jedesmal umlegen zu müssen. Die rechte Warenseite berührt hierbei die mittelbar geheizte und hochglänzende Stoffwalze. Der Glanz der linken Warenseite wird durch die obere Hartgußwalze, die man kalt, handwarm oder heiß hält, nach Wunsch beeinflußt. Der Druck eines solchen Kalanders ist nach Belieben regelbar, so daß man mit ganz wenig oder sehr hohem Druck arbeiten kann. Der Kalander ist für einen Höchstdruck von 16 000 kg gebaut. [B 2280]

Das Walzenstreckwerk in der Baumwollspinnerei

Von Textiling. ERNST TOENNIESSEN, Tübingen

Vorgetragen in der Textiltagung des Vereines deutscher Ingenieure am 17. und 18. November 1928 in Stu

Entwicklung der Theorie des Hochverzugs durch Johannsen; seither ist der Hochverzu Tagesfrage. — Aufsattelung, um gut verzogene Andreher zu erhalten. Verbesser von einzelnen Bauteilen: Oberwalzenhalter und Lagerung der hinteren Unterputz Verschiedene Bauarten: Vierwalzen-Streckwerk, Dreiwalzen-Klemmstreckwerk, Dreiw Durchzugstreckwerk, Doppelwalzen-Streckwerk, Streckwerk der Vorspinnmaschine.

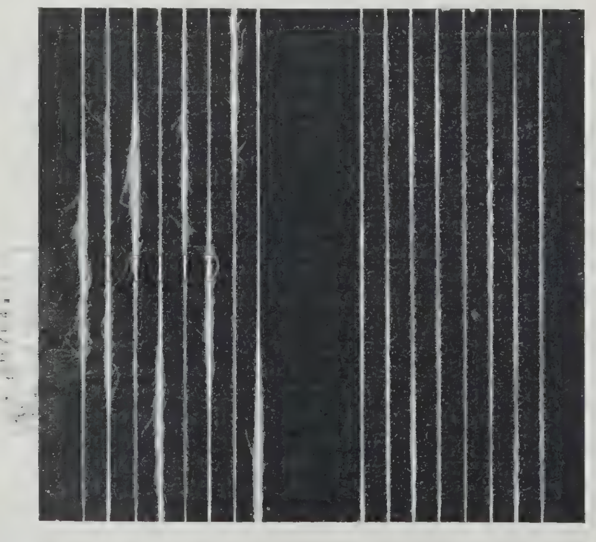
Das im Jahre 1769 von *Arkwright* verbesserte Streckwerk wurde bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts wenig verändert. Der Gedanke des Durchzugs kam zuerst vereinzelt in England auf. Der Durchmesser des unteren Mittelzylinders wurde verringert, und man ersetzte die zugehörige Oberwalze durch eine solche kleineren Durchmessers und geringeren Gewichtes, wodurch die Möglichkeit einer engeren Zylinderstellung gegeben war. Die Erkenntnis, daß man mit solchen Streckwerken höher verziehen kann, ist ein Verdienst *Janninks*, während Professor *Johannsen* die Theorie des Hochverzugs entwickelte und der Spinnerwelt erstmals zur Kenntnis gab. Seit dieser Zeit ist die Frage des Hochverzugs eine Tagesfrage der Spinnerei geblieben, und es haben sich im Laufe der letzten zwanzig Jahre diese Streckwerke immer weiter entwickelt. Auch das Klemmstreckwerk wurde sowohl in spinn- und arbeitstechnischer als in konstruktiver Hinsicht verbessert.

Das Verziehen der Andreher

Beim Aufstecken einer neuen Vorgarnspule muß das Ende der auslaufenden Spule mit dem Anfang der neuen Spule verbunden werden. Von jedem guten Streckwerk muß man nun verlangen, daß es diese Anmachstellen oder Andreher richtig verzieht. Diese Verbindungsstelle ist mehrere Zentimeter lang und setzt natürlich dem Verziehen einen größeren Widerstand entgegen, als das einfache Vorgarn. Nur durch eine genügende Belastung der Verzugswalzen, besonders der zurückhaltenden, ist es möglich, diese dicken Verbindungsstellen (Andreher) so zu verziehen, daß sie später bei der Weiterverarbeitung keine Anstände verursachen. Abb. 1 zeigt fehlerhaft verzogene Andreher, wie sie bei ungenügender Belastung der zurückhaltenden Walze eintreten, und gut verzogene Andreher bei Sattelbelastung. Die zurückhaltende Walze braucht erfahrungsgemäß deshalb eine zusätzliche Belastung. Man erzielt dies durch eine sogenannte Aufsattelung, wie sie vom Streckwerk des Selfaktors allgemein bekannt ist.

Aufsattelung

Die bisher bekannte Aufsattelung ist sehr umständlich gebaut. Ein Zughaken führt zwischen Vorder- und Mittel-



fehlerhaft verzogen gut verzogen
Abb. 1. Andreher.

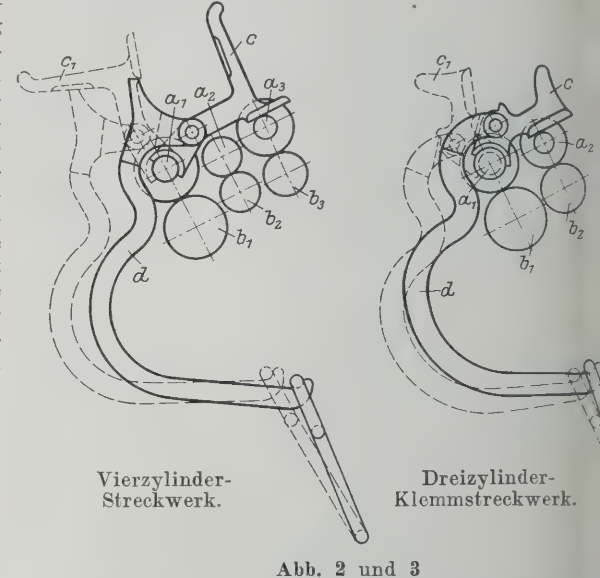


Abb. 2 und 3
Aufklappbare Sattelbelastungen.

a_1, a_2, a_3 Oberwalzen b_1, b_2, b_3 Unterwalzen c Klappsatte
c_1 Klappsattel aufgeklappt d Zughaken

roller zu einem Belastungshebel, so daß das Abs schwierig ist. Eine wesentlich einfacher zu handhab Aufsattelung zeigen Abb. 2 für Vierzylinder-Streckw wobei das Einzugwalzenpaar weggelassen ist, und A für Dreizylinder-Klemmstreckwerke. Die für das Verzi der Andreher unbedingt nötige Belastung der Walz geschieht durch einen Klappsattel *c*, der am Zughak gelenkig befestigt ist. Bei einer Störung an Walzen a_2 und a_3 kann der Sattel aufgeklappt we wobei die Lieferwalze a_1 belastet bleibt, der Spinn gang also nicht unterbrochen wird. Bei der Aufsattelung wird auch gleichzeitig die vordere Wal entlastet, wodurch zwei Fadenbrüche entstehen. Auch dem Dreizylinder-Klemmstreckwerk kann beispielsw zur Reinigung und Schmierung der Druckstelle der O walze a_2 der Sattel aufgeklappt werden, ohne den S vorgang zu unterbrechen.

Oberwalzenhalter

Eine besondere Durchbildung der Oberwalzenh hat weiter zur Vervollkommnung des Walzenst werkes beigetragen. Bei allen bekannten Konstrukti verschwinden die Zapfen der Oberwalzen in ihren gern. Erfahrungsgemäß neigen alle schwachen Za zum „Wickeln"; sie umgeben sich mit Faserflug, wod die Walze gebremst wird, einen unruhigen Lauf nimmt, oder sogar stehen bleiben kann. Diese Wa zapfen müssen deshalb von Zeit zu Zeit gereinigt den. Verschwindet aber der Zapfen in seinem Lage muß die Walze zwecks Reinigung der Zapfen he genommen werden. Es fehlt dann die faserführende kung dieser Walze und das Garn wird sehr ung oder der Faden reißt ab.

Es wurde deshalb eine neue Form von Oberwal haltern, Abb. 4, konstruiert. Der Oberwalzenhalter gekrümmt ausgebildet, so daß die Zapfen aller Oberwa mit ihrem Oberteil aus ihrer Führung herausrei

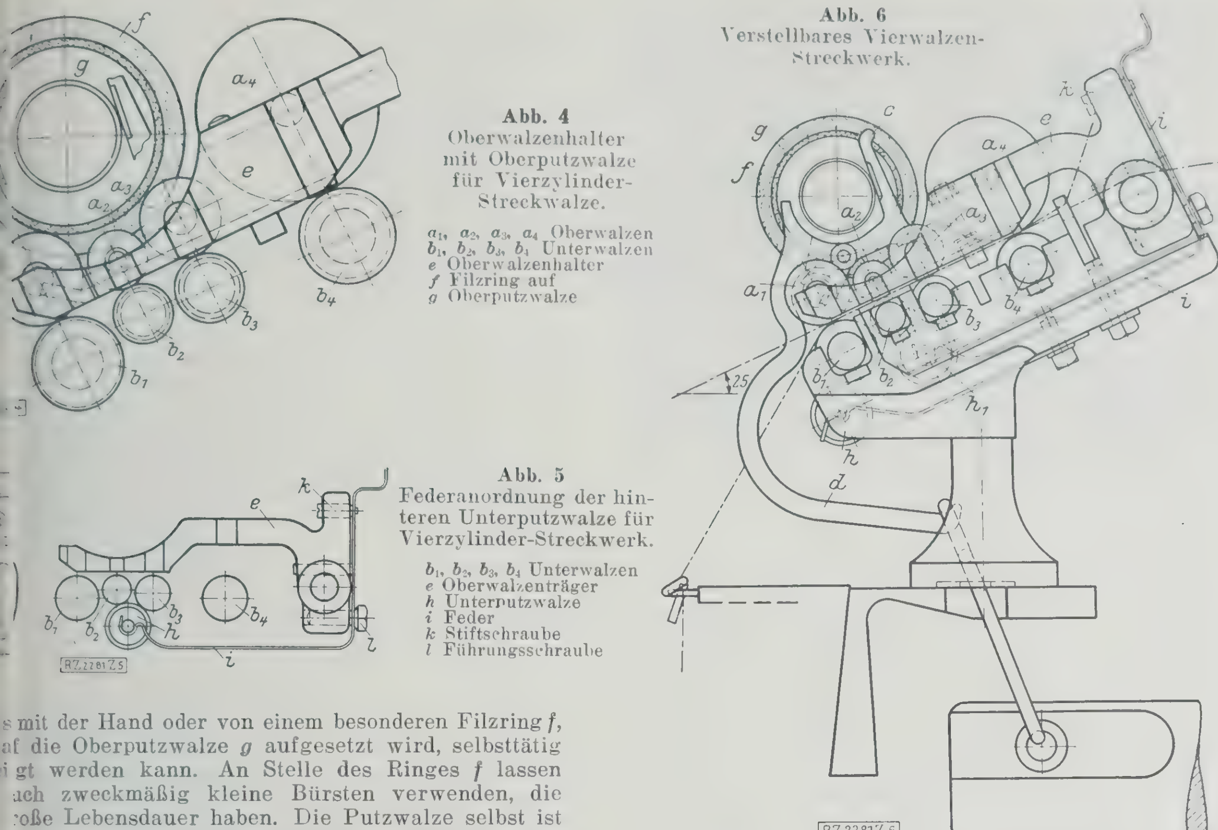


Abb. 4
Oberwalzenhalter mit Oberputzwalze für Vierzylinder-Streckwalze.

a_1, a_2, a_3, a_4 Oberwalzen
b_1, b_2, b_3, b_4 Unterwalzen
e Oberwalzenhalter
f Filzring auf
g Oberputzwalze

Abb. 5
Federanordnung der hinteren Unterputzwalze für Vierzylinder-Streckwerk.

b_1, b_2, b_3, b_4 Unterwalzen
e Oberwalzenträger
h Unterputzwalze
i Feder
k Stiftschraube
l Führungsschraube

Abb. 6
Verstellbares Vierwalzen-Streckwerk.

a_1, a_2, a_3, a_4 Oberwalzen
b_1, b_2, b_3, b_4 Unterwalzen
c Klappsattel
d Zughaken
e Oberwalzenträger
f Filzbelag
g Oberputzwalze
g_1 desgl. in Abb. 7
h, h_1 Unterputzwalzen
i Feder
k Stiftschraube
l Führungsschraube

s mit der Hand oder von einem besonderen Filzring f, af die Oberputzwalze g aufgesetzt wird, selbsttätig i gt werden kann. An Stelle des Ringes f lassen ach zweckmäßig kleine Bürsten verwenden, die roße Lebensdauer haben. Die Putzwalze selbst ist ıeordnet, daß sie alle Oberwalzen gleichzeitig e hält. Durch die gekrümmte Form des Oberwalzen- fallen außerdem alle Ecken und Kanten weg, sich wesentlich weniger Flug festsetzen kann. berwalzenhalter für das Dreizylinder-Streckwerk lich durchgebildet.

Lagerung der hinteren Unterputzwalze

Fvor ich auf die Besprechung der einzelnen Arten reckwerken eingehen will, sei noch auf die zweck- Lagerung der hinteren Unterputzwalze hin- en. Der erfahrene Spinner weiß, welche Anstände stehenbleibende Unterputzwalzen verursacht wer- Abzuhelfen ist diesem Übelstand nur durch eine äßige Lagerung dieser Putzwalze, Abb. 5. Die utzwalze h wird von einer Feder i getragen, die n Schrauben k und l gehalten ist. Die Schraube l ur zur Führung, preßt also die Feder nicht an erwalzenträger e an. Die Lage und die Anpres- er Putzwalze h an die Unterzylinder kann nun auf nfache Weise geregelt werden. Drückt die Putz- z. B. zu sehr an die Unterwalze b_3, so schraubt e Schraube l mehr in den Oberwalzenhalter e hin- t die Federspannung zu schwach, so steigert man urch Einschrauben der Stiftschraube k. Die Putz- kann man sehr leicht herausnehmen. Die Spinnerin oben gegen die Feder nach rückwärts, bis der ab- Zapfen der Schraube k aus dem Loch i der Feder ritt. Sodann schiebt sie die Feder abwärts, bis der ler Schraube l aus dem erweiterten Schlitz der i heraustritt, wonach man die Feder mit der Putz- ach rückwärts herausnehmen kann, ohne daß dabei rgarnfäden hindern. Für das Dreiwalzen-Streck- t der Aufbau ähnlich.

Das Vierwalzen-Streckwerk

it mit dem schon erwähnten Klappsattel, dem ge- en Walzenhalter und der federnden Anordnung der ıtzwalze, s. Abb. 6. Auf die leichte Durchzug- a_2 folgt unmittelbar die mit rd. 2000 g belastete walze a_3. Bei diesem Streckwerk ist also das lichen der Fasern vom Festhalten getrennt ge- worden. Das Streckwerk verzieht mühelos sach- gemachte Andreher. Es gestattet außerdem einen wirksamen Vorverzug, da die Belastung der Walze a_3 größer ist als das Gewicht der Einzugwalze a_4. Bei Selbstbelastung der Walze a_3, also beim gewöhnlichen Vierzylinder-Streckwerk, werden weder die Andreher richtig verzogen, noch ein wirklicher Vorverzug erzielt, selbst wenn das Getriebe der Maschine auf einen Vorverzug eingestellt ist. Die Maschine wird heute mit verstellbaren und unverstellbaren Zylinderabständen gebaut. Das verstellbare Streckwerk muß man verwenden, wenn man Baumwolle mit großen Stapelunterschieden spinnen will und dann größere Walzendurchmesser benutzt.

Das Dreiwalzen-Klemmstreckwerk

ist ebenfalls durch die Verwendung des Klappsattels, des gekrümmten Oberwalzenhalters und der Federanordnung gekennzeichnet. Die zweite Oberwalze (Mittelwalze) ist durch den Sattel mit rd. 2000 g belastet. Das Streckwerk gestattet deshalb einen wirklichen Vorverzug und gutes Verziehen sachgemäß hergestellter Andreher. Von den rd. 35 Millionen Spindeln, die in den Vereinigten Staaten laufen, arbeiten über 90 vH mit einer zusätzlich belasteten Mittelwalze. Der Amerikaner behauptet mit Recht, daß nur durch diese Maßnahme eine Gewähr für einen hohen Nutzeffekt in der Weberei gegeben sei. Zweifellos ist jedoch die Klappsattelbelastung der Oberwalzen viel leichter zu handhaben als die heute noch in den Vereinigten Staaten fast ausschließlich verwendete Aufsattelung, wie man sie durchweg noch an Selfaktoren findet.

Das Dreiwalzen-Durchzugstreckwerk

ist bei der vorstehend gekennzeichneten Ausbildung des Oberwalzenhalters und Lagerung der Unterputzwalzen ebenfalls einfacher zu handhaben. Den Zapfen der Durchzugwalze kann man, ohne daß man die Walze herausnehmen muß, mit den Fingern oder durch ein Reinigungsmittel, das auf die Putzwalze gesetzt wird, von Flug säubern. Eine Eigentümlichkeit dieses Streckwerkes be-

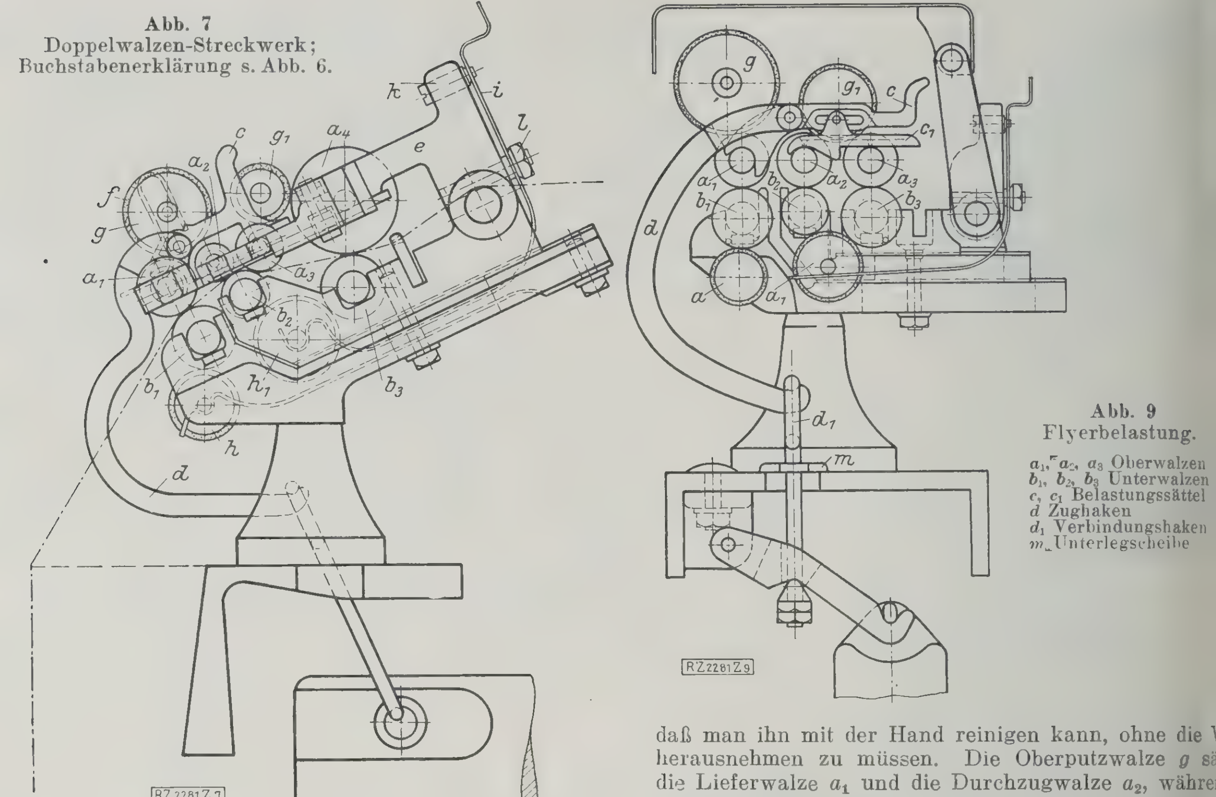


Abb. 7
Doppelwalzen-Streckwerk; Buchstabenerklärung s. Abb. 6.

Abb. 9
Flyerbelastung.
a_1, a_2, a_3 Oberwalzen
b_1, b_2, b_3 Unterwalzen
c, c_1 Belastungssättel
d Zughaken
d_1 Verbindungshaken
m Unterlegscheibe

steht darin, daß die Andreher fast ausnahmslos zu einem Fadenbruch führen. Die Spinnerin ist also gezwungen, nach dem Aufstecken einer neuen Spule den Faden am Lieferzylinder frisch anzusetzen. Das Streckwerk hat trotzdem heute noch wegen seiner Einfachheit viele Anhänger.

Das Doppelwalzen-Streckwerk

arbeitet mit zwei Walzen a_2 und a_3 auf die mittlere Unterwalze b_2, Abb. 7. Die Walze ist durch den Sattel c wieder zusätzlich belastet, wodurch das gute Verziehen der Andreher gewährleistet wird. Auch hier liegt der Zapfen der Durchzugwalze a_2 so im Oberwalzenhalter e,

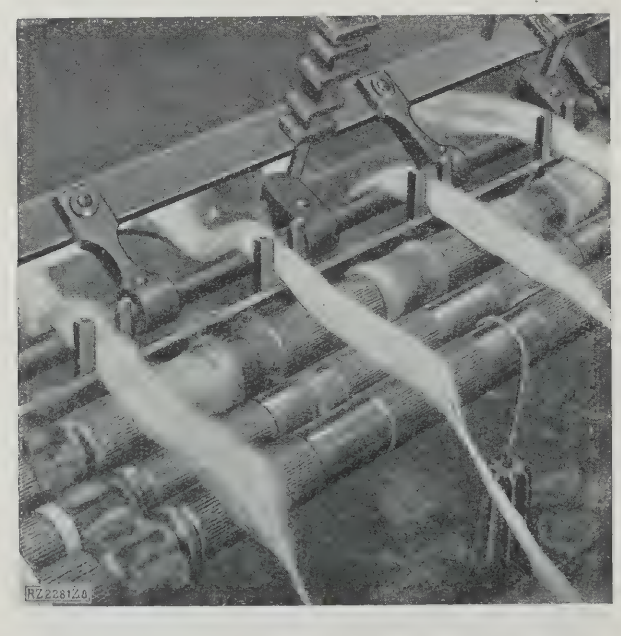


Abb. 8
Flugwinkelbildung an einem Streckwerk ohne Unterputzwalze.

daß man ihn mit der Hand reinigen kann, ohne die W herausnehmen zu müssen. Die Oberputzwalze g sä die Lieferwalze a_1 und die Durchzugwalze a_2, währe Putzwalze g_1 auf den Oberwalzen a_3 und a_4 anliegt. Maschine zeigt dieselbe Federanordnung wie das zylinder-Durchzugstreckwerk. Ober- und Unterw sind gegeneinander so angeordnet, daß die durch Streckwerk laufende Lunte möglichst wenig abge wird. Erfahrungsgemäß beeinträchtigt jeder Bruc der Verzugebene die Festigkeit des gesponnenen Fade

Das Streckwerk der Vorspinnmaschine

Die Oberwalzen des meist dreizylindrigen St werkes der Vorspinnmaschine werden fast ausnah zusätzlich belastet. Dies geschah bis heute entw durch einen besonderen Zughaken für jeden Oberzyli oder die Lieferwalze wurde für sich durch ein Ge belastet, während die beiden hinteren Walzen e Sattel trugen, der mit einem gemeinsamen an einem haken befindlichen Gewicht belastet war. Die verhä mäßig starken Vorgarnlunten verlangen zur Er dichung eines gleichmäßigen Verzuges und des ziehens der Andreher eine ziemlich starke Belastung Oberwalzen. Beim Wickeln einer Oberwalze muß die Spinnerin die betreffenden Zylinder absatteln. Arbeit, die besonders für das Entlasten der hint Walzen viel Kraft erfordert. Ein weiterer Übelstan Streckwerk der Vorspinnmaschine (Flyer) bestand bi in der Unmöglichkeit, eine Putzwalze für die beiden teren Unterzylinder anzubringen. An diesen bilden sehr rasch sogenannte Flugwinkel, Abb. 8, die vom Vorgarn mitgeführt werden und als lästige unreinigung in das Garn kommen.

Diese Mißstände werden durch eine zweckmäßige einfache Einrichtung behoben, Abb. 9. Sämtliche Oberwalzen a_1, a_2 und a_3 werden durch einen Bü belastet, der durch zwei Sättel c und c_1 den Druc gewünschter Weise auf die Zylinder ausübt. Diese ordnung erlaubt nun, für die beiden Unterzylinde und b_3 eine Putzwalze anzubringen. Das Absatteln schieht rasch und mühelos dadurch, daß die Spinn mit dem Finger den Sattel c an seiner hinteren Nase greift und nach links herüberklappt, wobei ihr die H übersetzung, die sich in diesem Sattel auswirkt, seh Hilfe kommt. Gleichzeitig senkt sich der Verbindu haken d_1 so weit, daß er auf der Unterlegscheibe m sitzt, wodurch d entlastet wird.

Diese Art Aufsattelung gestattet also das Absa aller drei Oberwalzen in einem Arbeitsgang. Eine

von beispielsweise 200 Spindeln läßt sich vor ..n Stillständen in wenigen Minuten entlasten, wo- das Leder der Oberwalzen sehr geschont wird. .. wurde an laufenden Maschinen festgestellt, daß der ausgleichenden Wirkung dieser Aufsattelung bis 70 vH der alten Gewichtbelastung notwendig . So genügt es bei Anwendung der neuen Auf- ..ng an bestehenden Maschinen, die vorher mit drei ..ngsgewichten arbeiteten, nur die beiden vorderen ..nte anzuhängen. Dadurch wird sowohl die Be- ..rng als auch die Faser geschont, und die Maschine ..t weniger Kraft. Ein weiterer Vorteil dieser Auf- ..ng liegt in der Verwendungsmöglichkeit einer ..eibersetzung unter der Zylinderbank.

..le Unterputzwalze bewirkt, daß die beiden hinteren ..ier vollkommen sauber bleiben und daß Störungen ..mitgerissene Flugwinkel niemals eintreten können, ..0. Zu erwähnen ist auch noch, daß das rasche ..ühelose Absatteln sich gleichfalls als wesentlicher .. beim Zylinderstellen und Großputzen auswirkt. Bei ..dung dieser Aufsattelung wiegt z. B. ein Mittelflyer ..0 Spindeln nahezu 1 t weniger. [B 2281]

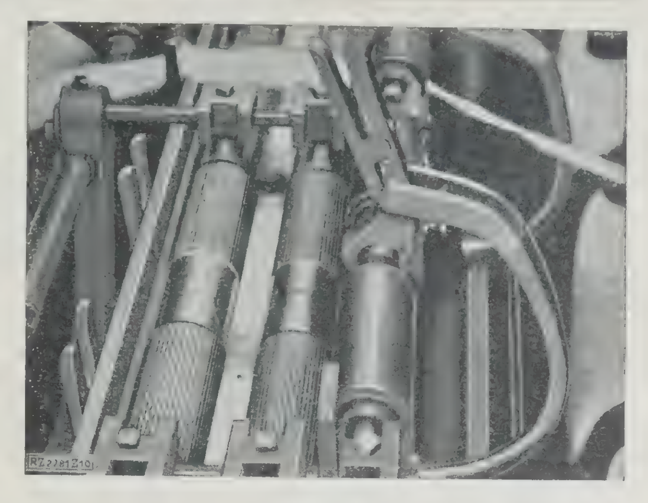


Abb. 10
Wirkung der Unterputzwalze.

Verbesserungen an Kammgarnkrempeln

Von Dr. FELIX HEMPEL, Dresden

..ug aus dem Vortrag in der Textiltagung des Vereines deutscher Ingenieure am 17. und 18. November 1928 in Stuttgart

..ie Entklettungsvorrichtung einer Kammgarnkrempel soll ..öglichst viel pflanzliche Verunreinigungen aus der Wolle ..ntfernen. Auf den Entklettungen älterer Bauart wurde ..ie Wolle nicht genügend verzogen. Entklettvorrichtungen ..euerer Bauart arbeiten mit hohem Verzug bei geeigneter ..usführung, Bauart und Anordnung der Walzen, so daß ..ie pflanzlichen Stoffe rasch, ohne Beschädigung der ..Volle, freigelegt und entfernt werden

..folge der gesunkenen Kaufkraft der meisten Ver- ..ier ist die deutsche Textilindustrie gezwungen, auch ..eringwertigere, also billigere Rohwollen zurück- ..fen. Die Nachfrage nach den feinen Geweben ist ..ordentlich gesunken.

..le zur Zeit wichtigste Aufgabe der Wollkämmerei ..o, aus den weniger edlen Rohwollen, die billiger im ..uf sind, ein Halbfabrikat zu liefern, das nicht nur ..ug auf Güte, sondern auch mengenmäßig dem Er- ..is aus den besten Wollen möglichst nahekommt.

.. der Kämmerei hat die Kammgarndoppel- ..pel eine der wichtigsten Aufgaben zu erfüllen. Sie ..icht nur die Wolle öffnen und gleichlegen, son- ..uch die Steinkletten, die Ringelkletten ..nstigen pflanzlichen Unreinigkeiten so weit wie nur ..ch entfernen und dabei doch den Anteil an Kämm- .. niedrig halten, keine Wolle mit den Kletten entfer- ..nd den Flug und Abfall auf ein Mindestmaß be- ..äken.

..iese Aufgabe fällt besonders der Entklett- ..richtung der Kammgarnkrempel zu. Die meisten ..ämmereien, die in der Verarbeitung fehlerfreier ..ehlerhafter Merino-Wollen auf derselben Krempel ..behindert sein wollen, verfügen über Krempeln mit ..kttung.

Die Entklettvorrichtung, wie sie bisher häufig verwendet wurde, Abb. 1, hat ihren Zweck bis zum Ausbruch des Krieges im großen und ganzen erfüllt. Aber bereits während des Krieges, als man mit den gefürchteten belgischen Matratzenwollen (Sormawollen) die vorher eingeführten Merino- und Crossbreedwollen ersetzen mußte, noch mehr aber nach dem Krieg und ganz besonders jetzt, seit man die vielen, gänzlich verkletteten Arten verarbeiten muß, haben sich jene Entklettvorrichtungen als nicht mehr wettbewerbfähig erwiesen.

Bei einer neuzeitlichen Entklettung ist der Rohstoff auf der Entklettvorrichtung insgesamt etwas mehr zu verziehen und besonders der Verzug zwischen dem ersten Briseur und den Speisewalzen bedeutend zu erhöhen, wodurch die Flocken lebhafter in den Beschlag eingesogen werden und keine Wolle durch den Schläger entfernt werden kann. Um die Wolle schon in der Einführung zwangläufig gerade zu richten und eine möglichst dünne Vorlage für den ersten Briseur zu schaffen, sind drei Paar Speisewalzen mit geringem gegenseitigen Verzug vorgeschaltet.

Die Wolle muß, damit man sie besser als bisher öffnen und lösen kann, möglichst rasch auf der Walze verteilt werden. Dazu dienen mehrere langsam laufende Verteil- oder Streckwalzen mit geeignetem Beschlag.

Die Briseure sind soweit wie möglich voneinander getrennt und dazwischen die Verteil- und Streckwalzen eingefügt, damit die Kletten unterwegs infolge des schonenden Verzugs genügend aus der Wolle gelöst und dann auf dem zweiten Briseur dem zweiten Klettenschläger möglichst lose und wollfrei dargeboten werden.

..ordere Speisezylinder
..ntere Speisezylinder
..igungsbürste
..st Klettenschläger
..st Briseur (Grobbriseur)
..kwalze
.. Übertragwalzen
.. angwalzen
..eer Briseur (Feinbriseur)
..ter Klettenschläger
..ambour
..liter
..ler
..as Fangwalze
..r Haupttambour

..hlenangaben in m/min
..en die Lieferung der
..treffenden Walze.

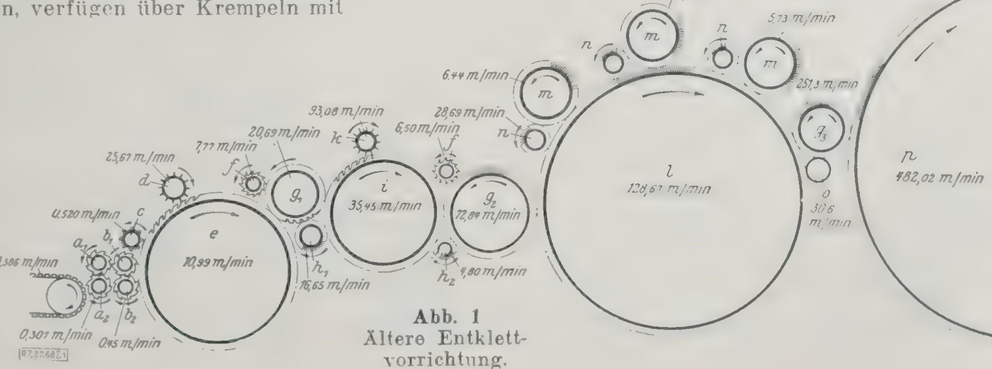


Abb. 1
Ältere Entklett-
vorrichtung.

Sämtliche Speisewalzen sind mit Sägezahndraht versehen, der infolge seines ganz bestimmten Neigungswinkels die Wolle sofort einzieht und hält, aber auch spielend leicht der folgenden Übertragwalze wieder abgibt. Die Klettenschläger laufen mit höheren Umlaufzahlen. Krempeln mit derartig verbesserten Entklettvorrichtungen sind bereits in der Praxis verbreitet und haben sich durchaus bewährt.

Das zwischen dem ersten und dem zweiten Briseur angeordnete Streckwerk, welches aus Streck- und Übertragwalzen und vor allem aus Verteilwalzen besteht, kann man ausführen:

A als Vortambour mit drei Arbeitern und drei Wendern mit vorgeschalteter und anschließender Übertragwalze, Abb. 2, oder

B als Streckwerk ohne Vortambour, bestehend aus einer großen Streckwalze in Verbindung mit vier bis fünf kleineren Streckwalzen mit anschließender Übertragswalze, Abb. 3.

Der Unterschied in der Arbeitsweise zwischen beiden Entklettvorrichtungen *A* und *B* besteht darin, daß auf der Vorrichtung *B* die Wolle nicht durch den Arbeiter zum Wender und von diesem zum Vortambour zurückläuft. Die Hechel- oder Streckwalzen wirken nämlich infolge des 2,7fachen Verzuges auf die durchgleitende Wolle mit ihren Nadeln zurückhaltend. Die Wolle wird also geöffnet, verteilt und gestreckt, weshalb man das Hechelwerk als Streckwerk ansehen kann.

Infolge des hohen 70 bis 90fachen Verzuges zwischen dem dritten Speisewalzenpaar und dem ersten Briseur wird bereits hier die Wolle gut vorgelöst und werden Kletten ausgeschieden, die zu etwa 40 vH von dem ersten Klettenschläger entfernt werden. Das Hechelwerk öffnet die Wolle in kleine und kleinste Faserbüschel schnell weiter. Die fünf Streckorgane auf der großen Hechelwalze breiten die Faserschichten rasch aus, so daß die restlichen Kletten schnell freigelegt und sorgfältig von Wolle befreit werden. Hier findet eine gänzliche Trennung zwischen Kletten- und Fasermasse statt. Schließlich nimmt der zweite Feinbriseur die entkletteten dünnen Faserschichten in seinem Beschlag auf, während die restlichen Kletten auf dem Sägezahnbesatz abgelagert und zu etwa 50 vH vom zweiten Schläger abgekämmt werden.

Neben der veränderten, verbesserten Walzenanordnung spielt der Beschlag der Briseure und des Hechelwerkes eine Rolle. Damit die Wolle nicht unnötig und daher schädigend auf Zug beansprucht wird, wurde die angreifende Sägezahndrahtfläche bei dem ersten Briseur um die Hälfte vermindert, dadurch, daß man zwischen jede Windung Sägezahndraht eine Windung glatten Draht 1 bis 2 mm tiefer liegend einfügte. Im Vergleich zu sämtlichen früheren Vorreißerarten ist das Zwischenschalten einer Streckanlage zwischen dem ersten und zweiten Briseur vollständig neu.

Die schonende Streckwirkung des Hechelwerkes beruht auf dem geringen Verzug zwischen diesen Streckwalzen und dem Hecheltambour, auf der weiten Stellung zwischen Oberwalzen und Unterwalze, der großen seitlichen Entfernung von Nadelspitze zu Nadelspitze und der geringen Neigung der Nadeln (Grundwinkel 75 °).

Die bessere Vorauflösung der Wolle ermöglicht es, die Drahtwindungen des zweiten Briseurs eng aneinander zu legen, die Ausstanzung zwischen zwei

RZ2268Z2

Abb. 2
Neuere Entklettvorrichtung *A* für Doppelkrempeln

a Speisewalzen
b Reinigungsbürste
c Vorbriseur (Grobbriseur)
d erster Klettenschläger
e_1, e_2 Übertragbürstenwalze
e_3 Übertragwalze
f_1, f_2 Fangwalze
g Vortambour
h Arbeiter an *g*
i Wender an *g*
k Feinbriseur
l zweiter Klettenschläger
m Haupttambour
Arbeiter an *m*
o Wender an *m*

Zähnen auf 0,5 mm zu vermindern und den Gr… winkel des Sägezahndrahtbesatzes scharf zu n… (Neigungswinkel = 24 °), ohne dabei die Wolle im… ringsten zu beanspruchen. Diese wird hemmungslo… Beschlag aufgenommen, während die meisten von Fa… befreiten pflanzlichen Reste sich auf die Oberfl… des Beschlags legen, wegen der engen Raumverhältn… nicht eindringen können und so dem Messer des sc… laufenden zweiten Klettenschlägers, dem man ohne… denken 1400 U/min erteilen kann, nicht entgehen.

Zum Schluß sei noch auf einige grundsätzliche … besserungen an den Krempeln selbst hingewiesen.

1. Alle Wender sollen möglichst mit Krempel… scheiben versehen sein, um zu verhindern, daß durch… hohen Drehzahlen die Wickelbildung an den We… zapfen zu stark wird; denn es ist häufig festge… worden, daß gerade in den Wenderwickeln noch … lange, gute Wolle enthalten ist, die beim Putzen m… den Flug gerät und dadurch verloren geht.

2. Alle Volants sind am besten mit völlig eng … genden Blechhauben zu umschließen, um eine Stau… scheidung in den Raum auf die Walzen und das F… material durchaus zu vermeiden.

3. Bei der Verarbeitung klettiger Wollen sind… Klettenschneidvorrichtungen von *Harml* und *Offer…* unentbehrlich. Es kommt immer wieder vor, daß … gerissene lange, schraubenförmige Ringelkletten… Krempelband enthalten sind, die man in diesem Zus… auf dem Kammstuhl nicht entfernen kann. Diese Kl… werden von den genannten Vorrichtungen zertrüm… und in kleine Stücke geschnitten, die dann durch F… und Festkamm des Kammstuhles zurückgehalten we…

Die Entklettvorrichtung nach Abb. 3 wird … letzten Endes besser bewähren als die nach Abb. 2; … bei der Entklettung *A* wird man öfter die Besch… des Vortambours, der Arbeiter und Wender wech… müssen, weil die pflanzlichen Stoffe infolge der i… gebotenen großen Oberfläche diese Walzen anfüllen… hierbei die Nadeln beschädigen. In solchen mit Kletten angefüllten Bezügen werden auch die Wollhaare sehr beansprucht. [B 2268]

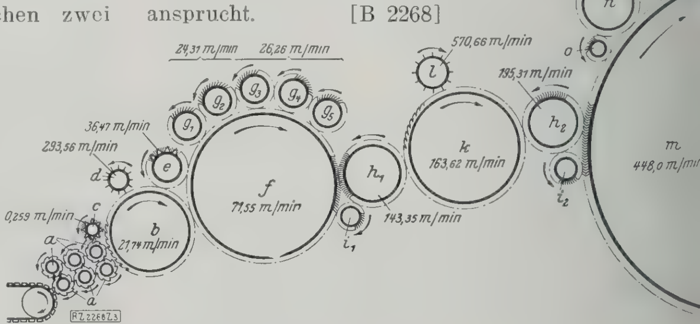


Abb. 3
Neuere Entklettvorrichtung *B* für Doppelkrempeln.

a Speisewalzen
b erster Briseur (Grobbriseur)
c Reinigungsbürste
d erster Klettenschläger
e Übertragbürste
f Hecheltambour
g_1, g_2, g_3, g_4, g_5 Hechelwalzen
h_1, h_2 Übertragwalzen
i_1, i_2 Fangwalzen
k zweiter Briseur (Feinbriseur)
l zweiter Klettenschläger
m erster Haupttambour
n Arbeiter an *m*
o Wender an *m*

Die Zahlenangaben in m/min bedeuten die Lieferung der betreffenden Walze.

Gleitwiderstände in Fadenführungen

Von WALTER KRUMME, Ronsdorf

Nach ihrer Wirkungsweise werden die Fadenleitmittel eingeteilt in rollende Führungen und in Gleitführungen. Die Widerstände der Gleitführungen werden näher untersucht und Formeln zur Bestimmung ihrer Größe aufgestellt. Versuche zeigen die Abhängigkeit des Reibungswiderstandes von der Größe der Fadenspannung, dem Umspannungsbogen, der Fadengeschwindigkeit und von dem Stoff der Fäden und ihrer Führungen.

all, wo Einzelfäden verarbeitet werden, dienen Fadenhrungen dazu, durchlaufende Fäden in der erforder- Richtung weiterzuleiten. Man unterscheidet zwei von Fadenführungen:

ührungen, auf denen sich die durchlaufenden Fäden wickeln (Leitrollen usw.);

ührungen, auf denen die durchlaufenden Fäden glein (Führungsaugen usw.).

llende Fadenführungen haben einen geringeren Reiiderstand als Gleitführungen. Trotz dieses Vorwerden sie aber nur selten benutzt, und zwar wegen rößeren Raumbedarfes und ihrer größeren Herstelosten gegenüber den Gleitführungen. Gleitführunrden vorzugsweise aus Stahl, Porzellan und Glas ellt. Schaftlitzen in Webstühlen haben neben Stahlauch aus Baumwollgarn gebildete Führungsaugen. bildungen 1 bis 4 veranschaulichen Teile aus Textilhen, die mit verschiedenartigen Gleitführungen aussind.

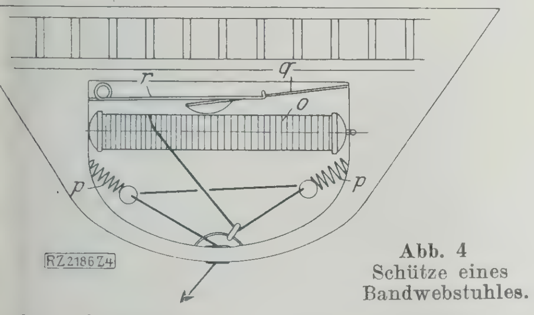


Abb. 4
Schütze eines Bandwebstuhles.

o pule p Schraubenfedern q Krücke r Blattfeder

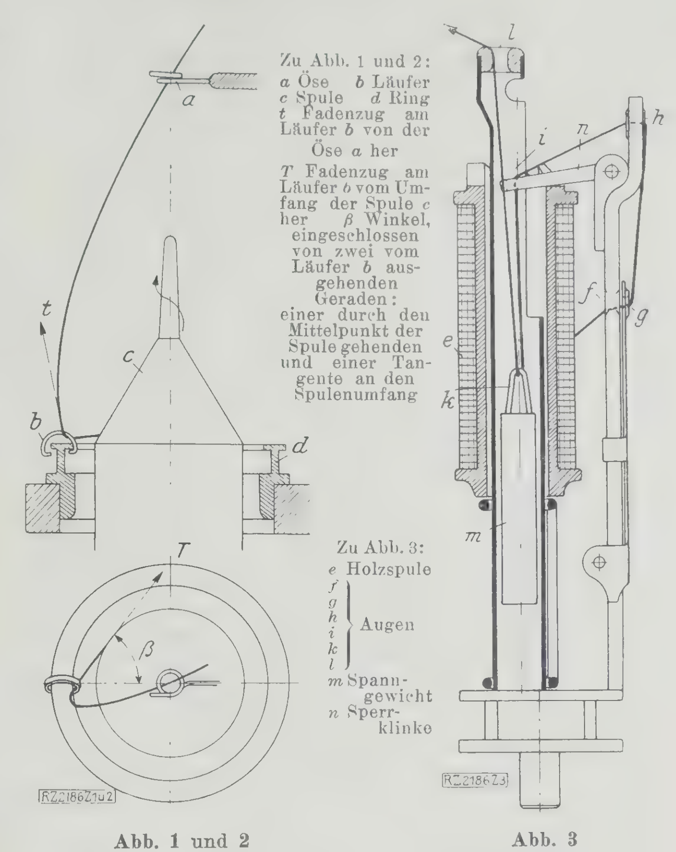


Abb. 1 und 2
Läufer einer Ringspinnmaschine.

Abb. 3
Klöppel einer Flechtmaschine.

Be Ringspinnmaschinen läuft der vom Streckwerk nde Faden durch die über der Spindelmitte liegende , Abb. 1. Dann wird er durch den steigbügelförmigen e b gezogen und zur Spule c geleitet. Der durchgezoden führt den Läufer im Kreise auf dem Ring d Das Fadenstück zwischen Läufer und Öse wird durch aft nach außen gezogen (Ballon), erfährt aber, in Grundriß, Abb. 2, gezeichnet ist, durch den Luftand noch eine seitliche Ausbiegung. Die Fadenng beim Wickeln wird von dem Reibungswiderstand en Faden und Läufer beeinflußt.

A. 3 zeigt den Klöppel einer Flechtmaschine. Der de Holzspule e ablaufende Faden wird der Reihe nach ie Augen f, g, h, i, k und l geführt. Durch die vier Augen gleitet der Faden nur dann, wenn die Sperre vom Spanngewicht m hochgehoben und die Spule renabgabe freigegeben wird. Sonst gleitet nur lenstück i–k in dem Auge k des Spanngewichtes durch Auf- und Absteigen die durch die Fortbewer Klöppel in wellenförmigen Bahnen auftretenden niede in den freien Längen der Fäden ausgleicht, e entsprechendes Fadenstück in dem Auge l des pkopfes.

Be den Schützen eines Bandwebstuhles, Abb. 4, wird o der Spule o ablaufende Faden durch kleine Schraun p in Spannung gehalten. Die Anfangsspannung ens wird durch eine Bremse, die Krücke q, hervorfe die mittels der Feder r gegen die Spule o gedrückt

Inlge des Reibungswiderstandes zwischen Faden und ug wird die Spannung im Faden erhöht. Um diese rerung der Spannung klein zu halten, legt man möglichst wenig Krümmungen in den Fadenweg. Nur in denjenigen Fällen, in denen die Fadenleitmittel auch als Bremse wirken sollen, führt man die Faden in Zickzacklinien.

Bestimmung des Reibungswiderstandes

Wird ein biegsamer Faden um einen Zylinder geschlungen und darüber hinweggezogen, so wird infolge der Reibung zwischen Faden und Zylinder die Spannung S_1 in dem ablaufenden Fadenende größer als die Spannung S_2 im auflaufenden Fadenende. Zwischen den beiden Spannungen bestehen bekanntlich die Beziehungen:

$$\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu\,\alpha} \qquad (1),$$

worin e die Grundzahl der natürlichen Logarithmen, μ die Reibungszahl zwischen Faden und Zylinder und α den Umspannungsbogen $\left(\alpha = 2\,\pi\,\frac{\alpha^\circ}{360^\circ}\right)$ bedeutet.

Wird ein Faden, Abb. 5, in Pfeilrichtung a über einen Zylinder b unter einem Umschließungswinkel α_1 fortbewegt, so ist

$$S_1 = S_2\, e^{\mu_1 \alpha_1} \qquad (2).$$

Da der Faden noch um einen zweiten Zylinder c unter dem Winkel α_2 geschlungen ist und auch über diesen gleitet, hat S_2 die Größe

$$S_2 = S_3\, e^{\mu_2 \alpha_2} \qquad (3).$$

Gleichung (3) in Gleichung (2) eingesetzt gibt:

$$S_1 = S_3\, e^{\mu_1 \alpha_1 + \mu_2 \alpha_2} \qquad (4).$$

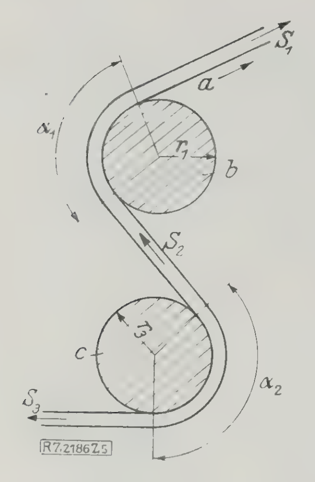


Abb. 5
Spannungen in einem über zwei Führungen geleiteten Faden.

a Richtung des ablaufenden Fadens
b, c Fadenführungen
S_1 Fadenspannung hinter den Führungen
S_2 Fadenspannung zwischen den Führungen
S_3 Fadenspannung vor den Führungen
r_1 Krümmungshalbmesser der Führung b
r_3 Krümmungshalbmesser der Führung c
α_1 Umspannungsbogen des Fadens um die Führung b
α_2 Umspannungsbogen des Fadens um die Führung c

Zumeist ist die Reibungszahl μ_1 gleich der Reibungszahl μ_2. Man kann auch setzen: $\alpha_1 + \alpha_2 = \alpha$ und $\mu_1 + \mu_2 = \mu$. Gl. (4) erhält dann die einfache Form

$$S_1 = S_3\, e^{\mu\,\alpha} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5).$$

In diesen Formeln ist die innere Reibung der Fäden vernachlässigt. Die nachfolgend beschriebenen Versuche geben Aufschluß darüber, in welchem Umfang der Aufwand zur Überwindung der Steifigkeit des Fadens die Fadenspannung beeinflußt.

Versuche zur Bestimmung der Haftreibung

Es wurden die Versuchsanordnungen nach Abb. 6 und 7 benutzt. Bei der Anordnung 1 nach Abb. 6 steht der Führungsstab fest, der zu prüfende Faden, dessen auflaufendes Ende mit einem Gewicht belastet und dessen ablaufendes Ende an eine Federwaage geknotet ist, wird langsam von Hand abgezogen.

Bei der Versuchsanordnung 2 nach Abb. 7 ruht der Faden, der Führungsstab wird langsam gedreht. Die Spannung S_2 im auflaufenden Ende des Fadens ist gleich der Schwere des Spanngewichtes. Der Ausschlag der Federwaage gibt die Spannung S_1 im ablaufenden Fadenende an. Um möglichst genaue Werte zu erhalten, wurden drei Waagen mit den Meßbereichen 10 bis 60, 50 bis 150, 100 bis 250 g benutzt.

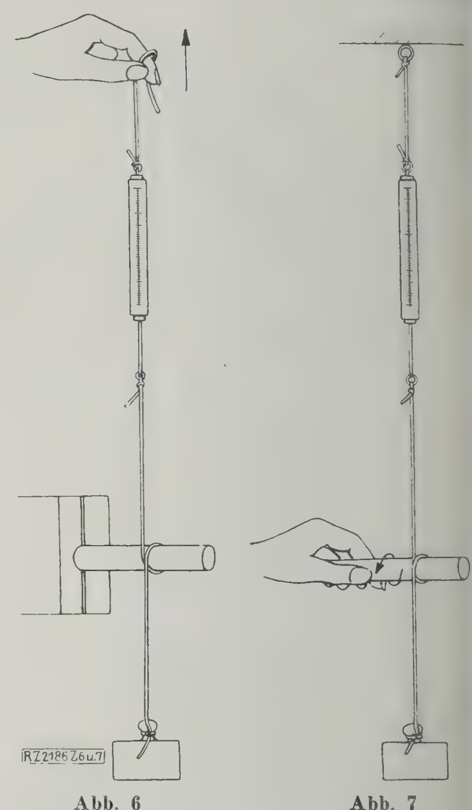


Abb. 6
Versuchsanordnung 1 mit bewegtem Faden zur Bestimmung der Fadenreibung einschl. der inneren Reibung.

Abb. 7
Versuchsanordnung 2 mit unbewegtem Faden zur Bestimmung der Fadenreibung.

Die Versuche nach Abb. 1 liefern Werte, die s
von der Fadenreibung wie auch von der inneren R
des Fadens abhängen. Da bei der Versuchsanordn
der Faden stillsteht und infolgedessen die Fadenstei
der Bewegung nicht entgegen wirkt, ist die innere R
ausgeschaltet. Allerdings sind die Versuchsergebnisse

Zahlentafel 1. Ermittlung der Fadenspannungen nach der Anordnung 1 (Abb. 6).

Faden	Fadenführung: Führungsstab Werkstoff	Fadenführung: Krümmungshalbmesser r mm	0,5 π: S_2 g	0,5 π: S_1 g	0,5 π: $\frac{S_1}{S_2}$ g	1 π: S_2 g	1 π: S_1 g	1 π: $\frac{S_1}{S_2}$ g	1,5 π: S_2 g	1,5 π: S_1 g	1,5 π: $\frac{S_1}{S_2}$ g	2 π: S_2 g	2 π: S_1 g
60/2 Glanzgarn	polierter Stahl	1	10	11,5	1,15	10	13	1,3	10	18	1,8	10	25
			20	22	1,15	20	27	1,35	20	37	1,85	20	48
			50	61	1,22	50	71	1,42	50	90	1,8	50	104
			80	95	1,19	80	110	1,37	80	130	1,62	80	165
60/2 Glanzgarn	polierter Stahl	2,5	10	12	1,2	10	14	1,4	10	19	1,9	10	27
			20	24	1,2	20	28	1,4	20	39	1,95	20	54
			50	62	1,22	50	74	1,47	50	100	2	50	124
			80	99	1,23	80	116	1,45	80	160	2	80	186
8/2 Baumwolle	polierter Stahl	1	10	11,5	1,15	10	13	1,3	10	18	1,8	10	26
			20	24	1,2	20	25	1,25	20	40	2	20	55
			50	65	1,3	50	70	1,4	50	95	1,9	50	119
			80	100	1,25	80	118	1,47	80	100	2	80	198
60/2 Glanzgarn	glasiertes Porzellan	9	10	11	1,1	10	14	1,4	10	18	1,8	10	25
			20	23	1,15	20	26	1,3	20	36	1,8	20	48
			50	62	1,24	50	71	1,42	50	98	1,96	50	118
			80	98	1,23	80	115	1,43	80	148	1,85	80	180
300 Den. Kunstseide	glasiertes Porzellan	9	10	12	1,2	10	14	1,4	10	24	2,4	10	32
			20	24	1,2	20	30	1,5	20	42	2,1	20	70
			50	70	1,4	50	84	1,68	50	124	2,48	50	155
			80	110	1,37	80	140	1,75	80	190	2,36	80	240
8/2 Baumwolle	glasiertes Porzellan	9	10	13	1,3	10	20	2	10	23	2,3	10	37
			20	24	1,2	20	30	1,5	20	44	2,2	20	60
			50	65	1,3	50	80	1,6	50	110	2,2	50	138
			80	105	1,31	80	121	1,5	80	165	2.05	80	200

ständig unabhängig von der Steifigkeit der Fäden, da kleinem Krümmungshalbmesser der Führung der n je nach seiner Steifigkeit mehr oder weniger stark n den Führungsstab gepreßt wird.

Mit der Versuchsanordnung 1 wurden polierte Stahl- mit kreisförmigem Querschnitt und einem Krüm- rshalbmesser von 1 und 2,5 mm geprüft, ferner ein gla- er Porzellanstab mit 9 mm Krümmungshalbmesser. Fäden bestanden aus 60/2 Glanzgarn, 8/2 Baumwolle 300 Den. Kunstseide. Belastet wurden die Fäden mit 20, 50 und 80 g. Der Umspannungsbogen α hatte röße: 0,5 π, 1 π, 1,5 π und 2 π. Die Zahlentafel 1 gibt uchsergebnisse wieder.

ngigkeit des Reibungswiderstandes von dem Krümmungshalbmesser der Führung

Die Ergebnisse der Versuche in Zahlentafel 1 lassen ruten, daß der Reibungswiderstand mit größer werden- n Krümmungshalbmesser der Führung zunimmt, liegen die Werte $\frac{S_1}{S_2}$ für den Stahlstift mit $r = 2{,}5$ mm alle denjenigen des Stahlstiftes mit $r = 1$ mm. Um über Zusammenhänge sicheren Aufschluß zu erhalten, len noch weitere Versuche mit einem Porzellanstift, mm, gemacht. Es zeigte sich, daß die hierbei ge- nenen Werte den Werten des Porzellanstiftes mit mm vollständig gleich waren.

Sodann wurden zwei Stahlstifte mit den Halbmessern 2,5 mm und 4,5 mm, die verschieden große Reibungs- e zeigten, nochmals sorgfältig poliert. Danach wiesen Stifte den gleichen Widerstand auf. Daraus ergibt daß die Abweichung in der Zahlentafel 1 nicht auf Unterschied der Krümmungshalbmesser, sondern auf verschiedene Oberflächenbeschaffenheit der Führun- zurückzuführen ist.

Abhängigkeit des Reibungswiderstandes von der Steifigkeit der Fäden

Die Werte der Kurve a, Abb. 8, wurden nach der Ver- suchsanordnung 1, Abb. 6, diejenigen der Kurve b nach Versuchsanordnung 2, Abb. 7, festgestellt. Die Ab- eichung zwischen den Werten der beiden Kurven ist, wie oben angegeben, auf die Steifigkeit des Fadens zu- rückzuführen. Beim Versuch wurde ein Stahlstift mit dem messer 1 benutzt. Wählt man einen Stift mit größe- n Krümmungshalbmesser, so wird die Abweichung zwi- n den Werten der beiden Kurven a und b kleiner.

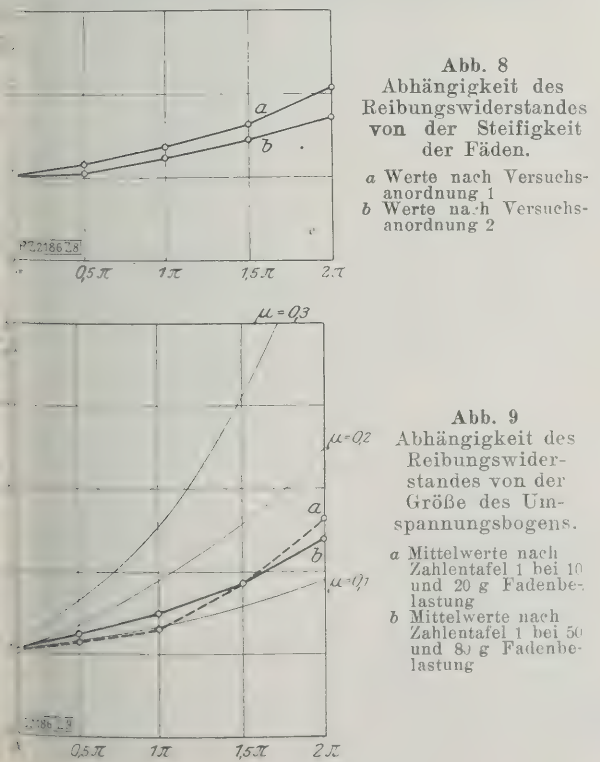


Abb. 8 Abhängigkeit des Reibungswiderstandes von der Steifigkeit der Fäden.

a Werte nach Versuchsanordnung 1
b Werte nach Versuchsanordnung 2

Abb. 9 Abhängigkeit des Reibungswiderstandes von der Größe des Umspannungsbogens.

a Mittelwerte nach Zahlentafel 1 bei 10 und 20 g Fadenbelastung
b Mittelwerte nach Zahlentafel 1 bei 50 und 80 g Fadenbelastung

Die Steifigkeit des Fadens ist noch auf einem anderen Wege festzustellen. Zeigen sich in der folgenden Untersuchung Abweichungen in der Größe des Reibungswiderstandes bei verschieden großem Umspannungsbogen von den nach den Gesetzen der Seilreibung ermittelten Werten, so sind diese Abweichungen auf die innere Fadenreibung zurückzuführen.

Abhängigkeit des Reibungswiderstandes von der Größe des Umspannungsbogens

Diese Abhängigkeit ist in Abb. 9 dargestellt. Für die Werte $\mu = 0{,}1$, 0,2 und 0,3 sind die Kurven $\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu\alpha}$ eingezeichnet, ferner mit größerer Strichstärke die Mittelwerte aus Zahlentafel 1 für die Stahlstäbe mit $r = 1$ mm und $r = 2{,}5$ mm. Die gestrichelte Linie a gibt die Mittelwerte der Reibung der mit 10 und 20 g und die Linie b die Mittelwerte des Widerstandes der mit 50 und 80 g belasteten Fäden wieder. Ein Vergleich der beiden Kurven a und b läßt erkennen, daß die stark belasteten Fäden nicht wesentlich von der Kurve $\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu\alpha}$ abweichen, daß dagegen die nur mit 10 und 20 g belasteten Fäden bei einem größeren Umschließungswinkel als π einen größeren Reibungswiderstand haben, als es das Gesetz der Seilreibung erwarten läßt.

Ältere Versuche zur Bestimmung des Reibungswiderstandes

Über Reibungsversuche an Ringspindeln wird in der Abhandlung von Prof. *R. Escher*, Zürich, „Theorie der Ringspindel"[1]) berichtet. Zur Bestimmung des Reibungswiderstandes zwischen Faden und Läufer, und zwar unter Berücksichtigung des Einflusses des Winkels β, Abb. 1, wurde eine Versuchsanordnung nach Abb. 10 benutzt.

Der Läufer a ist am unteren Ende eines hölzernen Wirbels b befestigt, der in dem Gestellteil c drehbar eingesteckt ist. Mittels einer mit Teilung versehenen Scheibe d, die am Wirbel befestigt ist, kann man dessen Stellung gegen einen festen Zeiger e bestimmen.

Der zu prüfende Faden wurde durch den Läufer gezogen und an einem Ende mit dem Gewicht t belastet. Das andere Ende wurde über eine leicht laufende Rolle f geleitet und dann so lange mit Gewicht belastet, bis der Faden ins Gleiten kam. Durch Drehung des Wirbels b konnte jeder beliebige Wert von β eingestellt werden. Es ergab sich, daß bei $t = 10$ g das Verhältnis $\frac{t}{T} = \varphi$ durch die Formel $\varphi = \frac{1}{2 - 0{,}4 \sin\beta}$ ausgedrückt werden kann, so daß

für $\beta = 0°$ $\varphi = 0{,}5$
und für $\beta = 90°$ $\varphi = 0{,}625$

wird. Für zweimalige Umschlingung sind die ausgeglichenen Ergebnisse in Abb. 11 zusammengestellt.

[1]) „Zivilingenieur" Bd. 29 (1883) S. 448.

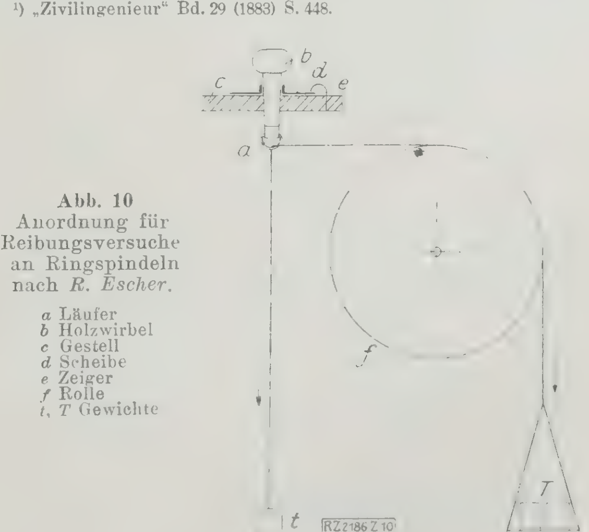


Abb. 10 Anordnung für Reibungsversuche an Ringspindeln nach *R. Escher*.

a Läufer
b Holzwirbel
c Gestell
d Scheibe
e Zeiger
f Rolle
t, *T* Gewichte

Diese Werte stimmen gut mit den von Brown, Boveri & Cie., A.-G., Mannheim, angestellten Versuchen überein[2]). Danach ist die Fadenspannung zwischen Spule und Läufer im Mittel gleich der doppelten Spannung am unteren Ballonende.

Über die Reibungswiderstände in Klöppeln, Abb. 3, hat Dr. *Keunecke*[3]) Untersuchungen angestellt. Da der Umschlingungswinkel des Flechtfadens um das Führungsauge des Spanngewichtes immer gleich π bleibt und der Einfluß der Belastung Q des Spanngewichtes auf die Fadenspannung ermittelt werden sollte, herrscht in dem senkrecht nach oben bewegten Fadenende die Spannung $S_1 = \frac{Q}{2}\mu_1$, wobei μ_1 den Faktor für die durch Reibung im Auge des Spanngewichtes entstehende Vergrößerung der Fadenspannung gegenüber dem durch die Belastung Q hervorgerufenen Sollwert darstellt. In dem andern Fadenschenkel wird die Spannung um den entsprechenden Wert vermindert, und da $S_1 + S_2 = Q$ ist, erhält man: $S_2 = \frac{Q}{2}(2 - \mu_1)$. Diese Formeln gelten für die Aufwärtsbewegung. Bei entgegengesetzter Bewegung verhalten sich die Spannungen umgekehrt. Man kann nun eine Federwaage an das freie Fadenende anhängen und dann die beim Herausziehen und Wiedernachlassen des Fadens auftretenden Zugspannungen messen. Von dem Ergebnis der Messungen werden hier nur die Werte für die Aufwärtsbewegung des Fadens wiedergegeben:

Belastung $\frac{Q}{2}$ =	5	10	15	20	25	35	45	50	60	75	85	g
Zugspannung S_1 =	10	16	21	32	37	54	70	80	86	106	116	,,
$\frac{S_1}{Q/2} = \mu_1$ =	—1,6	1,4	1,6	1,48	1,52	1,54	1,6	1,44	1,42	1.36		

Bestimmung des Reibungswiderstandes während der Bewegung der Fäden

Um die Abhängigkeit des Reibungswiderstandes von der Fadengeschwindigkeit festzustellen, wurde die in Abb. 12 dargestellte Versuchsanordnung benutzt. Das zu prüfende Garn gleitet als endloser Faden f über zwei feste Führungsstellen a und b. Zwischen den Führungsstellen wird das mit einem Gewicht g belastete Fadenauge c eingehängt. Der Faden f wird von der Rolle d angetrieben.

Unter dem Einfluß des Gewichtes g bildet das zwischen den festen Führungsaugen a und b befindliche Fadenende ein Dreieck, dessen Spitze bei stillstehendem Faden von a und b gleich weit entfernt ist. Wird der Faden angetrieben, so beschreibt die Dreieckspitze je nach der Bewegungsrichtung nach links oder rechts eine elliptisch gekrümmte Bahn, bis ein neuer Gleichgewichtszustand erreicht ist. Der Ausschlag, den man an einer Einteilung ablesen kann, ist ein Maßstab für den Spannungsunterschied S_1/S_2. Der Faden wurde von einem Handspulrad, Abb. 13, angetrieben. Dieser Handantrieb hat den Nachteil, daß Unterschiede in den Fadengeschwindigkeiten auftreten können;

[2]) Veröffentlichung 175a der Firma.
[3]) „Einfluß der Beschleunigung und Reibung auf die Fadenspannung bei Spitzenklöppelmaschinen", Doktorarbeit, Braunschweig 1928.

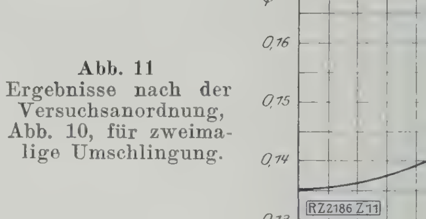


Abb. 11
Ergebnisse nach der Versuchsanordnung, Abb. 10, für zweimalige Umschlingung.

der leichte Gang des Rades und sein verhältnismäßig gro[ßes] Gewicht gewährleisten aber trotzdem die notwendige Glei[ch]förmigkeit der Bewegung. Der Handantrieb bietet d[en] Vorzug, daß die Geschwindigkeit ohne Stöße verursach[en]des Schalten beliebig geändert werden kann.

Zur Berechnung der Reibungsziffer sei folge[nde] Überlegung angestellt:

Nach der Lehre über das Kräfteparallelogram[m] herrscht in dem kürzeren Fadenende e, Abb. 14, die Spa[n]nung

$$S_1 = \frac{S_2 \sin\gamma}{\sin\beta}.$$

Nimmt man in dem längeren Fadenende d die Spannu[ng] $S_2 = 1$ an, dann wird:

$$S_1 = \frac{\sin\gamma}{\sin\beta} \quad \ldots\ldots\ldots$$

Die Länge der durchhängenden Fadenstrecke sei [l,] dann ist: $d + e = l$, ferner $c^2 = d^2 - a^2$ und $c^2 = e^2 -$ [b^2,] somit $d^2 - a^2 = e^2 - b^2$. Für die Seiten d und e erh[ält] man dann die Gleichungen:

$$d = \frac{l^2 + a^2 - b^2}{2\,l} \quad \ldots\ldots\ldots$$

und

$$e = l - \frac{l^2 + a^2 - b^2}{2\,l} \quad \ldots\ldots$$

Ferner ist

$$\frac{a}{d} = \sin\gamma \quad \text{und} \quad \frac{b}{e} = \sin\beta \quad \ldots\ldots$$

Werden die Winkelfunktionen von Gl. (6) durch d[ie] diesen entsprechenden Seiten ersetzt, dann wird

$$S_1 = \frac{a}{b}\left(\frac{2\,l^2}{l^2 + a^2 - b^2} - 1\right). \quad \ldots\ldots (1$$

Bezeichnet man die Summe $a + b = m$ und setzt für a d[en] Wert $m - b$ ein, dann erhält man:

$$S_1 = \left(\frac{m}{b} - 1\right)\left(\frac{2\,l^2}{l^2 + m^2 - 2\,m\,b} - 1\right) \quad \ldots\ldots (1$$

Nach Gl. (1) war $\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu\alpha}$, für $S_2 = 1$ ist

$$S_1 = e^{\mu\alpha}; \quad \mu\alpha = \ln S_1$$

und

$$\mu = \frac{1}{\alpha}\ln S_1 \quad \ldots\ldots\ldots (1$$

Ersetzt man S_1 durch die rechte Seite von Gl. (11), dann i[st]

$$\mu = \frac{1}{\alpha}\ln\left(\frac{m}{b} - 1\right)\left(\frac{2\,l^2}{l^2 + m^2 - 2\,m\,b} - 1\right) \quad \ldots (1$$

Der Umspannungsbogen hat die Größe

$$\alpha = \frac{180° - (\gamma + \beta)}{180°}\pi \quad \ldots\ldots (1$$

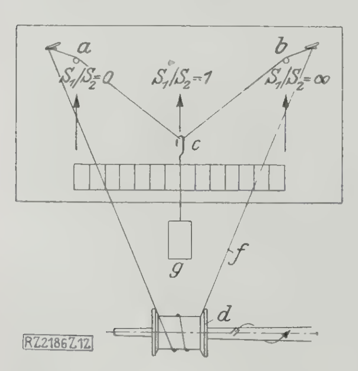
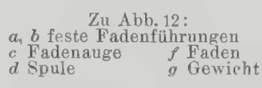


Abb. 12
Versuchsanordnung zur Bestimmung des Reibungswiderstandes während der Bewegung der Fäden.


Zu Abb. 12:
a, b feste Fadenführungen
c Fadenauge — f Faden
d Spule — g Gewicht

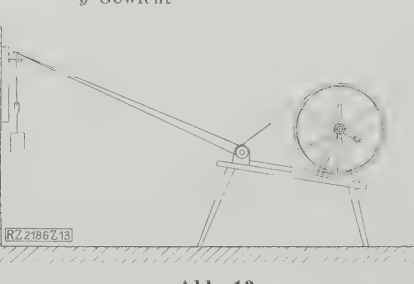


Abb. 13
Ansicht der Versuchsanordnung nach Abb. 12.

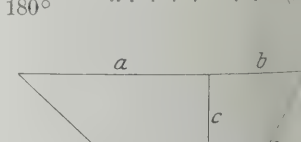


Abb. 14
Kräfteparallelogramm für die Versuchsanordnung nach Abb. 12.

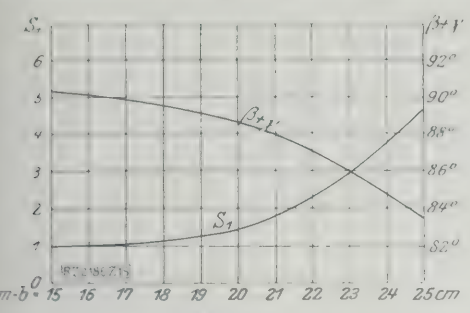


Abb. 15
Werte von S_1 nach Gleichung (11) für $a+b=m=30$ und $c=15$ cm und Werte der dazu gehörenden Winkel $\gamma+\beta$.

Für die Werte $a+b=30$ cm, $c=15$ cm sind in 15 die Werte von Gl. (11) und die in Graden aus- ckten Winkel $\gamma+\beta$ eingezeichnet. Einige Ergebnisse ersuche sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt und bb. 16 gezeichnet.

lentafel 2. Abhängigkeit des Reibungs- erstandes μ von der Fadengeschwindigkeit; vergl. a. Abb. 16.

t des Fadens	Fadengeschwindigkeit v m/s	$\mu =$ glasiertes Porzellan $r = 2$ mm	Glas $r = 2$ mm	polierter Stahl $r = 1{,}75$ mm
2 Glanzgarn	0	0,15	0,14	0.15
	0,15	0,18	0,15	0,19
	0,3	0 21	0,16	0,23
	0,6	0 22	0,17	0,26
	0,9	0,23	0,18	0,27
Baumwolle	0	0,18	0,18	0,27
	0,15	0 23	0,23	0.35
	0,3	0.25	0,25	0,43
	0,6	0,3	0,3	0,50
	0,9	0,31	0,31	0,53

r = Krümmungshalbmesser

ie Versuche lassen erkennen, daß die Reibung mit mender Geschwindigkeit zunächst schnell und dann r langsamer ansteigt. Bei 1 m/s Fadengeschwindig- it hat der Reibungswiderstand seinen Höchstwert an- ert erreicht.

ie beschriebene Versuchsanordnung wurde von *eunecke* in der schon genannten Dissertation in ab-

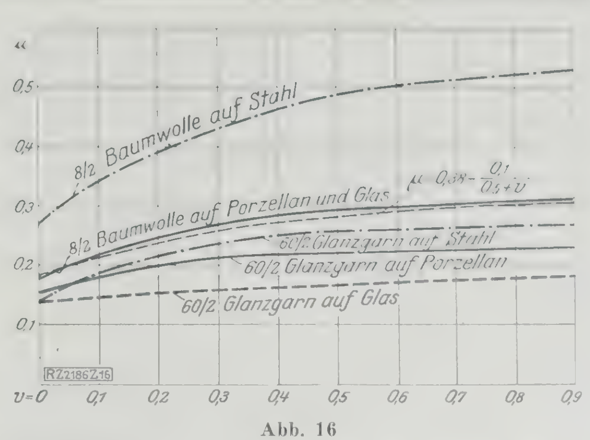


Abb. 16
Ergebnisse der Versuche nach der Anordnung, Abb. 12.

geänderter Form benutzt. Die Anordnung wurde so geändert, daß an Stelle der beiden Führungsstellen a und b, Abb. 12, eine einzige größere Schnurscheibe verwendet wurde, welche gleichzeitig als Antrieb diente, Abb. 17 und 18. Beim Versuch wurde die Schnurscheibe in eine Drehbank gespannt und mit veränderlicher Geschwindigkeit angetrieben. Dabei wandert das Fadenauge um einen bestimmten Betrag x zur Seite, der an einem Maßstab abgelesen werden kann. Diese Versuchsanordnung hat den Vorteil, daß die Länge der beiden Fadenschenkel stets gleich bleibt und ebenso der Umschlingungswinkel für das Fadenauge. Der Ausschlag x gibt dann bei entsprechender Eichung unmittelbar ein Maß für die Reibungszahl μ.

Die mathematische Beziehung zwischen x und μ ergibt sich nach den Abb. 17 und 18 aus folgender Betrachtung: Bei Drehung der Schnurscheibe im Sinne des Pfeiles bewegt sich das Gewicht Q um den Wert x so weit nach links, bis wieder Gleichgewicht zwischen den Kräften eingetreten ist. In dem gezeichneten Kräftedreieck verhält sich dann nach dem Sinussatz

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\sin(\beta+\varphi)}{\sin(\beta-\varphi)} \quad (15);$$

nach Gl. (1) ist

$$\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu\alpha} = \frac{\sin(\beta+\varphi)}{\sin(\beta-\varphi)},$$

daraus folgt

$$\mu = \frac{1}{\alpha}\ln\frac{\sin(\beta+\varphi)}{\sin(\beta-\varphi)}$$
$$= \frac{1}{\alpha}\ln\frac{\sin\beta\cos\varphi+\cos\beta\sin\varphi}{\sin\beta\cos\varphi-\cos\beta\sin\varphi}.$$

Dabei ist α der Umschließungswinkel, der hier etwa 120° beträgt.

Werden die Winkelfunktionen durch die diesen entsprechenden Seiten ersetzt, so erhält man

$$\mu = \frac{1}{\alpha}\ln\frac{\frac{r}{R}\frac{\sqrt{R^2-x^2}}{R}+\frac{x}{R}\frac{\sqrt{R^2-r^2}}{R}}{\frac{r}{R}\frac{\sqrt{R^2-x^2}}{R}-\frac{x}{R}\frac{\sqrt{R^2-r^2}}{R}}$$

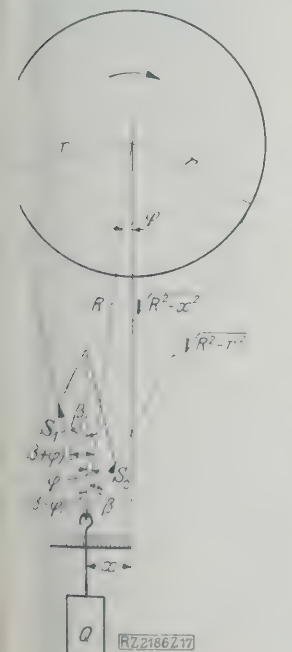
oder

$$\mu = \frac{1}{\alpha}\ln\frac{r\sqrt{R^2-x^2}+x\sqrt{R^2-r^2}}{r\sqrt{R^2-x^2}-x\sqrt{R^2-r^2}} \quad \ldots\ldots (16).$$

In dieser Formel sind die Werte α, r, R unveränderlich oder können doch unveränderlich gehalten werden, und es ändert sich bei den verschiedenen Geschwindigkeiten nur der Wert x, aus dem dann der zugehörige Reibungswert μ berechnet werden kann.

Für den Fall, daß r und damit auch x im Vergleich zu R nur klein gewählt wird, läßt sich Gl. (16) in eine noch einfachere Form bringen. Teilt man Zähler und Nenner des Bruches durch R, so erhält man

$$\frac{r\sqrt{1-\frac{x^2}{R^2}}+x\sqrt{1-\frac{r^2}{R^2}}}{r\sqrt{1-\frac{x^2}{R^2}}-x\sqrt{1-\frac{r^2}{R^2}}}$$



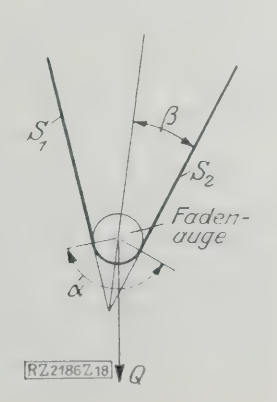


Abb. 17 und 18
Versuchsanordnung zur Bestimmung des Reibungswiderstandes während der Bewegung der Fäden.

Hierin lassen sich die Wurzelwerte je durch den Anfang einer binomischen Reihe ersetzen, also

$$\frac{r\left[1-\frac{1}{2}\frac{x^2}{R^2}-\frac{1}{8}\left(\frac{x^2}{R^2}\right)^2\cdots\right]+x\left[1-\frac{1}{2}\frac{r^2}{R^2}-\frac{1}{8}\left(\frac{r^2}{R^2}\right)^2\cdots\right]}{r\left[1-\frac{1}{2}\frac{x^2}{R^2}-\frac{1}{8}\left(\frac{x^2}{R^2}\right)^2\cdots\right]-x\left[1-\frac{1}{2}\frac{r^2}{R^2}-\frac{1}{8}\left(\frac{r^2}{R^2}\right)^2\cdots\right]}$$

Wählt man z. B. $\frac{r}{R}=\frac{1}{5}$, so erhält man für das zweite Glied $\frac{1}{2}\frac{r^2}{R^2}$ den Wert $\frac{1}{50}$ und für das dritte Glied nur noch $\frac{1}{5000}$. Da x kleiner als r wird, u. zw. bei praktischen Versuchen etwa gleich $r/2$ ist, so wird in der ersten Klammer das zweite und dritte Glied noch kleiner und beträgt nur noch etwa ¼ der entsprechenden Glieder der zweiten Klammer. Unter Zugrundelegung einer Versuchsanordnung von $r/R = 1/5$ wird man daher mit hinreichender Genauigkeit sowohl im Zähler wie im Nenner von der ersten Klammer nur das erste Glied und von der zweiten Klammer nur das erste und zweite Glied zu berücksichtigen brauchen. Der Bruch erhält dann die einfache Form

$$\frac{r+x\left(1-\frac{r^2}{R^2}\right)}{r-x\left(1-\frac{r^2}{R^2}\right)}$$

In der Praxis wird man bei einer Versuchsanordnung $r/R = 1/5$ meist auch noch das zweite Glied der Klammer vernachlässigen können; man erhält dann an Stelle von Gl. (16) die vereinfachte Beziehung

$$\mu=\frac{1}{\alpha}\ln\frac{r+x}{r-x} \quad . . . . (17).$$

Die Ergebnisse der mit der Anordnung nach Abb. 17 und 18 ausgeführten Versuche sind in Abb. 19 wiedergegeben. Sie stimmen mit den in Abb. 16 dargestellten Ergebnissen gut überein.

Der große Reibungswert für 8/2 Baumwolle auf Stahl, Abb. 16, ist auf die schlechte Oberflächenbeschaffenheit

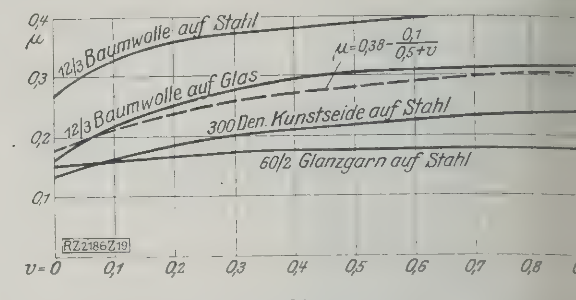


Abb. 19
Ergebnisse der Versuche nach der Anordnung, Abb. 17 und 18.

des Stahlauges zurückzuführen. Es wurde ein Auge bei a, Abb. 1, dargestellt benutzt. Durch das Stauc des Werkstoffes beim Biegen verliert der Stahldraht den Stellen, wo er später den Faden berührt, seinen kr förmigen Querschnitt. Diese Unebenheiten wurden einer größeren Zahl sonst sauber polierter Fadenau festgestellt.

In Fällen, in denen es weniger darauf ankom für eine bestimmte Fadenart den genauen Wert μ einzusetzen, in denen man beispielsweise zwei versch denartige Anordnungen von Fadenführungen miteinan vergleichen soll, genügt es vielfach, die Kurve der der Geschwindigkeit v abhängigen Reibungszahl μ du die Gleichung

$$\mu=\mu_0+0{,}2-\frac{0{,}1}{0{,}5+v} \quad . . . . . . (1$$

zu bestimmen. Darin bedeutet μ_0 die Zahl der Haftreibu Nimmt man an, daß μ_0 im Mittel den Wert 0,18 hat, da erhält Gl. (18) die Form

$$\mu=0{,}38-\frac{0{,}1}{0{,}5+v} \quad . . . . . . (1$$

Die Kurven dieser Formel sind in Abb. 16 und 19 e getragen.

Die Bedeutung der Luftbefeuchtung in Baumwoll-Spinnereien und -Webereien

Von Prof. Dr.-Ing. E. Meister, Dresden

Nach einem in der Textiltagung des Vereines deutscher Ingenieure am 17. und 18. November 1928 in Stuttgart gehaltenen Vortrag

Alle pflanzlichen und tierischen Faserstoffe sind stark wasseranziehend; die Baumwolle, mit deren Verarbeitung ich mich hier ausschließlich befassen möchte, zeigt nach neueren genauen Versuchen von *Obermiller*, M.-Gladbach, z. B. eine Aufnahmefähigkeit für Feuchtigkeit (Wasser), die bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 35 vH 5,5 vH, von 55 vH 8,0 vH und von 75 vH 11,0 vH beträgt[1]).

Der im Handel zulässige Feuchtigkeitszuschlag für Baumwolle von 8,5 vH wird nach diesen Versuchen erst bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von rd. 58 vH erreicht. Die feuchte Luft muß dabei aber viel länger auf den Faserstoff eingewirkt haben, als bisher angenommen wurde; *Obermiller* fand nämlich, daß erst nach etwa vier Tagen bei dauerndem Hindurchleiten entsprechender feuchter Luft durch die Versuchseinrichtung ein annäherndes Feuchtigkeitsgleichgewicht der Baumwolle eintrat. Anderseits wissen wir aus früheren Feststellungen, daß die Baumwolle ebenso wie andre Faserstoffe ihren natürlichen Feuchtigkeitsgehalt in Räumen von geringer relativer Feuchtigkeit sehr schnell wieder abgibt; man muß also möglichst verhindern, daß die Baumwolle während ihrer Verarbeitung die vorhandene natürliche Feuchtigkeit verliert, und wenn das doch eintritt, durch künstliche langandauernde Befeuchtung für Wiederaufnahme des Mindestgehaltes von 8,5 vH an Feuchtigkeit sorgt.

In der S p i n n e r e i kommt die Baumwolle im allgemeinen mit etwa 8 bis 12 vH Feuchtigkeitsgehalt an, der auch nicht verloren geht, solange sie im Ballen lagert. Beim Öffnen und Schlagen der Baumwolle geben die Fasern aber dann einen großen Teil dieser Feuchtigkeit an die Luft ab, die sie in den Öffnern umspült oder in Rohrleitungen von einer Maschine zur anderen trägt, daß die Schlagmaschinenwickel erfahrungsgemäß me einen wesentlich niedrigeren Feuchtigkeitsgehalt aufw sen. Beim K r e m p e l n ist dann die günstigste Geleg heit, diesen Verlust wieder zu ersetzen, weil das auf d Abnehmer ausgebreitete dünne Faservließ besonders a nahmefähig für Feuchtigkeit ist; hier muß deshalb imm dann befeuchtet werden, wenn die Luftfeuchtigkeit unt etwa 45 vH sinkt. Die Feuchtigkeit soll aber anderse nicht über 50 bis 55 vH gesteigert werden, weil sonst d Baumwolle auf der Krempel zum Zusammenballen nei und weil bei zu hoher Feuchtigkeit die Gefahr des Roste der Garnituren besteht.

Beim K ä m m e n ist eine höhere relative Feuchtigk von 60 bis 65 vH am Platze, weil zwischen den metallisch Teilen dieser Maschine bei zu trockener Luft die Fase mit statischer Elektrizität aufgeladen werden, eine Ersch nung, die namentlich auch bei den Streckwerken u Flyern störend auftritt und das Zustandekommen glatt gleichmäßiger Bänder usw. verhindert.

In der V o r s p i n n e r e i soll die Luftfeuchtigk etwas höher als in der Krempelei sein, damit man ein gl tes und gleichmäßiges Vorgarn erhält, das als Vorlage f die Feinspinnmaschinen bereits den nötigen Feuchtigkeit gehalt mitbringen soll. Die relative Luftfeuchtigkeit wi daher in der Vorspinnerei nicht niedriger als 55 bis 60 v genommen, wodurch die Gewähr gegeben ist, daß man m möglichst geringem Draht noch ein Vorgarn erhält, das si einwandfrei wieder von den Spulen abziehen läßt.

Die R i n g s p i n n e r e i verlangt eine besonders ho Feuchtigkeit der Saalluft, um ein gleichmäßiges Garn b nicht zu hohem Drehungsgrad zu liefern, weil die Masch nen dauernd durch Reibung erzeugte Wärme an die u gebende Luft abgeben und dadurch der Luft und d Fasern Feuchtigkeit entziehen. Vor allen Dingen wi diese Feuchtigkeitsabgabe des Garnes auf der Ringspin maschine dadurch begünstigt, daß das Garn, den sogenan ten „Ballon" bildend, mit außerordentlich hoher Umfang geschwindigkeit frei schwebend mit der Spindel umläu so daß ihm bei verhältnismäßig trockener Luft die Feuc

[1]) Melliands Textilberichte 1926 S. 71

it schnell entzogen wird. Die relative Feuchtigkeit leshalb so hoch sein, daß eher noch eine Aufnahme das Garn stattfindet, wozu 60 bis 70 vH relativer itigkeit, bei feinen Garnen und hohen Spindeldrehn sogar bis 80 vH erforderlich sind. Unter der Vortzung, daß das Vorgarn schon in der Vorbereitung Vorspinnerei dauernd auf hohem Feuchtigkeitsgehalt ten werden kann, genügt jedoch nach neuerer Festung eine relative Luftfeuchtigkeit von etwa 60 vH; lerartig günstigen Verhältnissen kann aber nicht allin gerechnet werden.

Diese Vorteile einer gleichmäßig hohen Luftfeuchtig- während des Spinnens zeigen sich im Betrieb selbst geringere Fadenbruchzahlen und bei sorgfältiger achtung auch durch eine bessere Gleichmäßigkeit des nes. Derartige Feststellungen sind aber nicht leicht achen, weil sich die Feuchtigkeitsverhältnisse in einer künstlich „befeuchteten" Spinnerei mit dem Feuchtiggehalt der Außenluft fortwährend ändern, so daß re Versuche unter gleichen Verhältnissen selten mögsind. Der einwandfreie Nachweis für den günstigen uß hoher relativer Feuchtigkeit läßt sich daher im allinen erst nachträglich durch die Prüfung der unter hiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen gesponnenen e erbringen, wenn man nicht besondere genaue Unterngsverfahren anwenden will, wie z. B. die Parksier Co., Fitchburg, die mittels fortlaufender Kinohmen an Spinnereimaschinen überzeugend nachweisen te, wieviel ungleichmäßiger und schwieriger sich die rbeitung der Baumwolle auf der Krempel, Strecke und pinnmaschine bei sehr niedrigem Feuchtigkeitsgehalt Raumluft vollzieht[2]).

...besserung von Zerreißfestigkeit und Dehnbarkeit

Die Verbesserung der wichtigen Garneigenaften, Zerreißfestigkeit und Dehnbarkeit, durch ren Feuchtigkeitsgehalt ist in Fachkreisen natürlich nnt, aber über das genaue Maß dieser Zunahme gibt icht viele zuverlässige Werte. Bei derartigen Unterngen muß der Einfluß aller andern Umstände, von a Festigkeit und Dehnbarkeit der Garne abhängig sind, eschaltet werden, was nur bei besonderer Sorgfalt in Auswahl des Versuchstoffes möglich ist. In dieser Being einwandfreie Ergebnisse haben z. B. die im britih Shirley-Institut im Jahre 1926 angestellten untersuchungen mit Baumwoll-Schußgarnen und gechteten Kettgarnen geliefert[3]).

Bei den untersuchten ungeschlichteten Garnen nahm Zerreißfestigkeit mit steigender relativer Feuchtigkeit u einem Wert von rd. 70 vH stetig zu, und zwar für je H Feuchtigkeitszunahme fast genau um 5 vH. Von H Feuchtigkeit an aufwärts stieg die Zerreißfestigkeit wesentlich langsamer an.

Die geschlichteten Garne zeigten ein wesentlich an Verhalten. Vom trockenen Zustand bis zu rd. 30 vH htigkeit trat zwar ein stetiges Anwachsen der Zerestigkeit um 4 vH auf 10 vH Feuchtigkeitszunahme dann aber erfolgte bis zu einem Wert von rd. 80 vH iver Feuchtigkeit nur eine ganz geringe Zunahme; diesem Punkt ab fiel die Zerreißfestigkeit dagegen ell bis zu einem Mindestwert.

Die Dehnbarkeit, eine Eigenschaft, die für die Weberei besonderer Bedeutung ist, nahm sowohl für die ungehichteten als auch für die geschlichteten Garne mit aneiender relativer Feuchtigkeit stark zu, Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

...ttelwerte aus der Untersuchung verschiedener Garne

	Dehnbarkeit für eine relative Feuchtigkeit von 20 vH	80 vH
...schlichtete Garne .	4,1 vH der Länge	6,8 vH der Länge
...lichtete „ .	2,8 „ „ „	5,3 „ „ „

Anm.: Die Werte sind aus den Kurven extrapoliert.

Eine bedeutende Zunahme der Zerreißfestigkeit und barkeit von Baumwollgarnen mit ansteigender relar Luftfeuchtigkeit ist also durch diese Versuchswerte t bestätigt und damit die Wichtigkeit künstlicher Luftchtung für Spinnereien und Webereien dargelegt wor- Schließfach soll aber noch auf einen Punkt hingewiesen en, der in diesem Zusammenhang nicht außer acht gelassen werden darf: die Staub- und Flugverminderung durch die Luftbefeuchtung!

Staub und Flug bedeutet, soweit er noch spinnbare oder als Abfall verkäufliche Fasern enthält, einen unmittelbaren Verlust für den Betrieb, er verursacht aber auch mittelbare Schäden dadurch, daß durch die Flusen mehr Fadenbrüche oder dicke Stellen im Garn entstehen, oder daß die Kopse feinerer Garne durch das Verstauben an Verkaufswert verlieren. Die gesundheitlichen Vorteile einer staubfreien Luft im Fabriksaal seien nur beiläufig erwähnt.

Einfluß der klimatischen Verhältnisse auf die Frage der künstlichen Luftbefeuchtung

Zahlenmäßige Nachweise zeigen, daß die relative Feuchtigkeit der freien Atmosphäre bei uns fast immer ausreichend hoch ist, um keinen dauernden Verlust an Feuchtigkeit der Faserstoffe eintreten zu lassen, solange sie gegen Sonne geschützt im Freien lagern. Anders liegen die Verhältnisse aber innerhalb der Fabrikräume, die man während eines großen Teiles des Jahres künstlich beheizen muß. In gut belüfteten Räumen ohne künstliche Befeuchtung stellt sich die gleiche absolute Feuchtigkeit ein, die zur gleichen Zeit außen vorhanden ist. Da man nun die Innentemperatur etwa während des halben Jahres wesentlich über die Außentemperatur steigern muß, so folgt daraus, daß die relative Feuchtigkeit innerhalb der geheizten Räume viel niedriger ist. Die mittlere relative Feuchtigkeit im Jahresdurchschnitt ist z. B. in Stuttgart bei einer Lufttemperatur von 10,4 ° rd. 72 vH; dieser Luftfeuchtigkeit würde bei einer mittleren Temperatur in der Spinnerei von 20 ° ein Feuchtigkeitswert von nur rd. 40 vH entsprechen, was für die Erzielung eines einwandfreien Garnes zu wenig ist.

Das Jahresmittel gibt aber auch keinen zuverlässigen Anhalt für die Beurteilung der Notwendigkeit der künstlichen Luftbefeuchtung, weil es keinen Aufschluß gibt über die Anzahl der Tage, an denen die Feuchtigkeit unter den geringsten zulässigen Wert sinkt. Das zeigt sich u. a. an dem Beispiel von Lancashire in England und New Bedford in den Vereinigten Staaten, den für die Textilindustrie günstigsten Bezirken im gemäßigten Klima, wo die mittlere relative Feuchtigkeit zwar 84 vH und 82 vH beträgt, aber trotzdem namentlich in den Wintermonaten die relative Feuchtigkeit längere Zeit weit unter dem zulässigen Mindestwert liegt. Deshalb haben nach meinen Erfahrungen auch fast sämtliche Spinnereien und Webereien Lancashires wirksame Luftbefeuchtungsanlagen, was man von unseren heimischen Textilbetrieben nicht mit derselben Sicherheit behaupten kann. Vor allen Dingen gibt es bei uns nicht wenige Betriebe, die zwar eine solche Anlage besitzen, sie aber nicht benutzen oder infolge mangelnder Überwachung der in der Fabrik herrschenden relativen Feuchtigkeit nicht rechtzeitig in Betrieb setzen.

Luftbefeuchtungsanlagen

Die in den letzten Jahrzehnten entwickelten verschiedenartigen Befeuchtungsvorrichtungen habe ich in folgender Übersicht zusammengefaßt:

Einzelvorrichtungen für örtliche Befeuchtung

Druckluft-Wasserzerstäubung	Druckwasserzerstäubung
Düsenzerstäuber,	Düsenzerstäuber,
Düsenzerstäuber mit Lüfter und mit Heizung,	Düsenzerstäuber mit Lüfter,
Düsenzerstäuber mit gemeinsamer Luftzufuhr durch Gruppenlüfter und mit Heizung,	Fliehkraftzerstäuber mit Lüfter,
Düsenzerstäuber mit gemeinsamem Ansaugkanal und Einzellüftern,	Düsenzerstäuber mit gemeinsamer Luftzufuhr durch Gruppenlüfter und mit Heizung,
Selbstlüftende Düsenzerstäuber.	Selbstlüftende Düsenzerstäuber mit Verteilleitung und mit Heizung.

Zentralanlage

für ausschließlich zentrale Befeuchtung, Belüftung und mit Heizung.	für zentrale Befeuchtung, Belüftung mit zusätzlich örtlicher Befeuchtung und mit Heizung.

Von einer guten Anlage ist zu fordern: Zufuhr übersättigter Luft oder feinzerstäubten Wassers, ohne daß Tropfenbildung eintritt, gute Verteilung im Raume, schnelle Wirkung, gesundheitlich einwandfreier Zustand des Wassers oder der Luft, gleichzeitige Raumbelüftung und Kühlung im Sommer, gute Regelbarkeit. Vom wirtschaftlichen Standpunkt sind ferner von Wichtigkeit: Anlagekosten, Raumbedarf, keine Beengung oder Verdunkelung des freien Raumes über den Maschinen, Betriebskosten, einfache Bedienung und möglichst selbsttätige Regelung von Temperatur und Feuchtigkeit. [B 2295]

[2]) *A. W. Tompson,* Air Conditioning in Textile Mills, Boston 1924/25.
[3]) Journal of the Textile Institute Dezember 1926.

Staubbeseitigung in Textilbetrieben

Von Dr.-Ing. R. MELDAU, Patentanwalt, Berlin-Wilmersdorf

Vorgetragen in der Textiltagung des Vereines deutscher Ingenieure am 17. und 18. November in Stuttgart

Im wesentlichen ungelöste Staubfragen bieten Spinnereien und Webereien. Zunächst muß die Entstehungsweise des Staubes ermittelt werden, dann die Hauptquellen. Wo die Verhütung nicht ausreicht, muß man angepaßte Beseitigungsmittel wählen. Die vorliegenden Fragen verlangen in erster Linie eine physikalische Behandlung, und zwar gemeinsam für die verschiedenen Zweige der Textilindustrie. Einige Anordnungen werden vorgeschlagen.

Staubfragen treten bei der Aufbereitung der Textilfasern nur auf, soweit diese trocken behandelt werden, und sind verhältnismäßig einfach zu lösen. Die bei der Arbeit auf engem Raum aufgewirbelte große Menge vorwiegend erdiger und holziger Staube kann durch Einkapseln der ganzen Maschine (Ballenöffner, Schwingstände) oder ihrer stauberzeugenden Teile (Karden u. a.) zusammengehalten und mit einer verhältnismäßig geringen Luftmenge abgesogen werden, vereinzelt unter Benutzung der Absaugung für den Arbeitsgang, z. B. das Befördern oder Gleichrichten der Fasern. Außerdem ist es üblich, die Aufbereitungsmaschinen, wie Krempel, gesondert in kleine Räume zu setzen. Einzelgänger werden, wenn möglich, mit Rollvorhängen bedeckt, die den Staub zurückhalten.

Wenn jedoch die Technik zur Einzelverarbeitung der Fasern und dann der Fäden übergeht, wird jeder Faden, meist an mehreren Stellen der Maschine, zu einer Staubquelle. Der Abfallstaub nimmt allmählich ab zu Ungunsten des Beschwerungsstaubes und des wirtschaftlich bedeutsamen Verschleißstaubes, der 3 bis 5 vH des Gewichtes der Fertigware betragen kann. Die organischen Beschwerungsmittel sind wasseranziehend und gute Nährböden für Bakterien; in geringem Maße backt jedoch auch Tonerdestaub infolge Adsorption bei den zur Appretur nötigen Teilchengrößen. Die feinsten schwebenden Teilchen bilden außerdem Kondensationskerne für die Luftfeuchtigkeit.

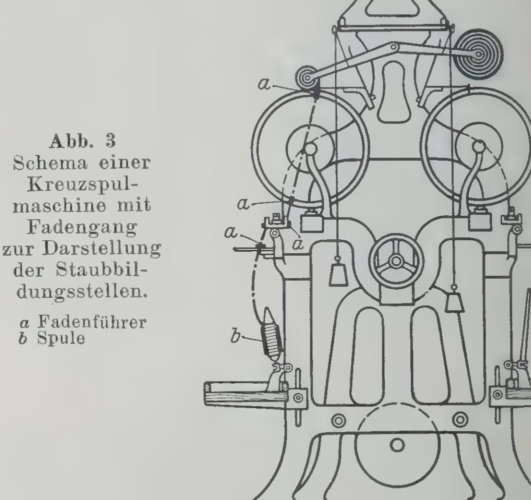


Abb. 3 Schema einer Kreuzspulmaschine mit Fadengang zur Darstellung der Staubbildungsstellen.
a Fadenführer
b Spule

Staubbildung und Staubarten

Zur Besserung der Staubverhältnisse trägt in erster Linie die Kenntnis der Entstehungsart und des Entstehungsortes bei. Beim Spinnstaub handelt es sich meist um ein Auskämmen oder Ausschütteln von Körnerstaub oder von Fasern; beim Weben um eine Scherung oder ein Abknicken durch Hin- und Herbiegen überbeanspruchter vorstehender Fasern, gegebenenfalls verbunden mit einer Quetschung. Die Staubentwicklung nimmt im allgemeinen mit der Faserlänge zu. Unter gleichen Versuchsbedingungen ermittelte Vergleichszahlen über die Zugfestigkeit und andre für die Staubbildung maßgebende Zahlen verschiedener Faserstoffe scheinen nicht vorzuliegen. Wie und wo Staub, z. B. an einem Fadenführer, entsteht oder sich von einem schwingenden Faden löst, kann durch Filmaufnahme genau ermittelt werden. Die Versuchseinrichtung ist zwar nicht einfach, jedoch physikalisch durchgearbeitet. Die für die Staubentstehung maßgebenden Meßgrößen weichen unter Umständen von den üblicherweise angegebenen Festigkeitszahlen stark ab. Sie haben eher etwas mit den Verschleißwerten der Werkstoffprüfung zu tun, die jedoch am fertigen Tuch ermitte werden und über deren den praktischen Verhältnisse entsprechende Feststellung noch keine einhellige Ansic der Fachkreise besteht. Abb. 1 ist die Mikroaufnahm eines Schichtquerschnittes von Baumwollstauben aus d Weberei. Abb. 2 zeigt Spinnstaub von Baumwol Alle von der Weife bis zum Webstuhl entnommen Fasern haben das gleiche Gepräge. Sie sind rein u spinnfähig für große Garne. Die Bruchstellen der F sern können z. B. mit Kresylechtviolett, das das Faserinne dunkler färbt, kenntlich gemacht werden, um ein Bild d Entstehung zu geben. Der Staub zeigt verhältnismäß wenige Bruchstellen.

Staubquellen

Verfolgt man den Weg eines Fadens durch die Text maschinen, so lassen sich in jeder einige Stellen ermittel an denen der Faden staubt. Für jede Maschine ergibt si eine Skizze gemäß Abb. 3. Aller Staub entsteht dur Reibung, sei es durch Längsreibung ruhender oder b wegter Fäden, sei es durch Querreibung von Fäden a einander oder von Fäden an Maschinenteilen. In selten Fällen löst sich aus dem Faden auch ohne Reibung dur schwingende Bewegungen Staub. Je schneller der Arbei gang, desto lebhafter die Staubentwicklung. Je nach d Maschine überwiegt die Staubentstehung durch Querreibu

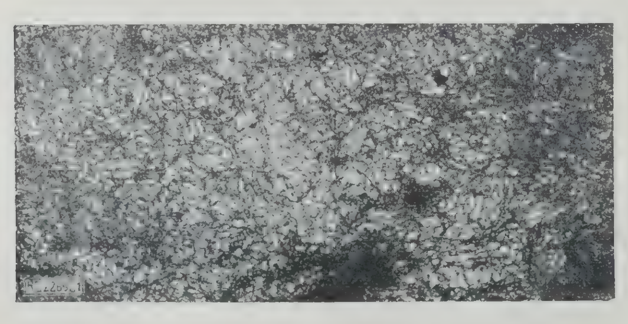


Abb. 1
Baumwollwebstaub (20fach vergr.)

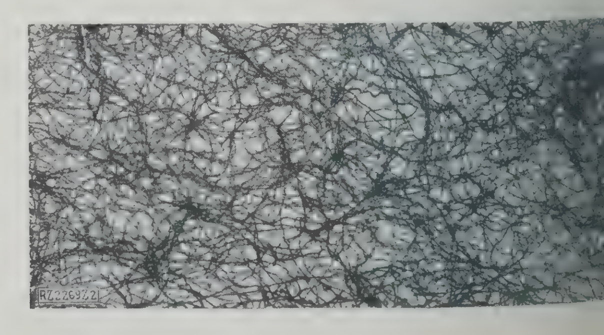


Abb. 2
Beispiel eines Baumwollspinnstaubes (20fach vergr.).

Zahlentafel 1. Arten und Ursachen der Fadenreibung für verschiedene Maschinen einer Baumwollweberei.

Maschine	Faden reibt sich an: Nachbarfaden Längsreibung	Fadenführer Querreibung	andern Arbeitsteilen Querreibung
…anische Doppelweife für Baumwolle von Kops . . .	Aufspulen	einmal	—
…ngarn-Spulmaschine	„	zweimal	—
…-Kreuzspulmaschine	Abspulen, zweimal	viermal	—
…maschine	Aufspulen, zweimal	dreimal	
…zspulmaschine (Schlitztrommelbauart)	Abspulen	fünfmal	
…lmaschine	Aufspulen	zweimal	—
…s-Kettenschermaschine	—	dreimal	—
…ßgarn-Spulmaschine	Ab- und Aufspulen zweimal	fünfmal	—
…schütziger Webstuhl	Verschränkung	Geschirr (Litze)	Walkriegel Blatt (Lade)

…stuhl) oder durch Längsreibung (Samtwebstuhl). In …ntafel 1 sind für eine Baumwollweberei für eine An… Textilmaschinen die Arten und Ursachen der Faden…ng zusammengestellt. Die zupfend oder kämmend wir…n Längsreibungsstellen, besonders diejenigen an den …n und Bobinen, können wohl nicht vermieden wer… Unsere Hauptaufmerksamkeit verdienen die Faden…r, da z. B. ein Baumwollkettfaden von der Weife bis …Gewebe sechs bis zehn Fadenführer durchläuft.

Staubverhütung

…a für die Berührung zwischen Faden und Führer …punktförmige Auflage als schabend und eine solche …rer Länge als zu sehr reibend gleich ungünstig ist, …es eine Anzahl günstigste Fadenführeröffnungen und …mungen, entsprechend den verschiedenen Fadenarten …hren Bewegungsformen. Wenn auch die Fachindu…sich mit der Ermittlung günstiger Fadenführerformen …hend beschäftigt hat, so sind doch diese Arbeiten, da …cht veröffentlicht sind, nicht nachprüfbar. Möglicher… lassen sich wie auf anderen Gebieten durch Film…suchung auch hier Unterlagen für beträchtliche Ver…rungen finden. Ist doch der eigentliche Vorgang der …telbaren Beobachtung entzogen. Durch die richtige …ssung der Fadenunterstützungen lassen sich die …ingungen der Fäden regeln und besonders Resonanz…ngungen unterdrücken, die zur Flugbildung bei…n.

…ei der Weberei verlegt man durch Schlichten auf …Plüschbrettchen, durch Benutzung der *Schatzschen* …enbremse (Fadenputzer) und anderer Mittel einen …tlichen Teil der Staubentstehung an eine gewünschte …, wo sie unschädlich ist. Sogar Kunstseide wird heute …lichtet. Jedoch sind im ganzen die Möglichkeiten be…nkt, den Flug durch Glätten des Fadens zu beheben. …sGasieren (Flämmen) verteuert und verfeinert den …wollfaden. Die Führung des Fadens durch Wasser …i wesentlichen auf Ringzwirn- und Ringspinnmaschinen …ränkt.

Staubbeseitigung

…ofern der bekannte Grundsatz der örtlichen …abbsaugung folgerichtig weitergeführt wird, er…e sich Maschinenteile, die als Saugmundstücke ausge…di oder mit solchen verbunden sind als Fadenführer, …messer usw. Wenn solche Mundstücke anwendbar …kann mit ihrer Hilfe die Luftmenge, die man für 1 g … bewegen muß, auf ein Mindestmaß beschränkt wer…weil sie in der dritten Potenz der Entfernung ab….

…er an zahlreichen Entstehungsstellen im ständig durch…ten Raum unaufhörlich erzeugte Flug, zumal die …er Natur zur Flugfähigkeit eigens ausgebildete Baum…, hat alle physikalischen Eigenschaften, die das Fal…schweren; das Verhältnis von Oberfläche zu Gewicht …n Größtmaß. Dieser Flug bildet die Sonnenstäubchen, …uftplankton; sofern es Luftkolloide gibt, gehören in … Linie Faserreste zu ihren Bildnern, wie der Groß…dtaub beweist[1]).

Die gleichmäßige Verteilung gewichtsmäßig geringer Mengen von Textilstaub in der Luft und die Schwierigkeit, ihn in der Absaugrichtung zu beschleunigen, zwingen zur Verwendung von Rohrleitungen, deren Abmessungen groß erscheinen, verglichen mit den Textilmaschinenteilen, deren Zubehör sie doch nur darstellen, besonders wenn man Kraft- und Raumbedarf der Arbeitsteile einerseits und der Entstaubungsanlage anderseits jeweils mit dem darin behandelten Faser- und Fadengewicht vergleicht. Dies Verhältnis kehrt aber auch bei der Gichtgasreinigung u. a. wieder. Man kann sogar sagen, daß ein wesentlicher Fortschritt der Entstaubungstechnik darin besteht, große Abmessungen als richtig bei den Abnehmern durchzusetzen.

Um den Staub von der Entstehungsstelle wegzuführen, werden oft luft- und textiltechnisch gleich ungünstige Rohrführungen notwendig. Wollte man daher die Lösung der Entstaubungsfrage für Spinnmaschinen, Webstühle und dergl. nur darin suchen, Absaugdüsen mit Rohranschlüssen zu den einzelnen Fadenführern, Spulen usw. zu legen, so würden sich sehr ungünstige Verhältnisse ergeben, z. B. die Abführung von 1 g Staub für eine Düse und einen Tag, abgesehen von der Wärmeentziehung, die bereits bei weniger durchgebildeten Anlagen, wie in Spinnsälen, Sorge macht. Die Luftbefeuchtung zwecks Entstaubung ist anderseits wegen der großen Temperaturschwankungen in unserem Klima oft nicht anwendbar. Bei zu großer Feuchtigkeit dehnen sich z. B. die Karden, so daß sie nicht mehr in die Löcher der Muster passen. Fast nie ist in unserem Klima die Flugbeschwerung durch Befeuchtung ein allein genügendes Entstaubungsmittel, vielmehr muß die Wirkung der Befeuchtung staubtechnisch als erfüllt betrachtet werden, wenn sie den Faden geschmeidig und unelektrisch macht. Selbst wenn sie möglich wäre, würde die Verschlammung des Werkstattbodens unerwünscht sein.

Die Staubbekämpfung in Spinnereien, Webereien und Wirkereien muß also meist mehrere von Fall zu Fall auszuwählende Mittel anwenden. Stärkere Staubquellen an der Oberfläche des Maschinengestells lassen sich, da sie ja von vornherein feststehen, z. B. am Waidbaum, durch ins Gestell eingebaute Absaugdüsen beheben, wie dies bei stauberzeugenden Maschinen anderer Industriezweige, z. B. in Gießereien, bereits üblich ist. Jedoch darf nicht unerwähnt bleiben, daß solche Einbauten bei der besonders stark staubenden Juteverarbeitung praktisch keinen Erfolg hatten. Die stärksten Staubbildner hängt man am besten an den Anfang des Absaugnetzes, an die Stellen des weitesten Regelbereichs von Druck und Geschwindigkeit.

Um den durch örtliche Hilfsmittel nicht erfaßten Flug in der Nähe der Maschinen zum Absetzen zu bringen, vermindert man die Luftwirbelung im Maschinenraum. Diese entsteht durch große Riementriebe (Mitwind), Türen, Einzelheizkörper sowie unverteilte Luftströme aus oder nach den Lüftungsanlagen. Daher empfehlen sich als staubmindernd elektrischer Einzelantrieb, eine Heizung ohne freiliegende Rippenrohre und Diffusoren oder Anemostaten zum Verteilen der Luft im ganzen Raume. Zur staubfreien Belüftung der elektrischen Maschinen haben sich neuerdings Anordnungen mit im Sockel eingebauten Metallfiltern bewährt, Abb. 4, die jedoch einer sorgfältigen Wartung bedürfen, um wirksam zu bleiben.

[1]) *Meldau:* Der Industriestaub (Berlin 1926) Abschnitt „Pseudo…e Systeme“ S. 59; ferner S. 65, 89 a. a. O.

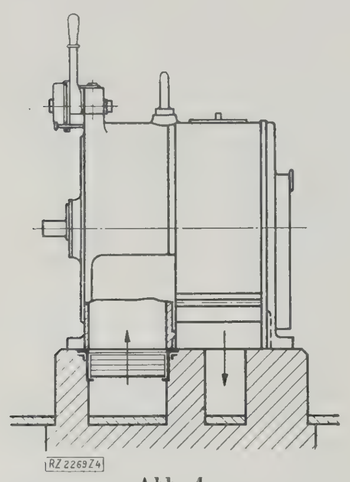


Abb. 4
Elektromotor für Textilbetriebe mit im Sockel eingebautem Luftfilter; W. Bartel, G. m. b. H.

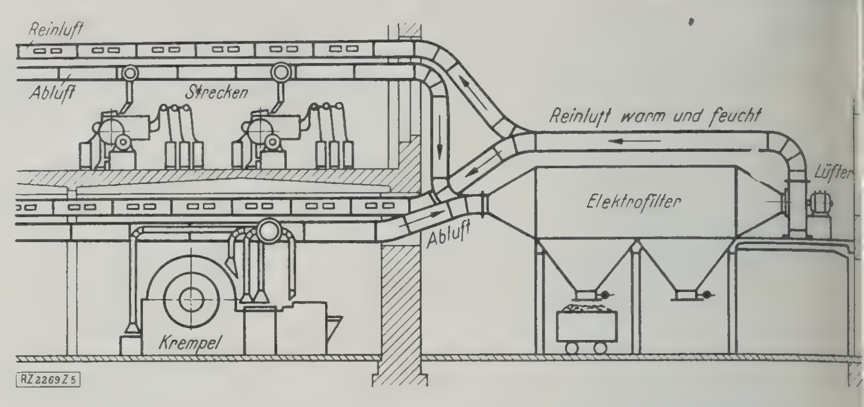


Abb. 5
Elektrofilteranlage einer Flachs- und Hanfspinnerei mit Reinluftrückleitung; Siemens-Schuckertwerke

Aus den Arbeitsräumen selbst muß der Flugstaub durch Abluftkanäle entfernt werden, deren Mündungen so auf den Raum verteilt sind, daß die Absaugwege möglichst kurz sind. Kondensationsquellen in diesen Leitungen veranlassen Abscheidungen, die die Druck- und Geschwindigkeitsverhältnisse erheblich ändern können. Zur Abscheidung des Staubes dienen mechanische oder elektrische Filter. In vielen Fällen genügen grobmaschige Siebe, die man schräg vorspringend in den Luftstrom stellt. Zur Feinreinigung schaltet man metallische Bandfilter nach. Grobe Fasern scheidet man in Staubkammern und Zyklonen aus. Die Filter müssen fast täglich gereinigt werden, meist durch Abziehen eines zusammenhängenden Filzpolsters. Eine nach Anfallstellen getrennte Sammlung des Staubes zum Reinhalten der besseren Sorten ist empfehlenswert.

Das von den Siemens-Schuckertwerken für die Flachs- und Hanfspinnerei nach vorheriger Erprobung ausgeführte Elektrofilter, Abb. 5, ist zur Reinigung von 240 m³/min (14 400 m³/h) Abluft bestimmt. Der Staubgehalt wird von 30 bis 40 mg/m³ auf 0,6 bis 1 mg/m³ gesenkt. Die Filteranlage braucht 2,5 kW, der Lüfter dagegen 80 kW. Wie bei den mechanischen Filteranlagen wird auch beim Elektrofilter die Luft umgeführt. Zum Reinigen des Elektrofilters dienen Wasserstrahlen aus Messingrohren zwischen je zwei Elektroden. Zum Waschen benutzt man die Betriebspausen. Danach müssen die Elektroden sorgfältig getrocknet werden. In einer Baumwollspinnerei wird das Abspülen vermieden durch Benutzung freihängender Profilstäbe mit Sprühkanten als Elektroden, von denen der Staub teils frei abfällt, teils abgeschabt wird.

Der eingeatmete Textilstaub, Abb. 6, steht an bösartigen Wirkungen erheblich hinter Mineralstauben zurück[2]).

Der sich absetzende Staub verfilzt, wo er kann. In Spinnereien legt sich der Flug unter Knötchenbildung auf die Fäden, daher verbessert die Staubbeseitigung unmittelbar die Garne. In der Weberei fegt die Lade dagegen den Staub dauernd vom Gewebe fort. Der Staub legt sich ferner auf alle freien Teile des Gebälks, der Maschinen, Heizkörper und insbesondere auf elektrische Leitungen. Bei etwa 70 °C beginnt er zu schwelen. Zur Entfernung dienen fahrbare Fasersammler mit auswechselbaren Absaugdüsen, wobei man den Staub in Säcken getrennt nach Gütegraden verpackt, oder Anschlüsse an fest eingebaute Absaugleitungen über den Maschinen. Für die Kardenreinigung ist bereits vor einigen Jahren ein pneumatischer Ausstoß mit elektrisch betriebener Düse angegeben worden. Alle diese Anlagen stehen und fallen mit der Güte der Düsen und müssen ständig in Betrieb sein, um die zahlreichen Staublager zu entfernen. Wird der Staub fortgekehrt, so sei[...] in kurzen Abständen Kehrlöcher vorgesehen, zweckmäß[...] in der Abluftleitung am Boden. Als Staubschutz der M[...]schinen wird Verchromung empfohlen.

Beim Neubau von Fabriken bewährt es sich bei Eise[...]betonbauten, sämtliche Unterzüge oben in der Mitte d[...] Druckzone mit Aussparungen zu versehen, durch welc[...] die verschiedenen Leitungsrohre ohne Stemmarbeiten u[...] Bogenführungen bequem verlegt werden können. Auße[...]dem sind, sofern der Aufstellungsort der Maschinen nic[...] genau festgelegt werden kann, nach einem bestimmten Pl[...] in den Decken Aussparungen zu lassen, und zwar reichlic[...] um Stemmarbeiten zu sparen[3]). Die überreichliche Ve[...]wendung von Rillenschienen zur Aufnahme von Leitung[...] aller Art lohnt sich sowohl bei der Einrichtung wie im B[...]trieb. Fortfall von Staublagern und größere Helligkeit u[...] Übersicht gehen meist Hand in Hand.

Zusammenfassung

Die physikalische Betrachtung der Textilstaubfra[...] zeigt vieles für die einzelnen Faserarten Gemeinsam[...] Die Behandlung der Staubfrage beginnt am Fade[...] daher ist ein Erfahrungsaustausch zwischen den ve[...]schiedenen Textilgruppen ratsam. Nicht nur für d[...] Maschinen, auch für die gesamte Fabrikanlage ist es u[...]günstig, den Entstaubungsfachmann erst nach Beendigu[...] der Einrichtung zuzuziehen. Dann bleibt ihm wei[...] nichts übrig, als durch geschickte Führung von Rohr[...] und Düsen seine Aufgabe zu lösen. In hygienischen Leh[...]büchern hat man Abbildungen von Textilentstaubung[...] gesammelt, die tatsächlich kaum etwas anderes als ei[...] Zusammenstellung von Rohr- und Düsenformen sin[...] Empfehlenswert ist vielmehr eine enge Zusammenarb[...] von Textilmaschinen-Fabrikanten und Entstaubung[...]firmen, die von der Textilindustrie als Hauptbeteiligt[...] gefördert wird. Ein Anreiz für eine solche Zusamme[...]arbeit wird geboten, wenn es gelingt, den Absaugluftstr[...] für das Arbeitsverfahren nutzbar zu machen sowie den a[...]geschiedenen Staub gut zu verwerten, wie dies in ander[...] Industriezweigen gelungen ist. [B 2269]

[2]) *Flügge-Heymann*, Grundriß der Hygiene (Berlin 1928) S. 395.

[3]) *Braum:* Der Industriebau (Berlin 1927) S. 155/36.

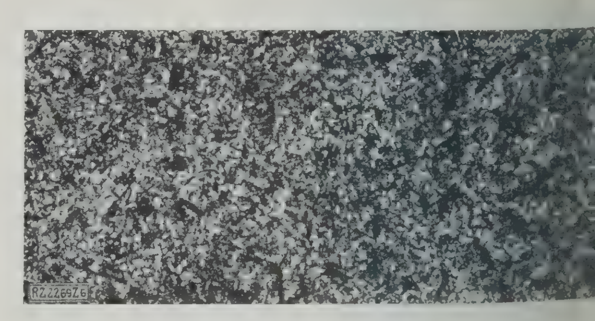


Abb. 6
Faseriger Teil des Staubes aus dem Elektrofilter der Flachs- und Hanfspinnerei mit zahlreichen Ballungen, 20fach vergr.

Über die Geschwindigkeitsregelung bei den Ringspinnmaschinen

Von Dr.-Ing. F. OERTEL, Berlin-Siemensstadt

Vorgetragen auf der Textiltagung des Vereines deutscher Ingenieure in Stuttgart am 17. und 18. November 1928

Die vorliegende Arbeit will die als bekannt vorausgesetzten Grundlagen der Geschwindigkeitsregelung in solcher Form behandeln, daß das mechanische Verhalten von Maschine und Antriebmotor sowie dessen Belastungsverhältnisse beim Regelvorgang dabei näher ersichtlich werden, um Schlüsse für den Entwurf solcher Regelantriebe daraus zu ziehen. Für einen wirtschaftlichen Erfolg der Geschwindigkeitsregelung ist wichtig ein Ausbau der Betriebsführung auf dauernd richtige Einstellung der Grund- und Lagendrehzahlen und eine spinntechnisch zutreffende Festlegung des durch den Spinnregler zu sichernden günstigsten Verlaufes der Regeldrehzahlen. Aus der gesetzmäßig aufgebauten Lagendrehzahllinie ergeben sich die zugehörigen Drehzahlbeschleunigungen und -verzögerungen, damit auch die Drehmomentänderungen, also eine Darstellung des Lagenregelungsvorganges im sogenannten Drehmomenten-Schaubild, die sich zur Überprüfung der Antriebleistungen, der Motorbelastungsverhältnisse und als Hilfsmittel zur einwandfreien Bestimmung der Motorgrößen eignet.

…) Geschwindigkeitsregelung bei den Ringspinnmaschi…en mit elektrischen Antriebsmitteln ist ein Verfahren …teigerung der Erzeugung und hat als solches von jeher …ufmerksamkeit der beteiligten Fachleute auf sich ge…. In zahlreichen Fällen wurden voll befriedigende Er…sse und Mehrproduktionen erreicht, in anderen jedoch …rachen diese nicht den Erwartungen, dafür ergaben …Schwierigkeiten bei der Bedienung und Einstellung …Regeleinrichtungen, insbesondere bei der sogenannten …ngeschwindigkeitsregelung, ohne daß man ein der…erschiedenartiges Verhalten aufklären konnte. Es …en folglich in Entwurf und Verwendung der Einrich…n für die Geschwindigkeitsregelung der Ringspinn…hinen noch Fragen zu klären sein.

…wei Maschinen von so verschiedener Wesensart wie …spinnmaschine und elektrischer Antriebmotor sollen …s einer selbsttätigen Regelvorrichtung (Spinnregler) …ner Arbeitseinheit zusammengekuppelt werden. Stö…möglichkeiten für das gedachte Zusammenwirken …n bei jedem dieser drei Glieder vorliegen, sind somit …edes zunächst einzeln aufzusuchen, und zwar in der …aufgeführten Reihenfolge; denn ehe zwischen Spinn…ine und Antriebmotor alle wechselseitigen Bedin…n nicht völlig klargestellt sind, wird sich natürlich …l über die Eignung und Zweckerfüllung der Regel…htungen etwas Allgemeingültiges, Erschöpfendes …h aussagen lassen. Über die spinntechnischen Anfor…gen, welche die Ringspinnmaschine an die selbst…ig Regelung ihrer Arbeitsgeschwindigkeit stellt, ist bereits vieles veröffentlicht worden[1]), dagegen wenig über das mechanische Verhalten von Ringspinnmaschine und Elektromotor beim Regelvorgang, sowie über die Bedeutung verschiedenartiger elektrischer Eigenschaften der verfügbaren Antriebmotoren für die Erreichung des Regelzwecks.



Abb. 1
Ringspannmaschinen mit elektrischem Einzelantrieb und Spinnregler.

[1]) Eine zusammenfassende Darstellung und Ergänzung des heutigen Standes der theoretischen Grundlagen erscheint vom Verfasser demnächst in „Melliands Textilberichten".

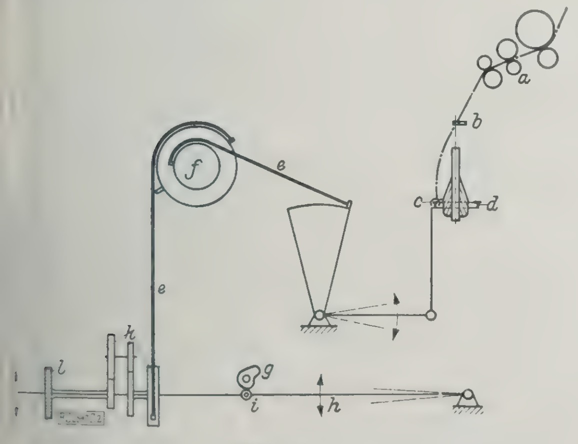


Abb. 2
Getriebeschema einer Ringspinnmaschine (Fadenführung und Ringbankbewegung).

…Streckwerk mit Lieferwalzen
…Fadenführungsauge
…Läufer
…Ringbank
…Ketten für Gestängeantrieb
…Übersetzungsscheiben
…Formscheibe (Spinnherz)
h Schwinghebel für Ringbankhub
i Schwinghebelrolle
k Kettenrolle mit Übersetzung
l Schaltrad zum Hochschalten der Ringbank

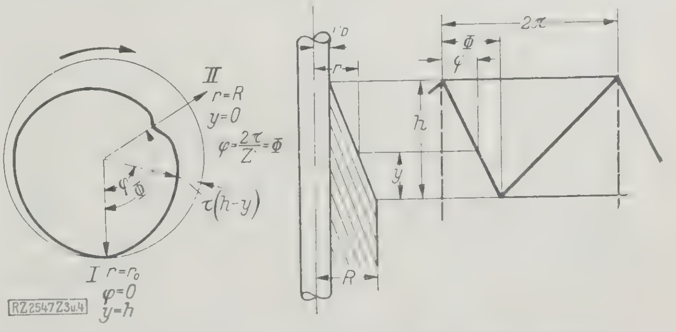


Abb. 3 und 4. Beziehungen zwischen Herzscheibenbewegung und Ringbankhub.

I Herzscheibenstellung beim Winden auf kleinen Halbmesser
II „ „ „ „ „ großen „
R, r, r_0 = Windehalbmesser
φ = Herzscheiben-Drehwinkel
$\Phi = \frac{2\pi}{z}$ = „ „ entsprechend Ringbank-Senkdauer
$\frac{h-y}{h} = \frac{r-r_0}{R-r_0}$ = Ringbankhub, bezogen auf r: Gerade Linie
$\frac{h-y}{h} = \frac{\varphi}{\Phi}$ = „ „ „ „ φ: Archimedische Spirale

Abb. 5 bis 7
Drehzahl-Schaubilder für Transmissionsbetrieb und elektrischen Einzelantrieb mit Grund- und Lagendrehzahl-Regelung.

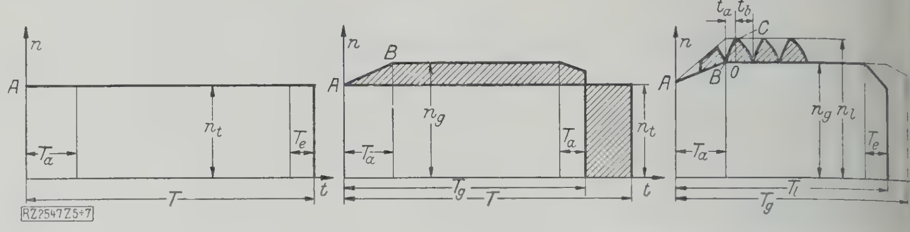


	Abb. 5	Abb. 6	Abb. 7
	Transmissionsbetrieb	Elektrischer Einzelantrieb mit Regelung der Grunddrehzahl	Lagendrehzahl
Gleiche Garnlängen je Abzug	L_a	L_a	L_a
Gleiche Schaubildflächen	F	F	F
Verschiedene Abzugdauer	T	$> T_g$	$> T_l$
Durchschnittlich erreichbare Mehrproduktionen	—	< 15 vH	< 10 vH
Spindeldrehzahlen/min n	n_t	n_g	n_l
Spinnzeiten	T_a Anspinnen, T_e Abspinnen	t_a Senkdauer, t_b Hubdauer	der Ringbank, vergrößert gezeichnet

Ringspinnmaschine

Abb. 1 zeigt eine Reihe von Ringspinnmaschinen mit elektrischem Einzelantrieb und Spinnregler. Abb 2 zeigt schematisch den Lauf des Fadens vom Streckwerk über Fadenauge und Ringläufer auf die Spule und die Wirkungsweise der Ringbank-Hubeinrichtung. Die Ringbank-Formscheibe (Herzscheibe, Spinnherz) in ihrer Beziehung zum Ringbankhub und zum Aufwindevorgang zeigen Abb. 3 und 4. Aus der Wirkungsweise und den Übersetzungsverhältnissen der Ringspinnmaschine folgt, daß die Garnlieferung je Spindel und Zeiteinheit unmittelbar der Spindeldrehzahl verhältnisgleich ist; jedoch gilt dies bekanntlich nur bis zu einer bestimmten Geschwindigkeitsgrenze, die von Fall zu Fall verschieden hoch liegt[2]) und von den jeweiligen spinntechnischen Gesamtverhältnissen abhängt: von der Garnnummer, dem Drehungsgrad, der Güte der Rohstoffmischung, der Luftfeuchtigkeit, ferner von Hülsen- und Kötzerabmessungen, von den Spindelmaßen, von Bauart und Betriebzustand der Ringspinnmaschine, nicht zuletzt auch von der Geschicklichkeit und Leistungsfähigkeit der bedienenden Spinnerin. Wenn man, unter sonst gleichen Verhältnissen, die Spindeldrehzahl immer weiter steigert, so werden schließlich die gleichzeitig auftretenden Fadenbrüche derart zunehmen, daß die Ablieferung der Maschine wieder sinkt. Diese Höchstspindeldrehzahl hat also das Wesen einer Fadenbruchgrenze, die dadurch gegeben ist, daß die unter dem Fliehkrafteinfluß sich längs der Fadenlinie ausbildenden Fadenspannungen einen bestimmten Bruchteil der Reißfestigkeit des fertigen Fadens nicht überschreiten dürfen.

Regelung der Grunddrehzahl

Nun zeigt die Spinnpraxis, daß bei dem früher allein üblichen Transmissionsantrieb mit gleichbleibender Spindeldrehzahl während der ganzen Abzugdauer diese Grenze nur im Anspinnzeitpunkt wirklich erreicht wird, daß aber während des überwiegenden Teiles der Abzugdauer die Ringspinnmaschine dabei nicht voll ausgenutzt ist. Die Anzahl der gleichzeitig auftretenden Fadenbrüche wird nicht, oder jedenfalls nicht in unwirtschaftlicher Weise, vermehrt, wenn man anstatt nach dem Drehzahlschaubild, Abb. 5, zu fahren, die Spindeldrehzahl nach Abb. 6 ungefähr bis zur Beendigung des Ansatzes allmählich ansteigen läßt und dann mit dieser Geschwindigkeit unverändert bis zu Ende fährt. Diese Betriebsweise, bei der während des einzelnen Ringbankspiels eine Drehzahländerung nicht vorgenommen wird, bezeichnet man als Regelung der Grunddrehzahl.

Regelung der Lagendrehzahl

Die Spinnpraxis hat gezeigt, daß die Fadenbruchgrenze nicht überschritten wird, wenn man, abgesehen von der eben erläuterten Grunddrehzahl-Regelung, während jedes Ringbankspiels die Spindeldrehzahl mit zunehmendem Aufwindehalbmesser, d. h. also mit sinkender Ringbank, ansteigen läßt, wie in Abb. 7 angedeutet ist; die Betriebsweise wird als Lagendrehzahl-Regelung b zeichnet.

Geändert wird durch diese Regelverfahren nach Abb bis 7 nicht etwa der Inhalt der von Drehzahlen u Spinnzeiten umschlossenen Schaubildfläche, denn dies Flächeninhalt ist ein unmittelbares Maß für die je Abz gesponnene Garnlänge und bleibt wie diese unter son ungeänderten Verhältnissen in allen drei Fällen die nä liche, sondern es wird, bildlich gesprochen, die obere B grenzungslinie dieser Fläche in die Höhe gezogen, w bei Flächengleichheit auf eine Verkürzung der Abzu dauer, also eine Erhöhung der Erzeugung, hinauskomm Die zu Abb. 6 und 7 genannten Zahlen für die Meh erzeugung geben das im Durchschnitt Erreichbare an.

Eine Arbeitsweise nach Abb. 6 und 7 wird durch d elektrischen Einzelantrieb ermöglicht. Die Grunddrehza Regelung ist offenbar einfach zu handhaben, entwed durch stetige Veränderung der Drehzahl des Antrie motors mit der Hand oder durch eine selbständige Regelv richtung. Die Lagendrehzahl-Regelung ist dagegen n durch eine selbsttätige Steuerung der Motordrehzahl verwirklichen. Es kommen dabei kurzzeitige Geschw digkeitswandlungen, also Beschleunigungen und Verzög rungen der ganzen Maschine in Frage; hieraus erklärt si von vornherein die schwierigere Handhabung d Lagenregelung, die deshalb auch den überw genden Anteil der nachfolgenden Ausführungen in A spruch nehmen wird.

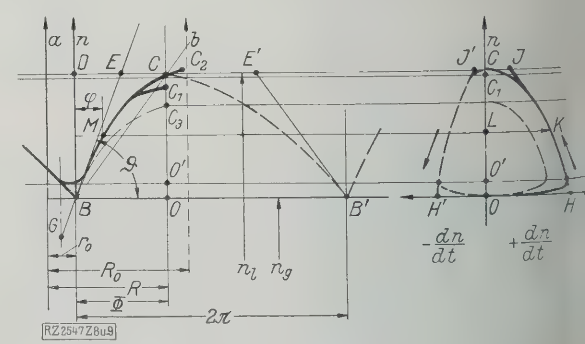


Abb. 8 und 9

Abb. 8
Regeldrehzahllinie n in Abhängigkeit vom Aufwindehalbmesser r oder Herzscheiben-Drehwinkel φ.

n_g Grunddrehzahl
n_l Lagendrehzahl
B, B', C Drehzahlwendepunkte
$\overline{OO'}, CC_1$ Einbuße durch Abrundungen
ϑ Neigungswinkel
a Spindelachse
b Ringmitte

Abb. 9
Drehzahlbeschleunigung $+\frac{dn}{dt}$ oder -verzögerung $-\frac{dn}{dt}$, abhängig von n

r_0 Hülsenhalbmesser
R Kötzerhalbmesser
R_0 Ringhalbmesser
Φ Herzscheiben-Drehwinke für Senken der Ringbar
2π Herzscheiben-Drehwinke für ein Ringbankspiel

[2]) Vergl. hierzu die Dissertation des Verfassers „Kraftbedarf und Wirtschaftlichkeit bei Feinspinnmaschinen", Elsässer Textilblatt 1911

Einstellung der Grund- und Lagendrehzahlen

ie Grund- und Lagendrehzahlen, n_g und n_l, muß der er im Einzelfall nach der Erfahrung so zu wählen n, daß zeitraubendes Ausprobieren möglichst ein- ränkt werden kann. Damit werden an das spinn- sche Können nicht unerhebliche Anforderungen ge- denn beide Drehzahlen sind durchaus verschieden je der Art, in der die den Einzelfall kennzeichnenden echnischen Veränderlichen: Garnnummer, Drehungs- usw., jeweils zusammentreffen. Eine volle Aus- g der in der Geschwindigkeitsregelung steckenden hkeiten setzt daher, wie jede ernstlich durchge- Rationalisierungsmaßnahme, eine gut durchdachte durchgebildete Betriebsführung voraus: dauernde stellung einer zutreffenden Wahl der Grund- und drehzahlen, Schulung der Arbeitskräfte u. a. m.

ie Grund- und Lagendrehzahlen, n_g und n_l, kann pinner mit den bei den Spinnreglern vorgesehenen llmöglichkeiten nach bestem Ermessen einstellen oder eweiligen Verhältnissen anpassen. Zwischen diesen Grenzen muß die selbsttätige Regeleinrichtung den ahlverlauf längs der übrigen Spulenhalbmesser stellen. Dieser Punkt ist daher für die Technik der geschwindigkeitsregelung offenbar von besonderer ung. Die durch Lagenregelung erzielbare Mehr- ung ist bei festliegendem Drehzahlunterschied OC, 7, verhältnisgleich der von der Lagenregellinie um- senen Fläche, also wesentlich abhängig vom Verlauf Linie.

Der günstigste Verlauf der Lagendrehzahl

ber den mutmaßlich richtigen Verlauf kann man sich eine einfache Überlegung ein ungefähres Bild n. In Abb. 8 sei durch die Strecke $\overline{OC}$ der Lagen- ngsbetrag $(n_l - n_g)$ festgelegt, der beispiels- durch Ausprobieren nach Maßgabe der auftreten- adenbrüche als höchstzulässig gefunden worden ls naheliegend käme für eine Verbindung zwischen runddrehzahlpunkt B und dem Lagendrehzahlpunkt Gerade BC in Betracht. Diese läßt sich so aber prak- nicht verwirklichen, denn die Drehzahlerhöhung von f n_l ist das Ergebnis eines Beschleunigungsvor- g, der sich im Bruchteil einer Minute abspielt. Die nträgheit von Ringspinnmaschine und Antriebmotor auf jeden Fall eine Abrundung der Regeldrehzahl- n ihrem oberen Wendepunkt C erzwingen. Die BC kann daher nur die Bedeutung einer Grenz- aben. Nach der anderen Seite hin würde die Senk- BD eine ähnliche Grenzlage darstellen, die in der chkeit nicht erreicht werden kann, weil in diesem lie der Ringspinnmaschine vom Antriebmotor zu er- e Drehzahlbeschleunigung unendlich groß werden Nimmt man daher die Mittellage zwischen beiden, w. $B'E'$, als diejenige Anfangstangente an, der die drehzahllinie sich anschmiegt, so wird man hiermit irklichkeit offenbar nahe kommen. Der ausschlag- e Gesichtspunkt für die Ermittlung des günstigsten hlverlaufs ist zweifellos in der Gleichhaltung der spannungen während des ganzen Drehzahlanstiegs bstiegs zu erblicken.

n anderer Stelle[3]) hat Verfasser eine allgemeine ge- ßige Beziehung für die Regeldrehzahllinie abge- Man kann nun verstehen, daß mancher reine Be- raktiker einer solchen Frage kein unmittelbares se zuzuwenden vermag und es über seinen reich- emessenen Betriebsorgen vielleicht als belanglos , ob diese Drehzahllinie um einige Hundertstel zeugung hinter dem Bestwert zurückbleibt oder Anders wird diese Frage derjenige ansehen, der f den allgemeinen textilwirtschaftlichen Standpunkt nd sich einmal vergegenwärtigt, wieviel mal diese llinie von den rund zehn Millionen Ringspindeln in hland bei durchgehender Anwendung der Lagen- g an einem Tage durchfahren würde und welchen ert für die deutsche Volkswirtschaft bereits ein tstel Produktionsgewinn tatsächlich darstellt.

um sei hier abermals besonders darauf hinge- daß unter den zahlreichen Möglichkeiten für den Verlauf der Regeldrehzahllinie immer eine jeweils günstigste vorhanden sein muß und daß dem Antriebmotor zusammen mit der Regeleinrichtung die Aufgabe zufällt, die Einhaltung dieses, äußerer Einwirkung sich entziehenden, günstigsten Verlaufs unter beliebigen spinntechnischen Verhältnissen und Lagenregelungshöhen $(n_l - n_g)$ so genau wie immer möglich selbsttätig sicherzustellen. Wie weit das erreichbar ist, danach beurteilt sich die technische Brauchbarkeit des Regelverfahrens an sich und der Einrichtungen für seine praktische Durchführung.

Die erreichbare Lagenregelungshöhe ist bedingt einmal durch die spinntechnischen Verhältnisse des Einzelfalles, sodann aber auch durch Bauart und Betriebzustand der Ringspinnmaschine, insbesondere der Spindellagerung. Ist diese nicht so vollkommen, daß auch auf den oberen Regeldrehzahlen ein genügend ruhiger Lauf der Maschine sichergestellt ist, so muß die Lagendrehzahl entsprechend niedriger eingestellt werden.

Drehzahl-Beschleunigungen

Eine unter bestimmten spinntechnischen Annahmen für eine mittlere Garnnummer rechnerisch ermittelte[3]) günstigste Regeldrehzahllinie ist in Abb. 8 dargestellt. Ihre Wendepunkte B und C, die die Grund- und Lagendrehzahl begrenzen, sind durch die willkürliche Wahl des Hülsen- und Kötzerhalbmessers r_0 und R gegeben. Für andere Halbmesser, z. B. dünnere Hülse und dickerer Kötzer, werden als Wendepunkte andre Stellen der Regeldrehzahllinie, beispielsweise G und C_2 in Frage kommen. Bereits hieraus ist verständlich, daß in den Umkehrpunkten B und C eine von null verschiedene Neigung der Drehzahllinie vorhanden ist, die für die Größe der dort aufzuwendenden Drehzahlbeschleunigung

$$\frac{\mathrm{d}\,n}{\mathrm{d}\,t} = \operatorname{tg} \vartheta$$

maßgebend ist, Abb. 9. Danach ist die Beschleunigung $+\frac{\mathrm{d}\,n}{\mathrm{d}\,t} = \overline{OH}$ am größten in dem Augenblick, in dem die Ringspinnmaschine, ihre Grunddrehzahl gerade verlassend, nach aufwärts geregelt wird. Von hier aus nimmt die Beschleunigung weiterhin stetig ab, behält aber auch am oberen Wendepunkt einen von null verschiedenen Wert $\overline{CJ}$. Nach Überschreitung der Höchstdrehzahl gehen die Beschleunigungswerte in entsprechende Verzögerungswerte $-\frac{\mathrm{d}\,n}{\mathrm{d}\,t}$ über, und zwar sind diese um so viel kleiner, als die Ringbank-Hubdauer ein Mehrfaches der Senkdauer ausmacht. An den Wendepunkten der Drehzahl müßten also streng genommen die Werte $\frac{\mathrm{d}\,n}{\mathrm{d}\,t}$ ganz unvermittelt von $-\overline{OH'}$ in $+\overline{OH}$ und von $+\overline{CJ}$ in $-\overline{CJ'}$ umschlagen; entsprechend liegen die Verhältnisse bei der Ringbankbewegung selbst. In Wirklichkeit sind die eingezeichneten abgerundeten Übergänge schon bedingt durch die bauliche Ausbildung der die Bewegungen hervorbringenden Formscheiben: Herzscheibe für die Ringbankbewegung und Lagenscheibe für die Drehzahlregelung. Die dadurch entstehende Verringerung des Lagenregelungsbetrages $\overline{OO'}$ und $\overline{CC_1}$ ist als kleine Einbuße an Mehrerzeugung zu betrachten.

Soll eine volle Lagenregelung, die in Abb. 8 in Abhängigkeit vom Herzscheiben-Drehwinkel φ dargestellt ist, durchgeführt werden, so müssen der Ringspinnmaschine die Beschleunigungen oder Verzögerungen erteilt werden, die durch die Schaulinie gegeben sind. Während der die Augenblicksgeschwindigkeit angebende Punkt M die Regeldrehzahllinie von B über C_1 nach B' durchläuft, Abb. 8, umfährt der Endpunkt K der zugehörigen Beschleunigungs- oder Verzögerungsstrecke $\overline{KL}$ einmal die ganze Beschleunigungsfläche $HJJ'H'$, Abb. 9.

Muß die Lagenregelungshöhe $(n_l - n_g)$ aus einem der schon besprochenen Anlässe verändert, beispielsweise ermäßigt werden, so wird der spinntechnisch richtige Verlauf der Regeldrehzahllinie dadurch aufrechterhalten, daß deren Beträge auf den verschiedenen Aufwindehalbmessern im gleichen Verhältnis verkleinert erscheinen, z. B. Linie BC_3, Abb. 8; die zugehörige Beschleunigungs-

. Anm. [1]).

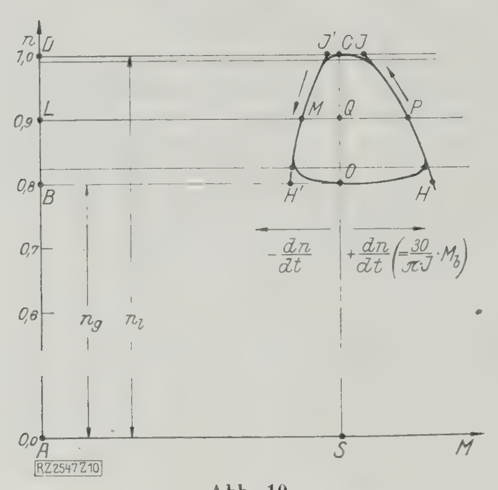


Abb. 10
Lagenregelungsvorgang im Drehmomenten-Schaubild.

n U/min der Trommel in Teilen der synchronen Motordrehzahl
J Trägheitsmoment von Ringspinnmaschine + Motoranker in m kg s²
n_g Trommel-Grunddrehzahl in 1 min
n_l „ -Lagendrehzahl „ „ „

linie ist als solche gleichen Abstandes in Abb. 9 angedeutet. Dieses Verhältnis sicherzustellen ist die wesentliche Aufgabe der selbsttätigen Regeleinrichtung.

Die Betrachtung der Beschleunigungsverhältnisse stellt die Brücke dar, über die die spinntechnischen Erfordernisse der Geschwindigkeitsregelung begrifflich mit ihren Anforderungen an die Antriebmotoren verbunden sind.

Drehzahl-Beschleunigungsmomente

Die Drehzahlbeschleunigung ist verhältnisgleich dem sie verursachenden Beschleunigungsmoment

$$M_b = J\,\frac{\mathrm{d}\,\omega}{\mathrm{d}\,t}$$

in mkg; $\omega = \frac{\pi\,n}{30}$ bedeutet die Winkelgeschwindigkeit in 1 s, J das Trägheitsmoment von Ringspinnmaschine und Motoranker zusammen, wobei der überwiegende Teil auf die Spinnmaschine entfällt. Somit ist

$$\frac{\mathrm{d}\,n}{\mathrm{d}\,t} = \frac{30}{\pi\,J}\,M_b\,.$$

Die bisher betrachteten Beschleunigungsgrößen $\frac{\mathrm{d}\,n}{\mathrm{d}\,t}$ stellen also unmittelbar auch die zugehörigen Beschleunigungsmomente M_b dar, wenn man sie in einem Maßstab unter Berücksichtigung der für einen bestimmten Ringspinnmaschinenantrieb unveränderlichen Teilzahl $\frac{30}{\pi\,J}$ in Abb. 9 einträgt.

Im Punkte O, Abb. 9, ist $\frac{\mathrm{d}\,n}{\mathrm{d}\,t} = \pm 0$. Denkt man sich diesen Betriebzustand über eine gewisse Zeitdauer ausgedehnt, so würde das einem Betrieb der Ringspinnmaschine mit unveränderter Grunddrehzahl n_g entsprechen. O ist also gleichzeitig als Endpunkt einer Strecke anzusehen, die denjenigen Drehmomentenbetrag darstellt, den der Antriebmotor bereits aufbringen muß, um die Maschine auf ihrer unverändert gedachten Grunddrehzahl n_g in Gang zu erhalten. Um diesen Momentenbetrag ist also der eigentliche Anfangspunkt, von dem aus die Drehmomente von Maschine oder Motor zu zählen sind, rückwärts von O entfernt liegend zu denken, siehe Punkt B in Abb. 10. Aus dem so vervollständigten Schaubild, Abb. 10, ersieht man, daß der Antriebmotor bei Beginn des Lagenregelungsbetriebes sein Drehmoment $\overline{BO} = \overline{AS}$ steigern muß bis auf $\overline{BH}$, worauf die Drehzahl der Ringspinnmaschine zunimmt, daß er ferner an der oberen Drehzahlwende sein Drehmoment plötzlich vom Werte $\overline{DJ}$ auf $\overline{DJ'}$ verringern muß, um dadurch die dort erforderliche Drehzahlverzöge-rung einzuleiten, daß bei Anlangen auf der unteren D[…]zahlgrenze das Drehmoment wiederum von $\overline{BH'}$ auf $\overline{BH}$ […]steigert werden muß und so fort.

Leistungsbestimmung nach dem Drehmomentenscha[…]

Drehmomentenschaubilder dieser Art, in denen b[…]bige Betriebspunkte durch zusammengehörige Werte […] Drehzahl und Drehmoment gekennzeichnet werden kön[…] sind in der Kraftmaschinentechnik vielfach gebräuch[…] da sie über alle Antriebfragen, z. B. auch über die […] Antriebleistung, in anschaulicher Weise Auskunft ge[…]

Die Leistung einer Kraftmaschine ist für einen b[…]bigen Betriebsfall

$$N_{\mathrm{PS}} = \frac{M\,n}{719}\,\mathrm{PS} \quad \text{oder} \quad N_{\mathrm{kW}} = \frac{M\,n}{982}\,\mathrm{kW}\,.$$

Bei Benutzung des Drehmomentenschaubildes, Abb. 10[…] Leistungsbestimmung ist dann an Stelle der Spindel[…]zahl sinngemäß diejenige der mit dem Antriebmotor […]kuppelten Spinnmaschinentrommel einzusetzen, wobei […] Übersetzungsverhältnis zwischen Trommel und Spi[…] das bei den meisten Ringspinnmaschinen übliche Ve[…]nis 1 : 10 nachstehend beibehalten wird. Die vom […]triebmotor abzugebende Leistung bestimmt sich dann […] beliebige Betriebspunkte, beispielsweise Punkt O, zu

$$N_{\mathrm{PS}} = \frac{\overline{BO} \times \overline{OS}}{719}\,,$$

wobei $\overline{BO}$ in mkg und $\overline{OS}$ in U/min einzusetzen ist.

Wahl der Motorgröße

Die richtige Bestimmung der Motorgröße für […] Einzelantrieb einer Ringspinnmaschine sowie die […]schiedenartigkeit der vorkommenden Motorbelastung[…]hältnisse sind mit den Erfordernissen der Lagengesch[…]digkeitsregelung eng verknüpft.

Eine bestimmte Größe des regelbaren Drehstrom[…]lektormotors ist durch das größte Drehmoment in mkg […]gelegt, das er bei seiner höchsten Drehzahl dauern[…]zugeben vermag und das nicht auf längere Zeit […]schritten werden darf, wenn der Motor nicht durch […]lastungsfolgen geschädigt werden soll. Beträgt die hö[…] Motordrehzahl beispielsweise 1200 U/min und die u[…] Grenze, bis zu der eine feinstufige verlustlose Rege[…] möglich sein soll, 600 U/min, so wird der Motor auf d[…] unteren Grenze bei Beanspruchung mit dem größtzu[…]gen Drehmoment nur rund die Hälfte der Leistung wi[…] 1200 U/min entwickeln können. Die Leistung der r[…]baren Drehstrom-Kollektormotoren wird daher gewöh[…] mit mindestens zwei Zahlen angegeben, die den b[…] Regeldrehzahl-Grenzen entsprechen. Unbeschadet d[…] Regelbarkeit ist der Kollektormotor jedoch in bezug […] seine elektrischen Eigenschaften noch an die synch[…] Drehzahl gebunden, die durch die Polzahl bedingt ist[…] bei der der günstigste Wirkungsgrad vorhanden ist[…] beträgt bei 50 Per./s im umgekehrten Verhältnis zur […] der Polpaare 2, 4, 6, 8 usw. 3000, 1500, 1000, 750 U/m[…]

Für Spinnmotoren kommt in der Hauptsache […] Synchrondrehzahl $n = 1000$ U/min in Frage. Der R[…]bereich des Kollektormotors wird teils oberhalb, […] unterhalb der Synchrondrehzahl gelegt. Der wirts[…]lich günstigste Antrieb wird erreicht, wenn die Sync[…]drehzahl möglichst nahe mit der durchschnittlich[…] meisten vorkommenden Betriebdrehzahl der Rings[…]maschine zusammenfällt. Man muß also, um den An[…]motor zweckentsprechend wählen zu können, die G[…]nummern oder den Drehzahlbereich der anzutreibe[…] Ringspinnmaschine, somit also auch ihre durchsc[…]liche Garnnummer und Betriebdrehzahl, genau erh[…]

Wenn nun die Motorgröße so gewählt ist, daß Pun[…] Abb. 10, den synchronen Vollastpunkt darstellt, so er[…] man, daß der Motor während des Beschleunigung[…]ganges, Linienzug $OHJC$, zeitweilig überlastet wird. […] den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektro[…]niker müssen Elektromotoren in der Weise überla[…] sein, daß sie zwei Minuten lang das Eineinhalbfache […] Normalstromes aushalten, wobei nach jeder Überlast[…]dauer eine so bemessene Zeitspanne normaler oder U[…]

[4]) Vergl. „Hütte", 25. Aufl., 2. Bd. S. 1014.

…ung vorausgesetzt wird, daß die durch den zeitweiligen Überstrom eintretende zusätzliche Erwärmung auf … zulässigen Wert zurückgehen kann. Diese Voraussetzung wird nun von der Ringspinnmaschine im allgemeinen erfüllt, denn es folgt bei ihr auf jedes Beschleunigungsspiel (Überlastungsspiel) eine Unterbelastung von …gerer Dauer. Für das während eines vollen Ringbank…ls vom Motor abzugebende Durchschnittsdrehmoment …gilt angenähert die Beziehung

$$(\overline{LP})^2 \frac{1}{z} + (\overline{LM})^2 \left(1 - \frac{1}{z}\right) = (\overline{LQ})^2.$$

…in z das Verhältnis der Gesamtspieldauer 1 zur Senk…er darstellt. Die Senkdauer ist gleich $\frac{1}{z}$ und die Hub…er gleich $1 - \frac{1}{z}$. Unter Berücksichtigung von $\overline{HO} = z$ … und $\overline{JC} = z \times \overline{J'C}$ sowie $z = 3$ bis 5 zeigt sich, daß … Dauerüberlastung des Kollektormotors nicht eintritt, … das größte vorkommende Beschleunigungsmoment … nicht mehr als etwa die Hälfte des von der Ring…nmaschine geforderten Grundmoments $\overline{BO}$ ausmacht. …ausgesetzt ist dabei, daß der Punkt C wirklich dem …sten vorkommenden Energiebedarf der Ringspinn…chine entspricht. Soll dieser durch eine Kraftbedarf…sung bestimmt werden, so ist dabei zu beachten, daß … Kraftbedarf von Ringspinnmaschinen unter spinntech…n gleichen Verhältnissen verschieden hoch ausfallen …n. je nach dem augenblicklichen mechanischen Be…ebszustand der Maschine.

Man kann nun die Motorgröße reichlich wählen, so … der Motor dauernd mehr oder weniger unterbelastet …ft. Nun liegen aber bei der Ringspinnmaschine nach … Art ihrer Benutzungsweise noch anderweitige An…e für zeitweiligen Betrieb mit Unterbelastung vor; … deren künstliche Vermehrung stillschweigend als …fehlenswert hingenommen wird, ist daher zu prüfen, …chen Einfluß das auf den Geschwindigkeits- und be…ders den Lagenregelungsbetrieb ausübt.

Solche Ursachen für länger dauernde Unterbelastun… des Motors bestehen einmal in einer unvollkom…enen Übereinstimmung zwischen dem Kraftbedarf ver…iedenartiger Ringspinnmaschinen mit den Leistungs…fen der gebräuchlichen Motoren, sodann in dem viel…len Wechsel der Garnnummern und zugehörigen Be…ebsdrehzahlen und schließlich in der Veränderlichkeit … Widerstandmomentes der Ringspinnmaschinen.

Der Kraftbedarf der Ringspinnmaschine, gerechnet … einem bereits bei der gedachten Spindelzahl null …handenen Anfangswerte an, verläuft nahezu verhält…gleich mit der Anzahl der eingebauten und anzutrei…den Spindeln. Bei der Bemessung der Motorgrößen … man also mit ganz verschiedenartigen Werten des …aftbedarfs von Ringspinnmaschinen zu rechnen. Da…gen können die Drehstrom-Kollektormotoren, wie … Kraftmaschinen, aus wirtschaftlichen Gründen nur … verhältnismäßig wenigen Bauarten ausgeführt wer…, bei denen der Leistungssprung aus Normungsgrün… im allgemeinen gleich $\sqrt{2}$ gewählt wird. Bezeich… der Punkt C, Abb. 11, den Vollastpunkt einer be…mten Motorgröße, dann ist also das Vollast…ent der nächsten kleineren $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}7$ mal so groß, … auf der gleichen Drehzahlhöhe nur bis zum … C' reichen. Ist nun eine Ringspinnmaschine mit … solchen Spindelzahl anzutreiben, daß das für sie …derliche Antriebdrehmoment gerade etwas über den … C' hinausfällt, so muß man den nächstgrößeren … nehmen, also auf der oberen Drehzahlgrenze mit … dauernden Unterbelastung von rd. 30 vH rechnen.

Bei weitgestecktem Bereich der auf einer Ma… zu spinnenden Garnnummern kommt es vor, daß … niedrigste Nummer eine Drehzahl von etwa nur … Hälfte der synchronen Drehzahl und mit entsprechend …größerem Lagenregelungsbetrag gewählt werden muß. … in Abb. 10 eingezeichnete Beschleunigungsfläche …de dadurch etwa in die Lage II, Abb. 11, gerückt erscheinen und der Antriebmotor in diesem Falle nur etwa zur Hälfte belastet werden.

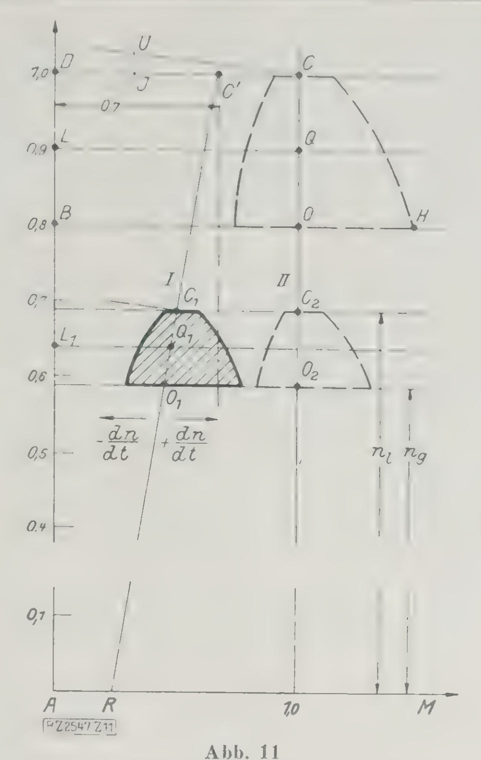


Abb. 11
Lagenregelungsvorgang für niedrige Garnnummer, untere Drehzahlgrenze.

Schaulinie I Ringspinnmaschinen - Widerstandmoment veränderlich nach Linie $C'R$
„ II Ringspinnmaschinen - Widerstandmoment unveränderlich nach Linie C_2O_2
DC Motor-Vollastmoment
n_g Trommel-Grunddrehzahl in 1 min, in Teilen der synchronen Drehzahl des Motors
n_l Trommel-Lagendrehzahl in 1 min, in Teilen der synchronen Drehzahl des Motors

Weiterhin wurde bisher die stillschweigende Voraussetzung gemacht, Abb. 8 bis 11, daß das Widerstandmoment der Ringspinnmaschinen, das sich aus einer Kraftbedarfmessung zu $M_w = \frac{N\,719}{n}$ mkg bestimmt, von der Drehzahl unabhängig, daß also die Linie $\overline{OC}$ in Abb. 10 und 11 eine senkrechte Gerade sei. Dies trifft nun günstigsten Falles für eine Maschine mit Kugellagern zu. Für die Mehrzahl der Fälle haben jedoch die Messungen ergeben, daß das Widerstandmoment der Ringspinnmaschinen mit sinkender Drehzahl kleiner wird, so daß sich die Drehzahlen etwa nach einer wie in Abb. 11 angedeuteten geneigten Linie $C'R$ anordnen, deren Lage dort maßstäblich etwa die Grenze angibt, bis zu der sich Veränderlichkeiten des Widerstandmomentes auf Grund zahlreicher neuerer Versuchsergebnisse herausgestellt haben.

Treffen die soeben erläuterten Umstände für einen Betriebsfall zusammen, so wird die erwähnte Beschleunigungsfläche etwa nach I, Abb. 11, versetzt erscheinen. Von der vollen Motorleistung $\overline{DC} \times \overline{AD}$ wird dann nur ausgenutzt $\overline{L_1Q_1} \times 0{,}64$, also rund ein Drittel.

Zwingen die Verhältnisse eine Spinnerei zur Verwendung ihrer Maschinen für weitgesteckten Garnnummernbereich, so daß neben feinen Nummern auf derselben Maschine auch gröbere gesponnen werden müssen, so wird man also trotz einwandfreier Bestimmung der Motorgröße auf längere Dauer mit einer Motorausnutzung von nur 30 bis 40 vH zu rechnen haben. Solche Unterlastungen sind beim elektrischen Einzelantrieb von Arbeitsmaschinen aus wirtschaftlichen Gründen stets unerwünscht, weil dabei Wirkungsgrad und Leistungsfaktor des Motors schlechter werden, also unnötig hoher Stromverbrauch und verringerte Ausnutzung der Stromerzeugungs- und -verteileinrichtungen die Folgen sind. Nun werden zwar die Drehstrom - Kollektormotoren

von solchen nachteiligen Folgen weniger betroffen als zum Beispiel die gewöhnlichen Asynchronmotoren; denn es gehört zu ihren Vorzügen, daß Wirkungsgrad und Leistungsfaktor auf breitem Ausnutzungsgebiet verhältnismäßig gleich hoch gehalten werden können. Die Unterbelastungsverhältnisse erfordern trotzdem beim Ringspinnmaschinen-Einzelantrieb besondere Aufmerksamkeit, weil die Sicherheit der Drehzahlregelung bei Elektromotoren im allgemeinen von den Belastungsverhältnissen doch beeinflußt wird.

Bei Bemessung der Motorgröße in bezug auf die Lagenregelung ist in erster Linie davon auszugehen, daß Überlastungen auf jeden Fall vermieden werden sollen. Dazu muß man den Garnnummernbereich der Maschine kennen und ihren Kraftbedarf an der oberen und unteren Drehzahlgrenze, wenn möglich auch den Mehrbedarf bei kalter oder noch nicht genügend eingelaufener Maschine. Fällt der für die obere Drehzahlgrenze maßgebende Kraftbedarfwert nahe zusammen mit der Nennleistung des in Frage kommenden Motors, so daß wenig oder gar kein Leistungsrückhalt vorhanden ist, und erweist sich dabei ferner das Widerstandmoment der Maschine als ziemlich unveränderlich, also $\overline{OC}$ in Abb. 11, nahezu senkrecht verlaufend, so empfiehlt sich, um nicht ohne Not zum nächstgrößeren Motor greifen zu müssen, vorher eine Nachprüfung des höchstvorkomm[en]den Beschleunigungsmoments, $\overline{OH}$ in Abb. 10 und [...] Dazu braucht man die früher besprochenen spinnte[ch]nischen Angaben für die höchste Garnnummer. [...] deren Lagenregelvorgang fällt diese Beschleunigung [...] um so höher aus, je kürzer die Ringbankspieldauer, i[ns]besondere der auf das Senken entfallende Anteil, und [je] kleiner der Ringdurchmesser ist.

Zusammenfassung

In den vorstehenden Ausführungen ist, ausgeh[end] von den spinntechnischen Erfordernissen, die Grunddr[eh]zahl- und Lagendrehzahl-Regelung unter Übergang [...] die den Drehzahlveränderungen entsprechenden Beschl[eu]nigungs- und Verzögerungsverhältnisse in einer solch[en] Form dargestellt worden, daß daraus bestimmte, für [den] Entwurf und die Handhabung von Ringspinnmaschin[en] Einzelantrieben rechnerisch verwertbare Schlußfol[ge]rungen gezogen werden können hinsichtlich des mecha[ni]schen Verhaltens der Spinnmaschinen und der Belastun[gs]verhältnisse und Größenbemessung der Antriebmotor[en].

Die gewählte Behandlungsweise erbringt aber n[och] weitere für den Entwurf solcher Antriebe bemerke[ns]werte Erkenntnisse[5]). [B 254...]

[5]) Vergl. „Siemens-Zeitschrift" Bd. 9 (1929) Nr. 4

Der Linealspinnregler

Von Obering. NULLAU, Berlin

Vorgetragen in der Aussprache zu dem Vortrag von Dr. Oertel in der Textiltagung am 17. und 18. November 1928 in Stutt[gart]

Beschreibung eines neuen Spinnreglers zur Erhaltung gleichbleibender Fadenspannung beim Spinnen. Als Anhalt für die Drehzahlregelung dient die Kopsform. Die Grunddrehzahl wird unter Berücksichtigung der kegeligen Hülse entweder von der Bewegung des Ringbankhebels oder von der der Ringbank selbst ausgehend geregelt.

Die in der Praxis seit langen Jahren verwendeten Kurvenscheibenregler oder Nockenregler haben sich, bis auf einzelne Ausnahmen, nicht bewährt. Sie sind sehr schwer einzustellen und haben verschiedene Nachteile, die sich in der Praxis derart auswirken, daß man lieber mit gleichbleibender Drehzahl, als mit angeschlossenem Spinnregler den Betrieb aufrecht erhält.

Der Nachteil ist wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß die bisher vorhandenen Spinnregler mittelbar arbeiten, weil sie die Bewegung der Herzradwelle auf eine Kurvenscheibe und die Bewegung des Schaltrades der Ringspinnmaschine auf eine zweite Kurvenscheibe oder Nocken übertragen; erst die Abweichungen beider Kurvenscheiben werden zur Drehzahlregelung des antreibenden Motors benutzt.

Wenn man daran denkt, daß sich bei gleichbleibender Spindeldrehzahl die Fadenspannung mit dem Wickeldurchmesser ändert, und daß ferner der Wickeldurchmesser von der Bewegung des Ringbankhebels abhängig ist, so gibt es eine Möglichkeit, die Drehzahl der Spindeln durch unmittelbare Übertragung vom Ringbankhebel auf den Motor zu ändern. Es wird sich also, z. B. bei starrer Übertragung vom Ringbankhebel auf den Motorregler, der Wickeldurchmesser und die Drehzahl in Abhängigkeit von der Bewegung des Ringbankhebels ändern. Diese Anordnung wäre die einfachste Spinnreglerausführung, wenn das An- und Abspinnen nicht wäre.

Auf Grund vieler Versuche ist ein neuer Spinnregler, der Linealspinnregler entwickelt worden, dessen Besonderheit darin besteht, die äußere Kopsform als Anhalt für die Drehzahlregelung zu benutzen, und ich bin der Ansicht, daß die unmittelbare Drehzahlregelung vom Ringbankhebel aus als die günstigste anzusehen ist, was auch die guten Erfolge in der Praxis beweisen.

Die Übertragung vom Ringbankhebel auf den Motorregler zeigt Abb. 1. Beim Auf- und Niedergehen des Ringbankhebels b wird der Motorregler i verstellt und damit die Drehzahl des antreibenden Motors k entsprechend geändert. Eine Klinke h am Zugseil g begre[nzt] am Lineal die Bewegung des Motorreglers i nach rec[hts]. Das Lineal wird vom Schaltrad c aus verstellt, auf des[sen] Welle ein Seil n aufgewickelt wird, das das Lineal n[ach] oben zieht. Beim Anspinnen steht das Lineal mit [der] oberen Kante vor der Klinke h und diese verhindert [die] Verstellung des Drehzahlreglers i. Hat der Ringba[nk]hebel mehrere Bewegungen gemacht, so hat sich [das] Schaltrad gedreht, das Seil wurde aufgewickelt und [das] Lineal m nach oben gezogen. Dabei kam nach und n[ach] die Klinke auf die schräge Fläche, und somit wurde [der] Drehzahlunterschied während des Hauptspinnens [am] größten, bis er, entsprechend dem Fortschreiten des [...]spinnens, mehr und mehr verkleinert wurde. Das Linea[l] bildet man je nach den verschiedenen Formen [der] Kötzer aus.

Die Einstellung des Lineals ist sehr einfach, Ab[b. 2] und 3. Das Einstellen der Kurvenscheiben- oder Noc[ken]regler dauert nicht nur tage- sondern wochenlang.

Aber auch der eben beschriebene Linealregler [ge]nügt noch nicht den weitgehenden Wünschen der Pra[xis]. Dieser Spinnregler nimmt, wie alle bisherigen Reg[ler] nur auf die Drehzahlregelung zwischen einer eingest[ell]ten Grunddrehzahl und einer dem größten Kötzerdu[rch]messer entsprechenden größten Drehzahl Rücksicht. [Bei] eingehenden Versuchen wird man feststellen, daß, falls [die] Fadenspannung beim Anspinnen richtig ausgenutzt ist, [die] Fadenbruchzahl mit ansteigendem Kötzer immer grö[ßer] wird. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei der D[reh]zahlregelung keine Rücksicht auf die kegelige Form [...]

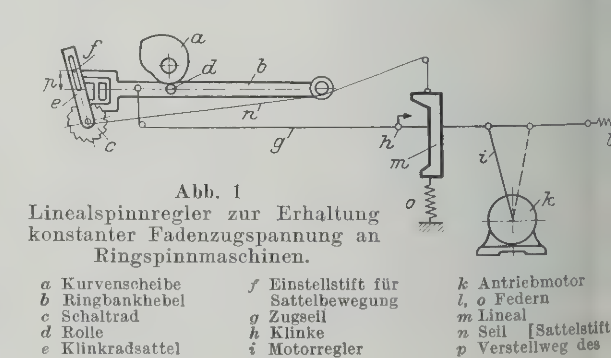


Abb. 1
Linealspinnregler zur Erhaltung konstanter Fadenzugspannung an Ringspinnmaschinen.

a Kurvenscheibe
b Ringbankhebel
c Schaltrad
d Rolle
e Klinkradsattel
f Einstellstift für Sattelbewegung
g Zugseil
h Klinke
i Motorregler
k Antriebmotor
l, o Federn
m Lineal
n Seil [Sattelstift]
p Verstellweg des

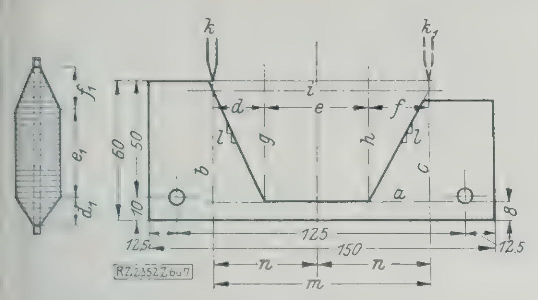


Abb. 2 und 3. Herstellung des Lineals nach der Einbauvorschrift.

Grundlinie
Anfangsenkrechte
Endsenkrechte
Anspinnen
Hauptspinnen
Abspinnen
Anspinnen } auf die
Hauptspinnen } Kopsmaße
Abspinnen } bezogen
Senkrechte für Beginn des Hauptspinnens
h Senkrechte für Ende des Hauptspinnens
i Wagrechte Kopflinie zum Zeichnen der Linealschräge
k, k_1 Anfang- und Endstellung
l gezahnte Linealschräge (Kurve)
m gesamte Länge der Spinndauer
n halbe Spinndauer

en genommen wird; denn deren Durchmesser wird oben zu immer kleiner und dabei steigt bekanntlich gleichbleibender Drehzahl die Fadenspannung. Um zu vermeiden, wurde der Doppellineal-Spinnregler, 4 bis 7, entwickelt. Das eine Lineal *a* ist wie vor- angeordnet. Ein zweites Lineal *c* soll nun die nddrehzahl, entsprechend der Kegelform, der Hülsen rn. Eine Doppelklinke *b* greift die Formschienen *c* a ab, wodurch einesteils die angestellte Grunddreh- entsprechend der kegeligen Form der Hülse, kleiner kleiner und andernteils die höchste Drehzahl, ent- hend der Kötzerform, durch das ausgefeilte Lineal estellt wird. Mit dieser Anordnung erreicht man nehr, daß die Fadenspannung bei jedem Wickelvor- n des Kötzers ausgeglichen wird, und damit auch Fadenbruchzahl gleich bleibt.

Um die Grunddrehzahl unter Berücksichtigung der gigen Hülse zu regeln, kann man auch die Be- gng der Ringbank selbst benutzen, Abb. 8. Der terschied gegenüber den vorher beschriebenen Ein- hngen liegt darin, daß man die Zugvorrichtung vom nbankhebel zum Motorregler nicht mit diesem, sondern e eine lose Rolle und dann an dem Wagenhebel, der gleiche Bewegung wie die Ringbank ausführt, be- stt. Man erreicht dadurch, daß sich die eingestellte nddrehzahl entsprechend der Bewegung des Wagen- bhubes ändert. Der Grunddrehzahlunterschied wird rn Verstellung des Angriffspunktes vom Drehpunkt s Wagenhebels eingestellt.

Bei der fortwährenden Hin- und Herbewegung des rzahlreglers durch den Ringbankhebel eilt die Motor- zahl der jeweiligen Stellung des Reglers nach. Die eilung ist um so größer, je schneller die Verstellung ert und sie ist auch je nach der Motorart verschie- n Die Nacheilung muß bei der Einstellung der Spinn- gr berücksichtigt werden.

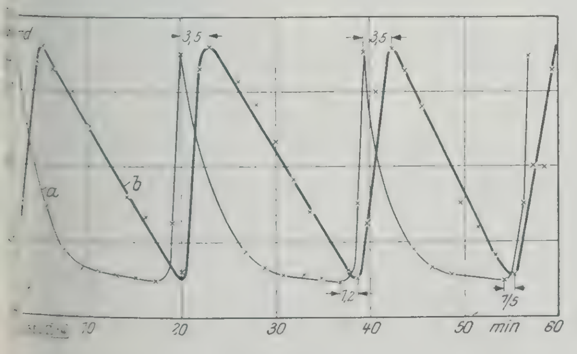


Abb. 10
Drehzahl und Leistungswechsel beim Hauptspinnen.
a Stromverlauf *b* Drehzahlverlauf

Abb. 4 Kopsform. **Abb. 5** Doppellineal. **Abb. 6** Einfachlineal.

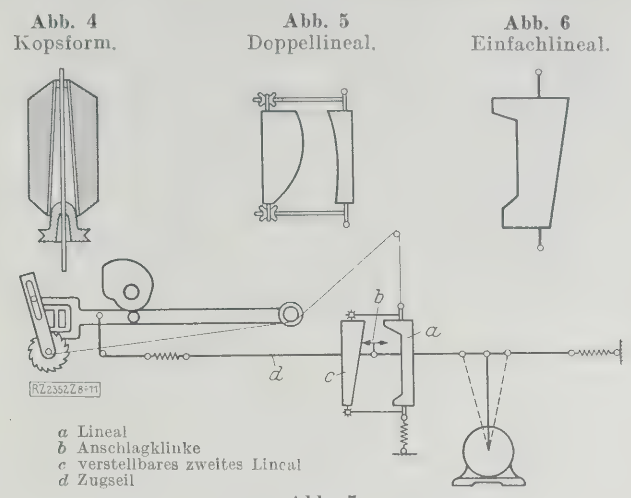


Abb. 7
Schema des Doppellineal-Spinnreglers.

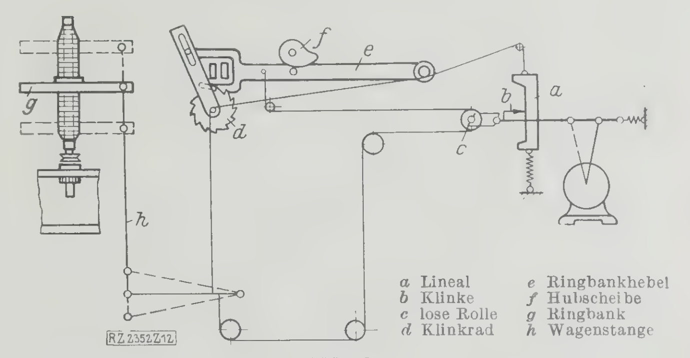


Abb. 8
Anordnung für die Regelung der Spindeldrehzahl mit Benutzung der Ringbankbewegung.

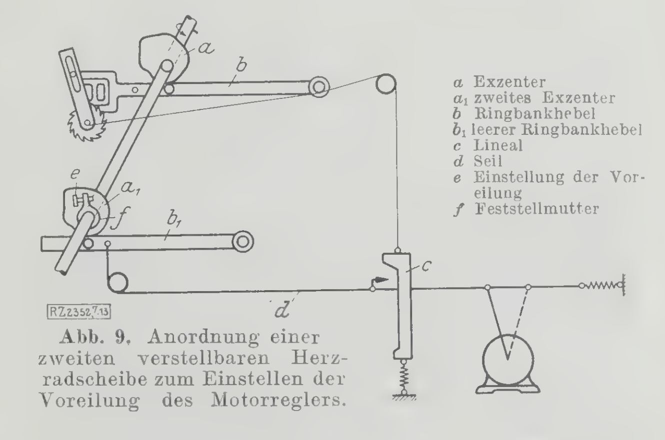


Abb. 9. Anordnung einer zweiten verstellbaren Herzradscheibe zum Einstellen der Voreilung des Motorreglers.

Ein sehr einfaches Einstellverfahren zur Ausschaltung dieses Nacheilens zeigt Abb. 9. Auf der Herzradwelle wird eine zweite mit der Herzradscheibe gleichgeformte Scheibe, aufgebracht und ein zweiter, der sogenannte leere Ringbankhebel, dadurch betätigt. Die Bewegung dieses leeren Ringbankhebels wird auf den Motorregler unmittelbar übertragen und die zweite Herzradscheibe, entsprechend der Nacheilung der Drehzahl des Motors, voreilend gestellt. Damit erreicht man, daß die Spindeln jeder Stellung des Ringbankhebels und dem damit bestimmten Aufwindedurchmesser entsprechend, mit der richtigen Drehzahl arbeiten.

Bei unmittelbarer Übertragung der Ringbankbewegung auf den Motor ist die Spindel-Drehzahllinie eine Dreiecklinie, Abb. 10, die, entsprechend dem Aufwindevorgang, von der Hülse zum großen Durchmesser schnell ansteigt und während des Aneinanderlegens des Fadens vom großen Durchmesser zum kleinen Durchmesser langsamer abfällt. Der Leistungsgewinn ist das Dreieck, das sich über 8500 Spindelumläufe erhebt.

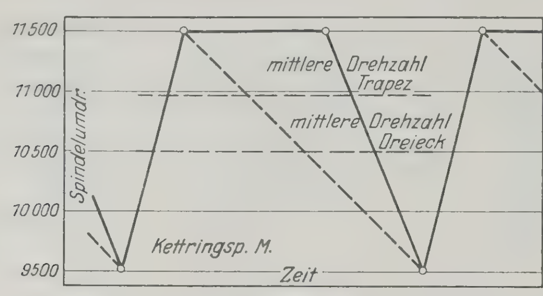


Abb. 11. Für eine Kettringspulmaschine.

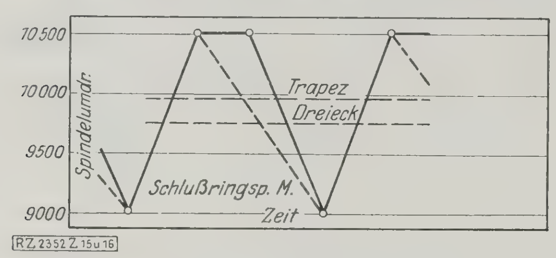


Abb. 12. Für eine Schußringspulmaschine.

Abb. 11 und 12
Vergleich von Leistungstrapez und Leistungsdreieck.

Auf Grund eingehender Versuche ist festgestellt worden, daß sich durch einfache Umstellung des Linealspinnreglers die Regelung nach Trapezform, Abb. 11 und 12, erreichen läßt. Man stellt einen künstlich erhöhten Scheitelpunkt des Dreiecks ein; der obere Teil des Dreiecks wird dann durch längeres Auflegen der Klinke auf die Formschiene, abgeschnitten. Der Leistungsgewinn wird jetzt größer, so daß die mittlere Drehzahl von 10 500 auf rd. 11 000 steigt, wie es Abb. 11 für eine Kettringmaschine zeigt. Die Fadenbruchzahl ist bei

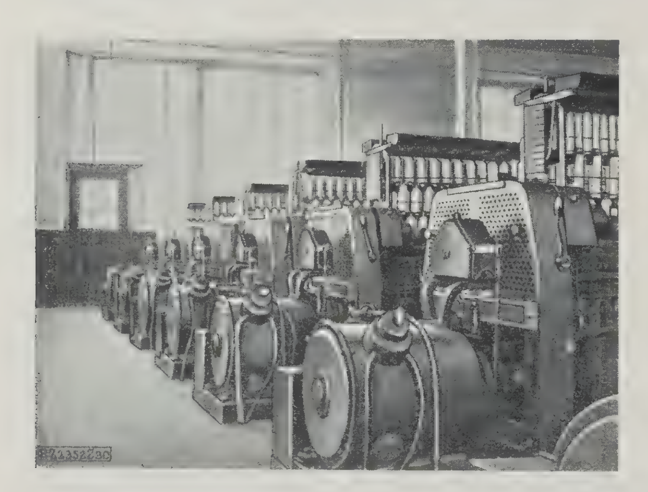


Abb. 16. Linealspinnregler, auf wassergekühlte Drehstrom-Kollektormotoren aufgebaut.

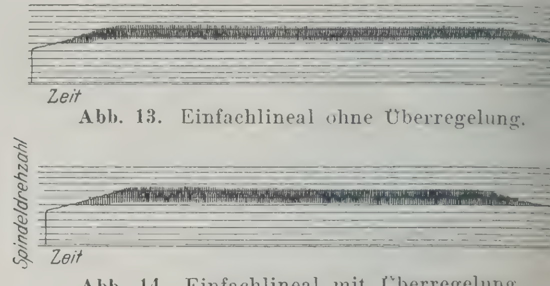


Abb. 13. Einfachlineal ohne Überregelung.

Abb. 14. Einfachlineal mit Überregelung.

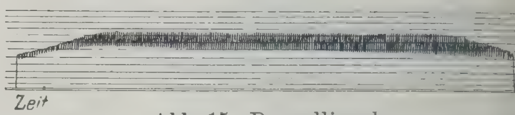


Abb. 15. Doppellineal.

Abb. 13 bis 15. Regelung der Spindeldrehzahl mit Linealspinnregler.

Trapezregelung gleich der Fadenbruchzahl bei Dre regelung.

Eine Gegenüberstellung der verschiedenen d den Linealspinnregler erzielten und mittels eines Ta graphen aufgenommenen Schaulinien zeigen Abb. 13 bi Bei Dreieckregelung, Abb. 13, wechselt die Spindel zahl zwischen der Grunddrehzahl und der höchsten und her. Die Arbeitsweise bei Einstellung auf Tra regelung zeigt Abb. 14. Die Drehzahl kommt auf Grunddrehzahllinie nur ganz kurze Zeit herunter, in Hauptsache wird die höchste Drehzahl eingehalten dabei natürlich mehr erzeugt. Bei Verwendung des Do lineal-Spinnreglers fällt die Grunddrehzahl entsprechend der kegeligen Form der Hülse stetig nach unten, um die Fadenspannung gleichmäßig zu halten, Abb. 15.

Der Linealspinnregler ist mehrfach zur Regelung von Drehstrom-Kollektormotoren geliefert worden, Abb. 16, und hat sich bewährt. Ein großer Vorteil des Linealspinnreglers liegt weiter darin, daß er auf den Antriebmotor aufgebaut, Abb. 17, also vom Erdboden entfernt wird, und daß durch eine Glasscheibe der Regelvorgang dauernd beobachtet werden kann. Die richtigen Regelverhältnisse sind in der Dauer von zwei Spinnzeiten eingestellt. Die Umstellung auf andre Regelverhältnisse bei Herstellung anderer Garnsorten oder Kötzer kann in einigen Minuten erfolgen. [B 2352]



Abb. 17. Drehstro Kollektormotor mit au bautem Linealspinnreg

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
. 73 SONNABEND, 9. MÄRZ 1929 Nr. 10

urteilung von Werkstoffen nach Kerbversuchen

Von W. SCHWINNING, Dresden

Kerbwirkungen bei elastischer Verformung (Betriebsbeanspruchungen). Kerbwirkungen bei plastischer Verformung (Gewaltbeanspruchungen). Einfluß der Bruchart. Trennungs- und Verfestigungsbruch. Bruchvorgang in Abhängigkeit von Temperatur und Formänderungsgeschwindigkeit. Einfluß der Änderung der Kerbwirkung auf den Bruchvorgang. Die Frage der Normung der Kerbschlagprobe.

ie Kerbschlagprobe gewinnt neben den üblichen Prüfverfahren als Mittel für die Beurteilung der Werkffe steigend Anerkennung. Einigung über die Art Durchführung dieser Probe ist aber bisher nicht eicht, obgleich die Ergebnisse von den Versuchsingungen in sehr starkem Maße abhängen. Es soll desb auf Grund der vorliegenden Forschungen untersucht den, worin die Sonderbedeutung der Kerbschlagprobe Ergänzung zu den üblichen Prüfverfahren (Zerreißsuch usw.) beruht, um daraus Gesichtspunkte für die suchsdurchführung und die Anwendung der Probe abeiten.

Unter Kerbbeanspruchung verstehen wir einen mehrsigen Spannungszustand, bei dem die Querzusammenhung, die die von einer Hauptzugspannung hervorufene Längsdehnung begleiten muß, stark gehemmt wird. se Art der Beanspruchung tritt außer bei den eigentlien Kerben auch bei schroffen Querschnittsübergängen r Richtungswechseln eines Konstruktionsteiles ein (z. B. Bohrungen, Keilnuten, gekröpften Kurbelwellen usw.). ist daher bei der Formgebung von Konstruktionsteilen unvermeidlich.

Diese Behinderung der Ausbildung der Querzusammenhung zeitigt verschiedenartige Wirkungen, je nachdem n das elastische oder das plastische Gebiet der Werkffverformung betrachtet.

erbwirkungen bei elastischer Verformung (Betriebsbeanspruchungen)

Im Gebiet der rein elastischen Formänderung führt die rbwirkung dazu, daß an örtlich begrenzten Stellen die annungen außerordentlich stark anwachsen, und zwar so mehr, je stärker die Hemmung der Querdehnung ist. steigt, wie *Kirsch* theoretisch gefunden hat, am Rande er zylindrischen Bohrung eines auf Zug beanspruchten eches die Spannung auf das Dreifache des durchschnitthen Wertes. *Preuß*[1]) und *Coker*[2]) haben durch Versuche Richtigkeit der Theorie bestätigt und gezeigt, daß bei em auf Zug oder Biegung beanspruchten Stabe im Kerbunde bei scharfen Kerben noch ein vielfach stärkeres Anchsen der Werkstoffbeanspruchung eintritt.

Soweit das rein elastische Gebiet, wie z. B. bei gehärten Stahl, bei dem die Elastizitätsgrenze mit der Bruchenze zusammenfällt, ausschlaggebend ist, kann dieser unnstigen Wirkung nur dadurch entgegengetreten werden, ß man bei der konstruktiven Gestaltung der Maschinenteile nach strebt, die Querzusammenziehung möglichst wenig behindern, damit die örtliche Spannungserhöhung keine zulässig starken Werte annimmt. Auch hinsichtlich der rmalen Beanspruchungen im Betriebe (Wechselbeanspruungen), bei denen die Elastizitätsgrenze nicht oder nur hr wenig überschritten werden darf, gelten zunächst ähnliche Erwägungen; denn Brüche bei millionenfach wiederholten Wechselbeanspruchungen erfolgen auch bei den weichsten und zähesten Werkstoffen ohne erhebliche plastische Verformung. Immerhin ist der Einfluß der Kerben auf die Wechselfestigkeit wesentlich geringer als die Spannungserhöhung im rein elastischen Gebiet.

So wurde z. B. bei Versuchen im Institut für Metallurgie und Werkstoffkunde, Dresden, über die in einer späteren Arbeit ausführlich berichtet werden soll, gefunden, daß bei Wechselbeanspruchung umlaufend gebogener Stäbe (Fall der umlaufenden Welle) die Bruchlast, die nach millionenfacher Wiederholung zum Bruch führt, bei gleicher Größe des Bruchquerschnittes durch eine —◡—-Kerbe bis auf das 0,7fache und durch eine ‾|_|‾ -Kerbe bis auf das 0,4fache der Bruchlast des glatten Stabes ohne Kerbwirkung herabgedrückt wurde. Dies steht in Einklang mit amerikanischen Versuchen.

Der Konstrukteur muß also, wenn bei Konstruktionen Kerbwirkungen unvermeidbar sind, diesem Umstand durch eine entsprechend geringere Wahl der zulässigen Beanspruchung Rechnung tragen. Für die Werkstoffbeurteilung im Hinblick auf die sich regelmäßig wiederholenden normalen Betriebsbeanspruchungen sind also auch in diesem Falle für den Konstrukteur in erster Linie der Widerstand gegen den Eintritt bleibender Formänderung, für den die Streckgrenze kennzeichnend ist, und die Größe der Wechselfestigkeit maßgebend.

Kerbwirkungen bei plastischer Verformung (Gewaltbeanspruchungen)

Geht man aber in das Gebiet der plastischen Formänderungen des Werkstoffes, die bei Gewaltbeanspruchungen eintreten, über, so treten grundsätzlich andre Erscheinungen ein.

Sobald die Streckgrenze im Kerbgrund überschritten wird, ändert sich die Spannungsverteilung. Dann findet ein zunehmender Ausgleich der Spannungen statt. Dies hat zur Folge, daß ein gekerbter zäher Zerreißstab, der langsam zerrissen wird, infolge der Hemmung der Brucheinschnürung eine wesentlich höhere Bruchlast ergibt, als ein glatter Stab mit gleichem Bruchquerschnitt, wie z. B. Versuche von *Rudeloff*[3]) und von *Ludwik* und *Scheu*[4]) gezeigt haben. Diese Wirkung der geänderten Spannungsverteilung im plastischen Gebiet führt also hinsichtlich der Bruchlast beim langsamen Zerreißen zu grundsätzlich andern Ergebnissen, als sie sich für die Bruchlast bei Wechselbeanspruchung ergeben.

Als Beispiel zeigen Abb. 2 bis 4 die Abhängigkeit der Zugfestigkeit (Bruchlast) k_z, der Streckgrenze σ_s und der auf den tatsächlichen Bruchquerschnitt bezogenen Reißspannung σ_r von der Kerbart und die entsprechenden Spannungs-Dehnungsschaulinien für Zerreißstäbe (Rund-

[1]) Vergl. Heft 134 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des enieurwesens, herausgegeben vom V. d. I.
[2]) Vergl. „Engineering“ Bd. 113 (1922) S. 26.
[3]) Vergl. „Baumaterialienkunde“ Bd. 4 (1899) S. 85.
[4]) Vergl. „Stahl und Eisen“ Bd. 43 (1923) S. 999.

stäbe) mit rechteckigen Eindrehungen gleicher Tiefe aber verschiedener Länge für Stahl mit 0,18 vH C. Die Stabformen sind aus Abb. 1 zu entnehmen[5]).

Die Bruchlast und die Streckgrenze nehmen mit abnehmender Kerbbreite, also stärkerer Kerbwirkung, erheblich zu. Die auf den eingeschnürten Querschnitt bezogene Reißspannung ändert sich dabei nur unerheblich. Der Steigerung der Bruchlast steht aber eine Verminderung des Volumens, das sich an der Aufnahme der plastischen Formänderungen beteiligt, und damit eine Abnahme der vom Zerreißstab aufgenommenen Formänderungsarbeit gegenüber. Hierfür sind die Flächen der in Abb. 3 und 4 gezeichneten Last-Dehnungsschaulinien kennzeichnend. Das arbeitsaufnehmende Volumen setzt sich dabei aus dem Stabvolumen, der Eindrehung und einer von der Kerbart abhängigen Übergangzone an der Kerbbegrenzung zusammen. Mit abnehmender Kerblänge nimmt deshalb die Brucharbeit ab, da das Volumen der eingedrehten Stelle abnimmt, aber auch für die kleinsten Kerblängen nur bis zu einem Grenzwert, der durch die Größe der Übergangzone bedingt ist.

Diese durch Kerben erzwungene Verringerung des verformbaren Volumens tritt augenfällig bei der Aufnahme von Fließfiguren an Kerbbiegestäben hervor. In Abb. 5 sind die Größen des Fließraumes für starkverformte verschieden tief gekerbte Stäbe gezeichnet. Man sieht deutlich, wie stark das verformte Volumen besonders bei tiefer Kerbe beschränkt wird.

Über die Beeinflussung der Größe des Fließraumes durch die Konstruktionsgestaltung und über die Art der Verteilung der darin auftretenden Formänderungen im plastischen Gebiete, die von den Werkstoffeigenschaften abhängt, liegen bisher nur wenig Untersuchungen vor. Die Durchforschung dieser Frage ist aber nicht nur für die Werkstoffprüfung, sondern auch für den Konstrukteur wichtig, um daraus Gesichtspunkte für den Einfluß der Formgebung der Konstruktionsteile auf das voraussichtliche Verhalten bei Gewaltbeanspruchungen zu gewinnen.

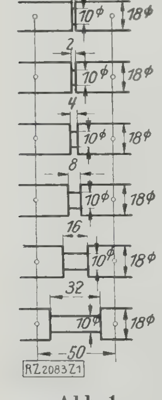


Abb. 1
Stabform für die Kerbzerreißversuche, Abb. 2 bis 4 (Kerbbreitenreihe).

Wir haben also zwei Fragen zu unterscheiden. Die eine ist die konstruktive Rücksicht auf die Formgebung, die andre der Einfluß der Werkstoffeigenschaften. Die Beschränkung des arbeitaufnehmenden Volumens tritt durch die Kerbwirkung in jedem Falle für jeden Werkstoff ein. Insofern hat also der Konstrukteur auch hinsichtlich des Verhaltens bei Gewaltbeanspruchungen gleichartige Gesichtspunkte zu berücksichtigen, wie er sie beachten soll, um die Spannungen im Kerbgrund herunterzusetzen. Er muß darauf achten, die Formgebung so zu gestalten, daß ein möglichst großes Volumen an der Formänderung nehmen kann. Das ist ein konstruktiver Gesichtspu der für jeden Werkstoff gilt. Die weitere Frage welchem Maße der von der Gestaltung abhängige F raum nun tatsächlich plastische Formänderungen Formänderungsarbeit aufnimmt, wird durch die Fe keitseigenschaften und besonders durch die auftret Bruchart des Werkstoffes bestimmt.

[5]) Die Untersuchungen sind im Institut für Metallurgie und Werkstoffkunde an der Technischen Hochschule Dresden gemeinsam mit Dr. *Flössner* (Kerbzerreißversuche), Dr. *Krüger* (Versuche über Alterung) und Dr. *Matthaes* (Untersuchungen über den Kerbbiegeversuch und den Kraftverlauf beim Schlag) durchgeführt worden. Außerdem hat Dipl.-Ing. *Dorgerloh* bei der Versuchdurchführung mitgewirkt.

Einfluß der Bruchart. Trennungs- und Verfestigungsb

Die größtmögliche Arbeitsaufnahme für einen gebenen Werkstoff wird erreicht, wenn der Bruch so folgt, daß die Kristalliten der Bruchfläche bis zu i größtmöglichen Verfestigung, also bis zur vollen schöpfung ihrer Formänderungsfähigkeit, verformt den, ehe der Bruch eintritt. Diese Bruchart, die regelmäßig bei üblichen Zerreißversuchen zäher W stoffe finden, soll als Verfestigungs- oder Formänderu bruch bezeichnet werden. Liegt dieser Fall, also v Verfestigung der Bruchflächen vor, so hängt die Arb aufnahme beim Bruch einerseits von dem durch die K art bestimmten Fließraum und der Verteilung der Fo änderungen darin und anderseits von den Werkstoffei schaften, die auch den Bruchvorgang bei dem Zerr versuch bestimmen (Formänderungswiderstand, festigungsfähigkeit und größte Dehnung im Bruchq schnitt) ab.

Insofern können wir beim Verfestigungsbruch k grundsätzlich neuen Ergebnisse des Kerbversuches genüber einem wissenschaftlich voll ausgewerteten reißversuch erwarten. Wohl aber wird der Kerbvers auch in diesem Fall geeignet sein, den Zerreißvers sehr wesentlich in dem Sinne zu ergänzen, daß er Einschnürungsvorgänge, also die örtliche Formänderu und Arbeitsaufnahmefähigkeit des Werkstoffes, weiter beleuchtet. Dies ist um so mehr von Bedeut da beim üblichen Abnahmezerreißversuch leider Brucheinschnürung wenig Aufmerksamkeit zugewe wird, obgleich gerade die Einschnürungsvorgänge wes liche Aufschlüsse über den Werkstoff bieten können.

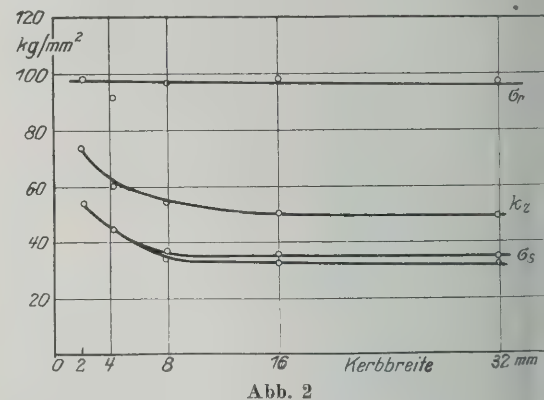
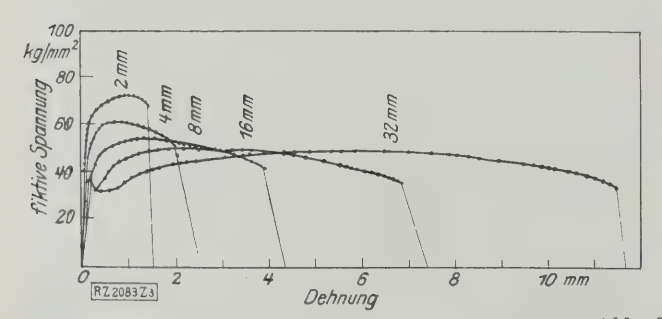


Abb. 2
Stahl S 3 mit 0,18 vH C. Abhängigkeit der Zugfestigkeit k_z, der Streckgrenze σ_s und der auf den tatsächlichen Bruchquerschnitt bezogenen Reißspannung σ_r von der Kerbart, s. Abb. 1.



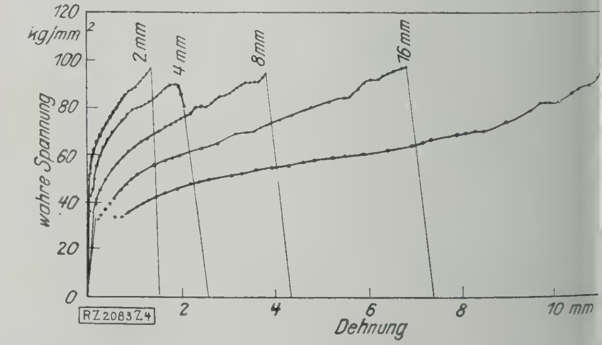


Abb. 3 und 4
Schaubilder der Beziehungen der Dehnung zur fiktiven Spannung (bez. auf den Anfangsquerschnitt) und zur wahren Spannung für Kerbstäbe aus Stahl S 3 mit 0,18 vH C bei verschiedenen Kerbbreiten, s. Abb. 1.

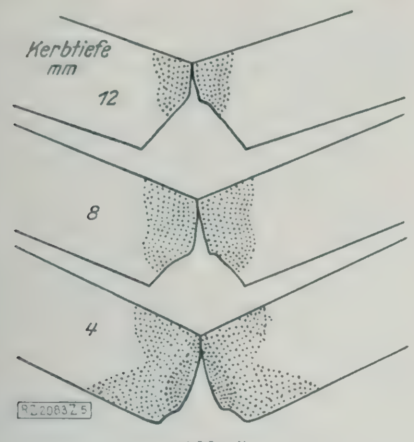


Abb. 5
Fließfiguren an Kerbbiegestäben mit verschieden tiefen Spitzkerben.

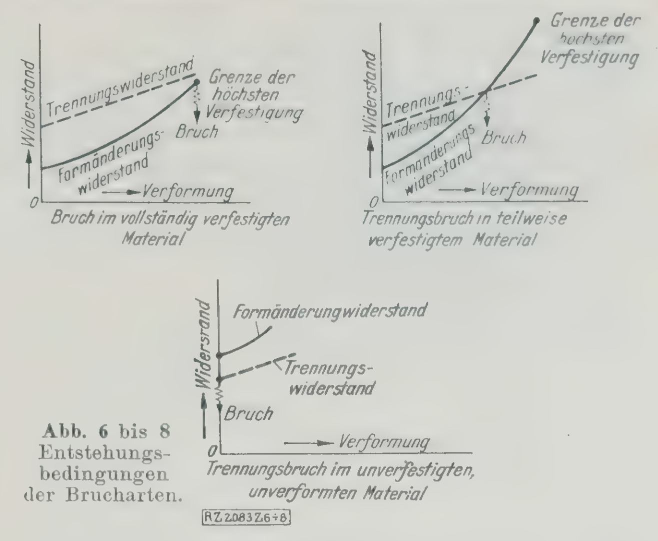


Abb. 6 bis 8 Entstehungsbedingungen der Brucharten.

Bisher ist vorausgesetzt, daß tatsächlich beim Bruch i Arbeitsaufnahmefähigkeit der Kristalliten der Bruch- the völlig ausgenutzt wird. Dies ist aber häufig iit der Fall, und es treten dann grundsätzlich ab- chende Erscheinungen auf.

Es ist bekannt, daß wir gelegentlich bei Kerbver- ien gegenüber dem üblichen Zerreißversuch völlig rraschende Ergebnisse finden. Die Kerbschlagversuche ier Arten von Gewehrlaufstäben, die ungefähr gleiche tigkeit, gleiche Dehnung und gleiche Brucheinschnü- g hatten, Zahlentafel 1, ergaben, daß die Arbeitsauf- me an dem stark angeschmiedeten Mündungsteil des n Stabes 15,4 mkg/cm² war, während sie beim andern t) durchweg nur zwischen 1,1 und 2 mkg/cm² lag. ner zeigte auch der erste Stab im weniger durch- chmiedeten dickeren Teil (Patronenlager), obgleich bei e Zerreißversuchen fast keine Unterschiede wahr- ehmen waren, beim Kerbversuch ein Herabsinken der bzähigkeit auf den zehnten Teil.

Zahlentafel 1
rbschlagversuche an Gewehrlaufstäben.

	Stahl A			Stahl B		
	Patronenlager	Mitte	Mündung	Patronenlager	Mitte	Mündung
reißfestigkeit kg/mm²	96,9	94,0	93,9	94,4	97,9	97,1
eckgrenze kg/mm²	67,7	70,9	71,0	70,2	72,0	73,5
chdehnung vH	14,0	14,4	13,2	16,4	15,7	15,6
cheinschnü- ıng . . . . vH	49,1	50,7	50,6	55,8	56,3	53,9
bzähig- eit . . mkg/cm²	1,4	15,3	15,4	1,1	2,0	1,2

Fehler in der Wärmebehandlung oder im Durch- mieden prägen sich häufig nicht oder nur wenig im reißversuch, aber außerordentlich stark beim Kerb- such aus. Solche Werkstoffe werden sich also im Ge- uch bei Gewaltbeanspruchung ungewöhnlich spröde halten können, ohne daß aus dem Zerreißversuch über Anhaltspunkte zu gewinnen sind. Gerade darin igt eine sehr wesentliche Bedeutung des Kerbversuches, sie als einziges mechanisch einfach durchführbares ifmittel gestattet, derartige Einflüsse zu prüfen.

Der physikalische Grund für ein solches Abfallen der higkeit liegt an der stärkeren Neigung des Werk- ffes zum Trennungsbruch. Für jeden Werkstoff kann Bruch unter bestimmten Bedingungen bereits vor- tig vor vollständiger Verfestigung durch Trennungs- ich erfolgen, und zwar dadurch, daß entweder der sammenhang der Kristalle nach den Korngrenzen rwunden wird, oder dadurch, daß Trennungen in den istallen nach Gleit- oder Spaltebenen auftreten.

Solcher Trennungsbruch muß, da das Verfestigungsvermögen der gebrochenen Kristallkörner nicht voll ausgenutzt wird, stets geringere Formänderung und geringere Arbeitsaufnahme ergeben, u. zw. um so niedriger, je weniger weit die Verfestigung im Augenblick des Bruches, der als Sprung eintritt, vorgeschritten war.

Ob Trennungsbruch oder Verfestigungsbruch eintritt, hängt davon ab, ob der Trennungswiderstand oder der Verformungswiderstand (Gleitwiderstand) größer ist. Solange der Trennungswiderstand größer ist, muß Verformung eintreten. Bleibt er dauernd bis zur Erschöpfung der Verformungsfähigkeit durch Verfestigung größer, so wird der Bruch erst im vollständig verfestigten Werkstoff durch Verfestigungsbruch (Formänderungsbruch) eintreten.

Ist der Trennungswiderstand von Anfang an niedriger als der Formänderungswiderstand, dann tritt der Bruch ohne jede Verformung durch Trennung, also in unverfestigtem Zustand, wie z. B. beim gehärteten Stahl, ein. Der Trennungsbruch kann aber auch in einem teilweise verfestigten Werkstoff erfolgen. Da der Formänderungswiderstand stärker als der Trennungswiderstand mit zunehmender Verformung steigt, muß in dem Augenblick, wo er größer als der Trennungswiderstand wird, der Bruch erfolgen. Der Werkstoff wird nur bis dahin verformt, also nur teilweise verfestigt sein. In jedem Falle beschränkt also der Eintritt des Trennungsbruches die Aufnahme an Formänderungsarbeit in starkem Maße. Wieweit, das hängt davon ab, welche Verfestigungsgröße erreicht wurde, ehe der Trennungsbruch eintritt. Abb. 6 bis 8 erläutern schematisch die Entstehungsbedingungen der Brucharten.

Über den Verlauf der Funktionen des Trennungswiderstandes und des Formänderungswiderstandes fehlen noch physikalisch eindeutig bestimmte Versuchunterlagen. Wir wissen aber, daß durch größere Verformungsgeschwindigkeit der Formänderungswiderstand stärker als der Trennungswiderstand steigt. Die gleiche Wirkung hat die Erniedrigung der Temperatur und endlich die Hemmung der Querzusammenziehung, also die Kerbwirkung. Bei vollständig verhinderter Querdehnung muß Trennungsbruch ohne jede Verformung erfolgen. Diese drei Einflüsse erhöhen demnach die Gefahr des Auftretens von Trennungsbrüchen, doch ist ihre Wirkung bei den einzelnen Werkstoffen sehr verschieden groß.

Die große Bedeutung des Einflusses der Kerbform, der Schlaggeschwindigkeit und der Temperatur auf die Kerbzähigkeit tritt bereits in den älteren Untersuchungen von *Ehrensberger*, *Charpy* u. a. hervor. Neuere bedeutungsvolle Untersuchungen liegen von *Mailänder*, *Moser*, *Körber*, *Stribeck* u. a. vor.[6])

Für die wissenschaftliche grundlegende Werkstoffuntersuchung ist es von Bedeutung, den Einfluß der drei

[6]) Vergl. u. a. „Stahl und Eisen" Bd. 27 (1907) S. 1797, Bd. 35 (1915) S. 392, Bd. 42 (1922) S. 405, Bd. 45 (1925) S. 409. Krupp. Mon. Bd. 2 (1921) S. 225 und Bd. 5 (1924) S. 16 und S. 48. Mitt. d. Kaiser-Wilhelm-Inst. f. Eisenforschung 1925 und 1926.

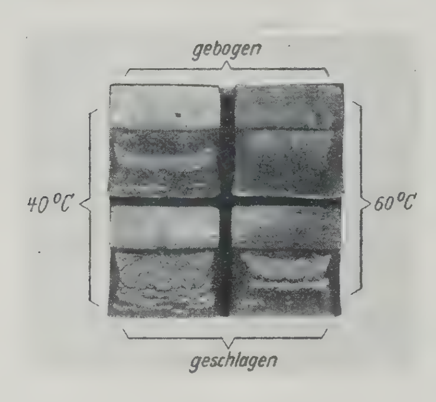
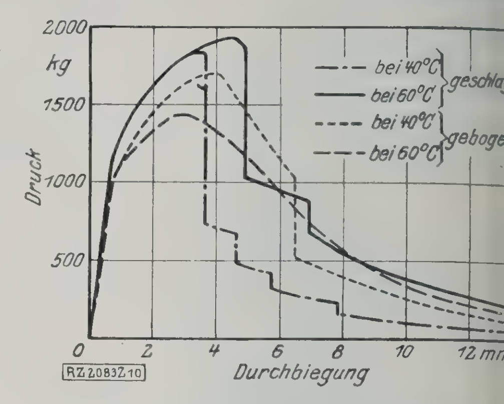


Abb. 9 und 10
Einfluß der Temperatur und der Biegegeschwindigkeit auf die Bruchart und die Kraftdurchbiegungs-Diagramme. Stahl mit 0,49 vH C.



Faktoren, Formänderungsgeschwindigkeit, Hemmung der Querzusammenziehung (Kerbwirkung) und Temperatureinfluß, getrennt zu untersuchen. Bei Abnahmeversuchen muß man sich selbstverständlich auf einen einzelnen unter besonderen Bedingungen durchgeführten Versuch einigen.

Bruchvorgang in Abhängigkeit von Temperatur und Formänderungsgeschwindigkeit

Die Wandlung der Bruchart unter dem Einfluß der Temperatur und der Formänderungsgeschwindigkeit bei gleichgehaltener Kerbwirkung zeigt Abb. 9. Es sind die Bruchflächen von vier Kerbbiegestäben (20 × 12 mm² Bruchquerschnitt mit 8 mm tiefer Spitzkerbe) aus Stahl mit 0,5 vH C, die bei 40 ° und bei 60 ° einerseits langsam gebogen, anderseits geschlagen sind. Abb. 10 zeigt die zugehörigen Kraftdurchbiegungs-Diagramme[7]). Wie aus der Betrachtung der Bruchflächen hervorgeht, gibt der bei 60 ° gebogene Stab vollständig zähen Bruch, der bei 60 ° geschlagene, sowie der bei 40 ° gebogene Stab aber bereits einen Übergangsbruch mit kristallinen Zonen doch noch überwiegend zäher Bruchfläche. Der bei 40 ° geschlagene Stab ergibt überwiegend kristallinen (spröden) Bruch. (Reiner Trennungsbruch tritt erst bei erheblich tieferen Temperaturen auf.) Betrachten wir nun die zugehörigen Diagramme, so sehen wir zunächst, daß der zähen Bruchfläche (Verfestigungsbruch) ein stetiger Diagrammverlauf entspricht, daß dagegen für jedes Stück kristalliner Bruchfläche (Trennungsbruch) ein plötzlicher Druckabfall, also eine Unstetigkeit im Diagramm eintritt.

Schon das Bruchaussehen zeigt, daß der Übergangsbruch beim Schlagversuch und beim Biegeversuch verschieden verläuft. Bei dem geschlagenen Stab befindet sich der zähe Teil der Bruchfläche größtenteils an der Druckseite des Stabes, beim gebogenen Stab dagegen an der Kerbseite. Die Erklärung dieser Erscheinung ergibt sich aus der Betrachtung der Diagramme. Betrachten wir zunächst das Biegediagramm für 40 °. Erst nach sehr erheblicher Durchbiegung, nachdem der Druck schon wieder sehr weit gesunken ist, tritt der spröde Bruch ein. Dementsprechend finden wir auf der Bruchfläche eine unter der Kerbe liegende breite Zone Verfestigungsbruch und ein daran anschließendes Stück kristalliner Bruchfläche.

Bei den Schlagversuchen steigt der Druck steiler an als bei den Biegeversuchen. Dies bedeutet offenbar, daß der Verformungswiderstand mit zunehmender Verformungsgeschwindigkeit wächst. Zu dem statischen Formänderungswiderstand des festen Stoffes kommt also noch der Bewegungswiderstand, die Viskosität, des fließenden Werkstoffes hinzu. Der hierdurch auftretende steilere Spannungsanstieg bei den Schlagversuchen führt naturgemäß dazu, daß die Trennungsfestigkeit schon bei geringerer Durchbiegung überwunden wird. Der sp Bruch tritt daher schon bei geringerer Durchbiegun und die Bruchfläche zeigt dementsprechend unter der K ein schmaleres Verfestigungsgebiet als beim Biegever Die Diagramme für den bei 40 ° und den bei 60 ° schlagenen Stab decken sich in ihrem Anfangsverlauf völlig. Daß bei 40 ° der spröde Bruch schon bei gerin Durchbiegung und geringerem Druck eintritt als bei spricht dafür, daß die Trennungsfestigkeit mit abneh der Temperatur sinkt. Der bei 60 ° gebogene Stab gar keinen Trennungsbruch. Dies kommt daher, da diesem Versuch der Druck nicht so hoch ansteigt al dem bei 40 ° gebogenen Stabe. Die auftretenden Span gen sind daher geringer und überschreiten die Trennu festigkeit nicht.

Je tiefer die Versuchstemperatur ist, um so geri wird die dem Trennungsbruch voraufgehende Verform und demnach auch die aufgenommene Brucharbeit.

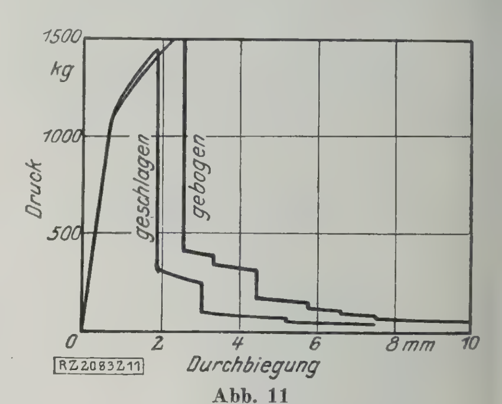


Abb. 11
Einfluß der Biegegeschwindigkeit auf den Verlauf der Kraftdurchbiegungs-Diagramme im Gebiete des Trennungsbruches.
Stahl mit 0,51 vH C; Temperatur 18 °.

Abb. 12
Einfluß der Biegegeschwindigkeit auf den Verlauf der Kraftdurchbiegungs-Diagramme im Gebiete des Verfestigungsbruches. Stahl mit 0,51 vH C; Temperatur 146 °.

7) Für die Klärung der Vorgänge war es notwendig, den Bruchvorgang selbst beim statischen und beim dynamischen Bruch durch die Aufnahme von Kraft-Weg-Diagrammen zu analysieren. Die Versuche wurden, da die geringen Formänderungswege des Kerbzerreißversuches schwierigere Versuchsbedingungen beim Schlag darstellen, für den Kerbbiegeversuch durchgeführt. Über das 1925 hierfür neu ausgebildete Untersuchungsverfahren für den Kraftverlauf beim Schlag und die damit durchgeführten Versuche ist ausführlich in der Arbeit: *Schwinning* und *Matthaes*, Die Bedeutung der Kerbschlagprobe, Forschungsheft Nr. 78 des deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 322, und der Dissertation von *Matthaes*, „Die Kerbschlagprobe und die dabei auftretenden Erscheinungen" berichtet.

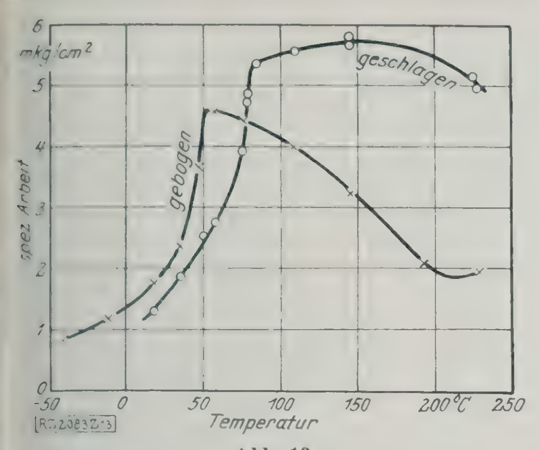


Abb. 13
Abhängigkeit der Kerbzähigkeit von der Temperatur. Stahl mit 0,51 vH C.

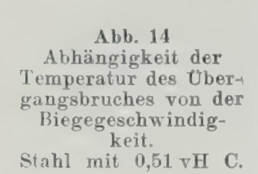
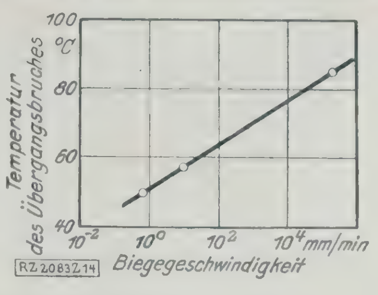


Abb. 14
Abhängigkeit der Temperatur des Übergangsbruches von der Biegegeschwindigkeit.
Stahl mit 0,51 vH C.



Gebiet der Trennungsbrüche finden wir bei gleicher peratur stets beim Schlag kleinere Formänderungen deshalb geringere Arbeitsaufnahme als bei langsamer gung, wie z. B. Abb. 11 zeigt, in der die Schaulinien Schlag- und langsame Biegung bei 18° für den Stahl rd. 0,5 vH C zusammengestellt sind.

Die Verhältnisse ändern sich aber, wenn beim Schlag- beim Biegeversuch reiner oder überwiegender Vernungsbruch vorliegt. In diesem Fall können die Formerungsarbeiten beim Schlag sehr viel höher als bei langer Biegung sein. Kennzeichnend sind hierfür die in Abb. 12 zusammengestellten Schaulinien für Biegung und Schlag bei 146°. Hier steigt bei langsamer Biegung der Formänderungswiderstand mit der Durchbiegung schneller als beim Schlag an und der Durchbruch erfolgt bereits bei erheblich geringerer Durchbiegung.

In Abb. 13 ist die Beziehung zwischen der auf 1 cm² des Bruchquerschnitts bezogenen Brucharbeit, die als Kerbzähigkeit bezeichnet wird, und der Versuchstemperatur dargestellt. Die Kerbzähigkeit geht von einer Hochlage bei höherer Temperatur, in der die Kerbzähigkeit für Schlag wesentlich höher als für langsame Biegung ist, in eine Tieflage bei niedriger Temperatur, sobald überwiegender Trennungsbruch eintritt, über. Die Übergangstemperatur ist von der Formänderungsgeschwindigkeit abhängig, derart, daß der Übergang bei größerer Geschwindigkeit (Schlag) schon bei höheren Versuchstemperaturen als bei langsamer Biegung erfolgt. Abb. 14 gibt diese Beziehung für den geprüften Werkstoff in logarithmischen Koordinaten wieder.

Im Gebiet der Trennungsbrüche nimmt die Verformung vor Eintritt des Bruches sowohl bei langsamer Biegung als auch beim Schlag mit fallender Temperatur sehr stark ab. Die Tieflage der Zähigkeit also die Zone des überwiegenden Trennungsbruches ergibt demnach für ein Material keinen unveränderlichen Geringwert der Kerbzähigkeit. Die Kerbzähigkeit sinkt vielmehr auch in der Tieflage mit fallender Temperatur noch weiter. Bei sehr niedrigen Temperaturen ist die Verformung und die Kerbzähigkeit fast null. Beachtenswert ist, daß die Arbeitsaufnahme vollständig der sichtbaren Verformung des Bruchquerschnittes entspricht.

Grundsätzliche gleichartige Ergebnisse über die Beeinflussung der Bruchart und der Formänderungsarbeit durch die Temperaturen wurden bei Kerbzugversuchen erhalten. Als Beispiel ist in Abb. 15 für Zugstäbe mit einer der Normalspitzkerbe entsprechenden Eindrehung aus Stahl mit 0,17 vH C (der jedoch durch besondere Wärmebehandlung verhältnismäßig geringe Kerbzähigkeit hatte) die Arbeitsaufnahme in Abhängigkeit von der Temperatur für langsam und durch Schlag zerrissene Stäbe wiedergegeben. Die entsprechenden Kerbzähigkeitskurven für Kerbschlagbiegeversuche (Normalspitzkerbe, Bruchquerschnitt 30 × 15 mm²) mit dem gleichen Stahl, zeigt zum Vergleich Abb. 16. Auch für Kerbzugversuche treten die drei Zonen: Verfestigungsbruch,

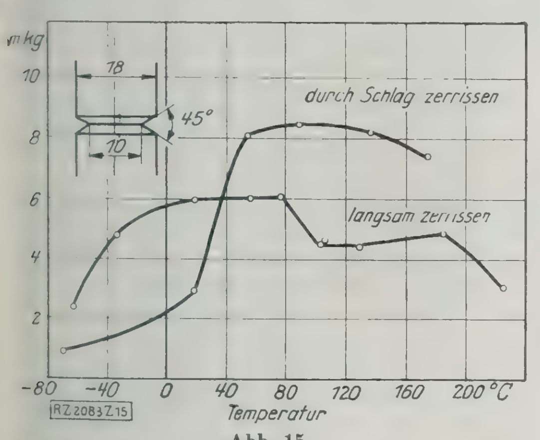


Abb. 15
Brucharbeit bei Kerbzerreißversuchen.

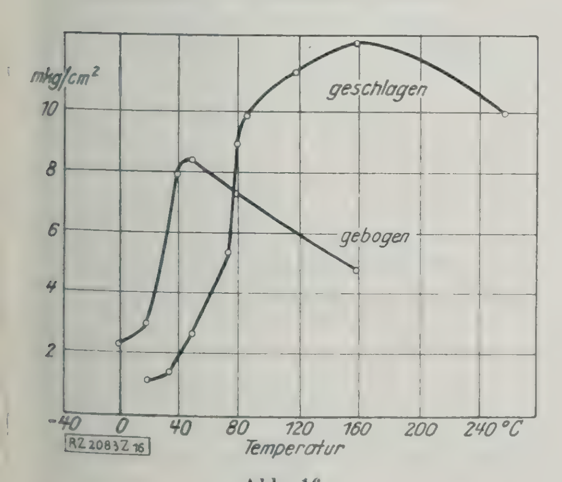


Abb. 16
Brucharbeit (Kerbzähigkeit) bei Kerbbiegeversuchen.

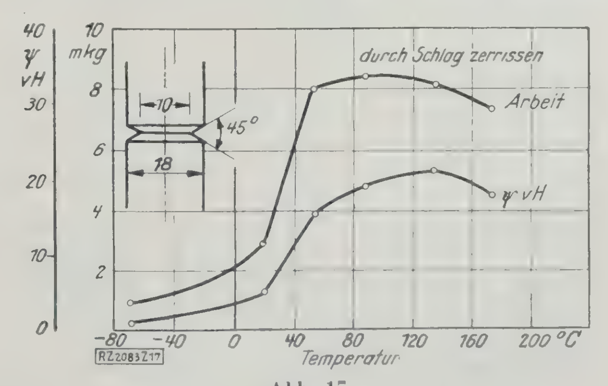


Abb. 17
Brucharbeit und Brucheinschnürung bei dynamischen Kerbzerreißversuchen.

Abb. 15 bis 17
Abhängigkeit der Brucharbeit bei statischen und bei dynamischen Kerbzerreiß- und Biegeversuchen (Spitzkerbe) von der Versuchstemperatur für Stahl L mit 0,17 vH C.

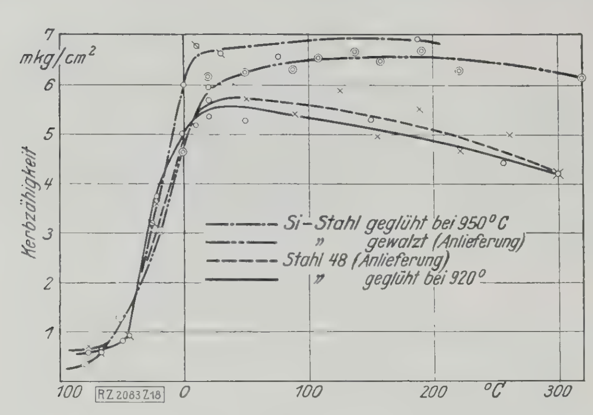


Abb. 18
Stahl 48 (0,28 vH C, 0,80 vH Mn) und Si-Stahl (0,8 vH Si, 0,18 vH C, 1,33 vH Mn).

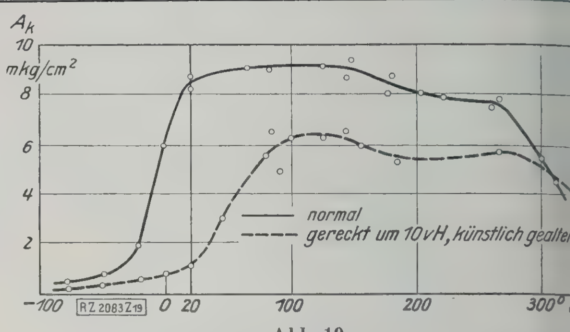


Abb. 19
Einfluß des Reckens und Alterns auf Kesselblech mit 0,07 vH C.

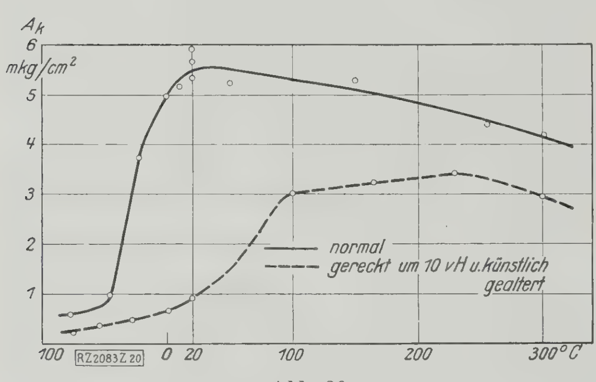


Abb. 20
Einfluß des Reckens und Alterns auf Stahl 48 (nach dem Walzen geglüht).

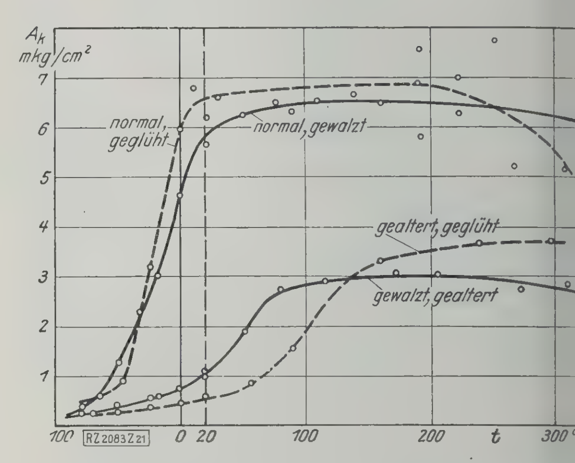


Abb. 21
Einfluß des Reckens und Alterns auf Si-Stahl mit 0,8 vH Si.

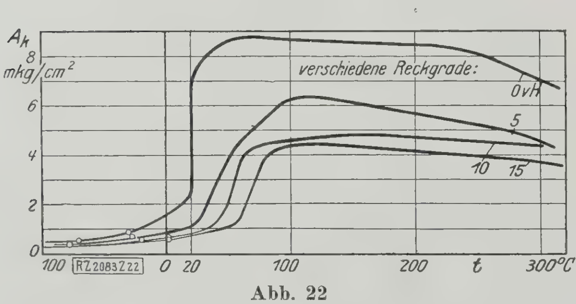


Abb. 22
Einfluß des Reckens und Alterns auf Si-Stahl mit 1,5 vH Si (0,10 vH C, 0,58 vH Mn, 1,45 vH Si) bei verschiedenen Reckgraden von 0 bis 15 vH.

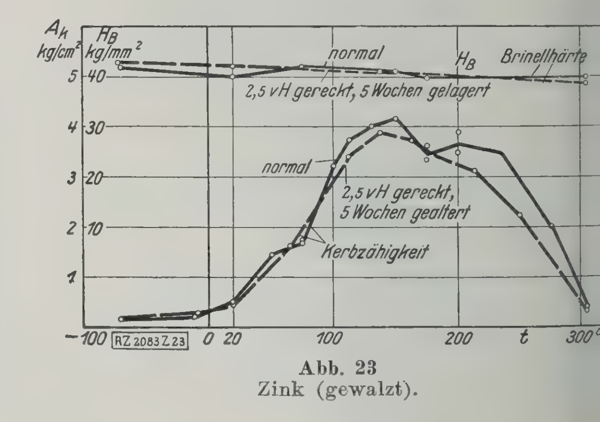


Abb. 23
Zink (gewalzt).

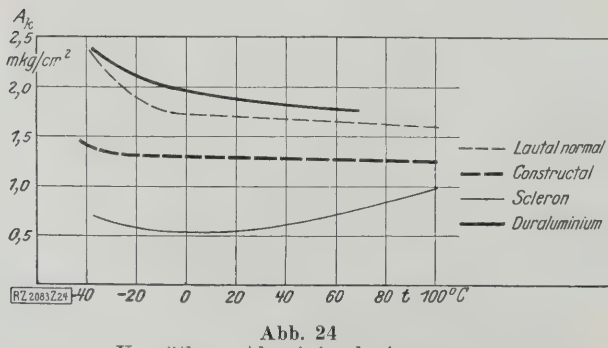


Abb. 24
Vergütbare Aluminiumlegierungen.

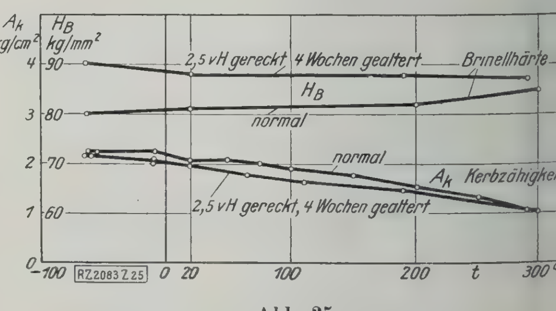


Abb. 25
Messing (gewalzt) mit 56 vH Cu.

Abb. 18 bis 25
Abhängigkeit der Kerbzähigkeit von der Temperatur.

hbruch und Trennungsbruch, in Erscheinung. Gleich- wie beim Kerbbiegeversuch ist die Arbeitsaufnahme Verfestigungsbrüchen (Hochlage) für langsames Zer- en geringer als für Schlag. Ebenso liegt auch bei Zugversuchen der Übergang zur Tieflage der Ar- aufnahme, die durch das stärker überwiegende Auf- en des Trennungsbruches gekennzeichnet ist, für lang- es Zerreißen bei niedrigerer Temperatur als für lag. Beim Kerbbiegeversuch tritt allerdings für beide ven der Übergang bereits bei höherer Temperatur i und prägt sich noch schärfer als beim Kerbzerreiß- such aus.

Auch beim Kerbzerreißversuch verläuft die Be- ung der Arbeitsaufnahme zur Temperatur gleich- g, wie die Kurve der Verformung der Bruchquer- nitte, Abb. 17, in der die Brucharbeit und die Bruch- schnürung für den Schlagzerreißversuch in Abhängig- t von der Temperatur zusammen dargestellt sind.

Sowohl für den Kerbbiegeversuch als auch für den bzugversuch bietet die Bestimmung der Abhängigkeit beitsaufnahme von der Temperatur wertvolle Auf- lüsse für die Werkstoffbeurteilung. Der Schlagbiege- such, der auch erheblich einfacher als der Zugver- h durchzuführen ist, läßt dabei den Übergang zum nnungsbruch und den entsprechenden Abfall der rbzähigkeit am schärfsten hervortreten. Allerdings nen vergleichbare Ergebnisse nur mit völlig gleichen ben gewonnen werden.

Als Beispiele für diese Anwendung des Schlagbiege- suches sind in Abb. 18 bis 25 die Abhängigkeit der rbzähigkeit von der Temperatur für verschiedene rkstoffe dargestellt. Diese Versuche sind sämtlich dem kleinen vom Deutschen Verband für die Mate- lprüfungen der Technik vorgeschlagenen Probestab mit rmalspitzkerbe und $10 \times 5\ mm^2$ Bruchquerschnitt durch- führt.

Abb. 18 gibt die Kerbzähigkeitskurven für Brücken- stahl 48 ($k_z = 51\ kg/mm^2$ $\sigma_S = 31\ kg/mm^2$ $\delta = 25$ vH) d für Siliziumbaustahl ($k_z = 56\ kg/mm^2$ $\sigma_S = 40\ kg/mm^2$ d $\delta = 26$ vH). Der Si-Stahl hat trotz seiner höheren eckgrenze sowohl geglüht als auch gewalzt, höhere rbzähigkeit als Stahl 48 und zeigt auch nicht den Ab- l der Kerbzähigkeit bei 200° bis 300°, der für Stahl 48 bachtet wird.

Fehler in der Wärmebehandlung (unzulässig hohes ühen, Fehler beim Schmieden) usw. prägen sich im rlauf dieser Kurven deutlich aus. Besonders kenn- chnend tritt der Einfluß des Alterns (Recksprödig- it), der durch ein Kaltrecken und darauf folgendes gdauerndes Lagern bei gewöhnlicher Temperatur oder rzeres Erhitzen auf rd. 200° bedingt ist, in solchen haubildern hervor. Abb. 19 zeigt die Wirkung des terns nach einem Recken um 10 vH für Kesselblech, bb. 20 für Stahl 48 und Abb. 21 für Si-Stahl mit 8 vH Si. Abb. 22 läßt den Einfluß verschiedener Reck- ade auf die Alterungssprödigkeit für einen anderen -Stahl (1,5 vH Si) erkennen. In allen Fällen wird rch das Recken und Altern der Formänderungswider- and stark erhöht. Die Kerbzähigkeit wird in der Hoch- ge auf ⅔ bis ½ des ursprünglichen Wertes herabge- ückt. Da ein großer Teil der Formänderungsfähigkeit s Stahls bereits durch das Recken verbraucht ist, erascht dies nicht. Darüber hinaus ist aber beson- rs wichtig, daß der Abfall der Kerbzähigkeit zur Tief- ge und damit zu sehr niedrigen Werten bereits bei viel heren Temperaturen als beim ungereckten Werkstoff ntritt, und zwar wie Abb. 22 zeigt, bei um so höheren emperaturen, je stärker die Reckung war. Infolge- essen erscheinen vielfach die gealterten Werkstoffe hon bei Raumtemperatur völlig spröde.

Auch Zink, Abb. 23, zeigt das starke Absinken der erbzähigkeit bei Temperaturen unter 0° und ander- its auch bei Temperaturen über 200°. Dagegen ist ne besondere Recksprödigkeit (Alterung) beim Zink icht zu beobachten.

Grundsätzlich anders verhalten sich die Leicht- etalle und die Kupferlegierungen (Messing). Die ver- ätbaren Leichtmetalle wie Lautal, Duralumin, Constructal und Scleron usw. stellen unter Berücksichtigung ihres geringen Gewichtes sehr hochwertige Konstruktionswerkstoffe dar. Zugfestigkeit, Streckgrenze und Dehnung des Duralumins und des Lautals entsprechen ungefähr den Werten des Baustahls 37.

Die Kerbzähigkeit der Aluminiumlegierungen, Abb. 24, ist bei Raumtemperatur erheblich geringer als die des Stahls in der Hochlage. Sie liegt etwa zwischen 1,3 bis 1,8 mkg/cm^2. Dagegen zeigen alle diese Leichtmetallegierungen bei niedrigen Temperaturen unter 0° kein Sinken der Kerbzähigkeit, wie es für Stahl beobachtet wird. Es tritt im Gegenteil ein Ansteigen ein. Offensichtlich nimmt der Formänderungswiderstand bei den niedrigeren Temperaturen, aber ohne den Trennungswiderstand zu erreichen, zu und damit auch die Bruchschlagarbeit. Bei sehr niedrigen Temperaturen würden sich also die Aluminiumlegierungen hinsichtlich der Kerbzähigkeit günstiger als Stahl verhalten, was für die Verwendung bei Flugzeugen in großen Höhen von Bedeutung ist. Der Konstrukteur muß aber bei der Formgebung von Konstruktionsteilen aus Leichtmetallen, mit Rücksicht auf die geringere Kerbzähigkeit bei Raumtemperatur, Kerbwirkungen noch sorgfältiger als bei Stahl vermeiden, um Fehlschläge in der Anwendung dieser neuzeitlichen hochwertigen Konstruktionswerkstoffe zu verhüten. Ungünstige Alterserscheinungen konnten bei Aluminiumlegierungen nicht beobachtet werden.

Das Gleiche gilt für Messing, Abb. 25, bei dem ebenfalls kein Sinken, sondern eine Erhöhung der Kerbzähigkeit bei Temperaturen unter 0° eintritt.

Einfluß der Änderung der Kerbwirkung auf den Bruchvorgang.

Durch die betrachteten Versuchsreihen ist der Einfluß der Versuchstemperatur und der Formänderungsgeschwindigkeit auf die Kerbempfindlichkeit eines Werkstoffes bei gleicher Kerbwirkung gekennzeichnet. Es ist nun noch der Einfluß der Veränderung der Querspannung, also der Größe der Kerbwirkung, auf die Kerbempfindlichkeit zu betrachten.

Bereits *Baumann*[8]) und *Moser*[9]) haben gezeigt, daß bei gleicher Kerbenform durch Vergrößerung der Stabbreite, also Verstärkung der Kerbwirkung, ein Übergang von der Hochlage zur Tieflage der Kerbzähigkeit ohne Temperaturänderung eintreten kann. Gleichartige Wirkungen erreichte *Mailänder*[10]), indem er die Kerbwirkung durch Vergrößerung des Bohrungsdurchmessers bei der Charpyprobe änderte.

Die Wirkungen der Änderungen der Kerbart können nun sehr verschiedenartige Ergebnisse zeitigen. Als Beispiel ist in Abb. 26 und 27 der Einfluß der Temperatur auf die Kerbzähigkeit (Schlagbiegeprobe) für einen geglühten Flußstahl *b* mit 0,04 vH C und für einen Maschinengußstahl *a* mit 0,47 vH C bei Rechteckkerben gleicher Tiefe (10 mm) aber verschiedener Breite und der Normalspitzkerbe mit gleichem Bruchquerschnitt ($20 \times 10\ mm^2$) dargestellt. In Abb. 28 ist umgekehrt die Abhängigkeit der Kerbzähigkeit von der Kerbenbreite bei diesen Rechteckkerben für verschiedene Temperaturen zusammengestellt. Man sieht, wie verschiedenartig die Werkstoffe im Vergleich zueinander, je nach der angewandten Kerbenform, beurteilt werden können. Die stärkste Kerbwirkung zeigten dabei die ganz schmalen Rechteckkerben und die Spitzkerbe.

Auch durch verschieden tiefe Kerben bei gleichbleibender Höhe und Breite des Probestabes kann der Einfluß der Kerbwirkung auf das Eintreten spröden Bruches, also die Kerbempfindlichkeit, geprüft werden. Dabei ist aber ebenfalls zu beachten, daß sich der Fließraum bei verschieden tief gekerbten Stäben in recht komplexer Weise ändert. Bei flachen Kerben, vergl. Abb. 5, nimmt ein erheblicher Stabteil an der Formänderung teil. Von einer Kerbtiefe gleich etwa ein Viertel der Stabhöhe an, wird die Formänderung in der Hauptsache auf die

[8]) Z. Bd. 56 (1912) S. 1311.
[9]) Krupp. Mon. Bd. 5 (1924) S. 48.
[10]) „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 1752.

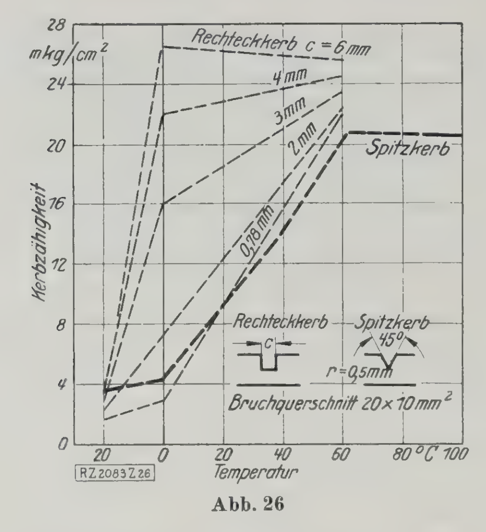


Abb. 26

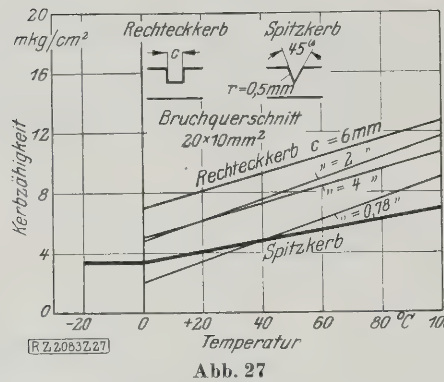


Abb. 27

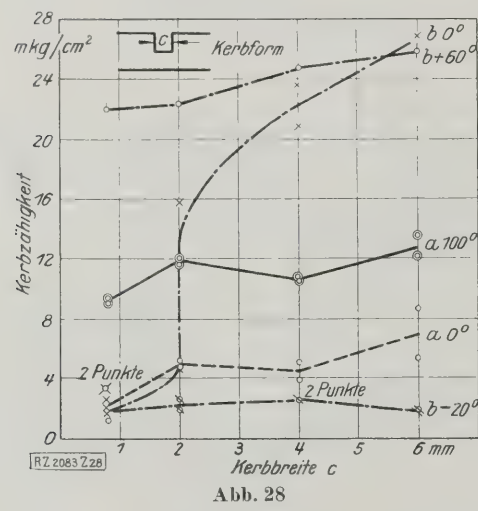


Abb. 28

Abb. 26 bis 28
Einfluß der Temperatur und der Kerbenbreite auf die Kerbzähigkeit bei verschiedenen Kerbenformen.

Umgebung der Kerbe beschränkt. Dabei nimmt aber die Größe des Fließraumes mit weiter wachsender Kerbtiefe wesentlich schneller ab, als die Höhe des verbleibenden Bruchquerschnittes, Abb. 5. Dies führt dazu, daß auch in der Hochlage die Kerbzähigkeit sehr stark mit wachsender Kerbtiefe sinkt, und damit das Erkennen des Einflusses eines Übergangs zum Trennungsbruch, also der eigentlichen Kerbempfindlichkeit erschwert[11]).

Ähnliche Betrachtungen gelten bei verschieden starken Kerbausrundungen, bei denen ebenfalls schwierig zu übersehende Änderungen der Größe des Fließraumes und des Einflusses der Verteilung der Formänderungen in ihnen auftreten können. Versuche mit Reihen von solchen Kerbformen können für den Konstrukteur in Sinne sehr lehrreich sein, daß sie Anhaltspunkte die Wirkung verschiedenartiger Formgebung von K struktionsteilen geben.

Für die Untersuchung des Einflusses der Verän rung der Kerbwirkung auf die Neigung zum Trennun bruch (Kerbempfindlichkeit) sind aber Versuchsreil bei denen die Kerbwirkung nur durch Änderung Probenbreite gändert wird, dagegen Kerbtiefe, Kerbf und Höhe des Bruchquerschnittes unverändert blei am meisten geeignet, da bei solchen Proben die Gr des Fließraumes annähernd der Probenbreite, also a dem Bruchquerschnitt verhältnisgleich ist[12]).

Die Frage der Normung der Kerbschlagproben.

Mit Rücksicht auf die sehr großen Unterschiede Einflusses der Kerb- und Probenform sind allgen anerkannte Vereinbarungen über die Probengestalt für den Kerbbiegeversuch dringend erwünscht. Sollen vergleichende Gesichtspunkte über das Verhalten eines W stoffes in der Hochlage der Zähigkeit (also bei vollem festigungsbruch) bei konstanter Kerbwirkung gew nen werden, so kann hierfür jede Kerbenform nützl Aufschlüsse geben. Soll aber die Neigung des W stoffes zum Auftreten des spröden Trennungsbru bei Kerbwirkung, also die eigentliche Kerbempfindl keit geprüft werden, so ist eine Kerbenform mit mögli starker Kerbwirkung, also in erster Linie die tiefe S kerbe (Dreieckkerbe) angezeigt. Für eine Normung ist halb eine ausreichend tiefe Spitzkerbe besonders geei Bei flachen Kerben, deren Tiefe nicht mindestens ein tel der Probenhöhe ist, können schon sehr geringe weichungen in der Kerbtiefe, die bei der betriebsmäß Herstellung unvermeidbar sind, außerordentlich gr Einfluß auf die Ergebnisse haben. Die Norm schläge des Kerbschlagausschusses des Deutschen bandes für die Materialprüfungen in der Technik sehen dementsprechend die Spitzkerbe mit einer Kerb gleich 0,4 der Probenhöhe vor. Um gleichmäßige stellung zu gewährleisten, soll die Kerbe eine Abrund mit 0,5 mm Halbmesser im Kerbgrund erhalten. Diese K art ist besonders durch Fräsen leicht und sicher he stellen.

Für Einzelproben und für Temperaturreihen der Bruchquerschnitt für das 10 mkg - Schlag zu 10 × 5 mm², für das 75 mkg-Schlagwerk zu 18 × 9 und für das selten gebrauchte 250 mkg-Schlagwerk 30 × 15 mm² vorgeschlagen, Abb. 29 bis 35[13]). Breite Höhe des Bruchquerschnittes verhalten sich also, wie der Charpyprobe, wie 2 : 1. Es ist zweckmäßig, die S so kurz zu halten, wie es die Auflage der Pendelsch werke gestattet. Längere Stäbe geben geringere F änderungsgeschwindigkeit, doch sind Abweichungen der Stablänge oder den Auflagerentfernungen nur von

[11]) Vergl. *Schwinning-Matthaes*, a. a. O. Abb. 33 bis 44.

[12]) Vergl. Versuche von *Schüle* und *Brunner*, Intern. Verb. f. d Prüf. 1909, sowie *Moser*, s. a. Anmerkung 6.

[13]) Vergl. Zwanglose Mitteilungen des deutschen Verbandes f Materialprüfungen der Technik Nr. 3, Mai 1925, und Nr. 6, Fe 1926, Berichte des Ausschusses 10, Obmann Prof. Dr. *Stribeck*.

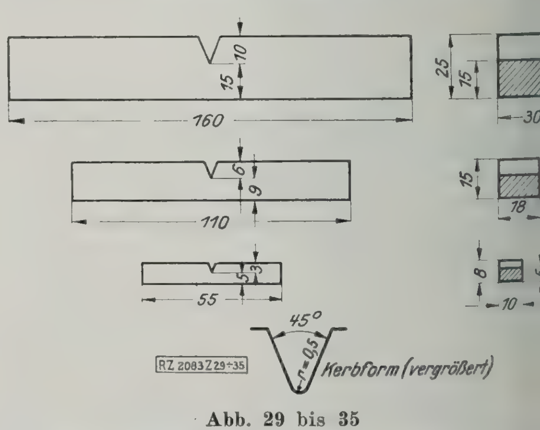


Abb. 29 bis 35
Normvorschläge des DVM für die Normung der Kerbbiegeprobe.

m Einfluß. Auch mäßige Änderungen der Fall- des Pendels haben keine ins Gewicht fallende Wir- auf die Ergebnisse.

ür Versuchsreihen, die Aufschluß über den Ein- der Änderung der Querspannung auf die Kerbemp- ichkeit bei gleichbleibender Temperatur geben sollen, iehlt es sich, die Kerbform, die Kerbtiefe und die der Bruchquerschnitte beizubehalten, dagegen die wirkung durch Änderung der Stabbreite zu ndern.

Zusammenfassung

Zweckmäßig durchgeführte Kerbversuche sind ein volles Mittel für die Werkstoffbeurteilung. Sie er- en den Zerreißversuch in dem Sinne, daß sie die ört- Formänderungs- und Arbeitsaufnahmefähigkeit des kstoffes beleuchten. Man gewinnt aus ihnen aber auch nders darüber Aufschlüsse, ob der Werkstoff in stärke- oder geringerem Maße zum Auftreten von spröden Tren- sbrüchen, durch die die Formänderungsfähigkeit eines struktionsteiles beim Bruch sehr stark herabgedrückt , neigt. Der normale Zerreißversuch kann hier- keine Anhaltspunkte geben. Deshalb sind auch versuche geeignet, Fehler in der Wärmebehand- , dem Schmieden usw. hervortreten zu lassen, die Zerreißversuch nicht beobachtet werden, aber er- ungsgemäß oft Anlaß zu Brüchen geben. Gerade in er Beziehung füllen die Kerbversuche eine Lücke aus n ergänzen die Gefügeuntersuchung wertvoll. Wichtig abei die Beachtung des Temperatureinflusses auf die zähigkeit.

Der dynamische Kerbbiegeversuch (Kerbschlagver-) läßt diese Einflüsse am stärksten hervortreten und raktisch am einfachsten durchzuführen. Er steht als prüfverfahren in erster Linie.

Als Abnahmeprüfung kommen Kerbversuche nur in Betracht, wenn es sich darum handelt, das Ver- n von Konstruktionsteilen, an denen Kerbwirkungen ermeidbar sind (z. B. durch Keilnuten, Wellen- fungen usw.) gegen Gewaltbeanspruchungen, insbeson- stoßweise wirkende Gewaltbeanspruchungen, zu prü- z. B. für den Kraftfahrzeugbau, Geschützbau usw. r das Verhalten gegenüber den normalen sich regelmäßig wiederholenden Betriebsbeanspruchungen geben die Kerbbiege- oder Kerbzerreißversuche keinen Aufschluß.

Kerbversuche geben also dem Konstrukteur keine Zahlenwerte, die er unmittelbar für die Bemessung der Querschnitte seiner Bauwerke verwenden kann. Sie können und sollen ihm nur Anhaltspunkte für die Werkstoffauswahl und für die Sicherung der Abnahme im Hinblick auf das Verhalten bei Gewaltbeanspruchungen bieten. Der Konstrukteur muß durch Formgebung und Werkstoffauswahl danach streben, daß bei jeder möglichen Gewaltbeanspruchung seiner Konstruktionsteile der verwendete Werkstoff in der Hochlage seiner Zähigkeit bleibt, also keine spröden Trennungsbrüche eintreten können. Kerbversuche ermöglichen Stahlarten, die in dieser Hinsicht infolge ihres Gefügezustandes ungeeignet sind, bei Auswahl und Abnahme auszuschließen

Vergleichbar sind nur Versuche, die mit völlig gleichgestalteten Proben, also gleicher Kerbenform und gleicher Probengröße, durchgeführt sind. Deshalb sind Vereinbarungen über die Probengestaltung und die Versuchsdurchführung, die allgemein anerkannt werden, dringend erwünscht. Die vom Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik vorgeschlagene tiefe Spitzkerbe mit schwacher Abrundung im Kerbgrunde bietet eine geeignete Grundlage für solche Vereinbarungen.

Die Festlegung solcher Normen ermöglicht die Gewinnung von Wertzahlen der Kerbzähigkeit, die für die Werkstoffbeurteilung überall vergleichbar sind. Dabei muß für die Bewertung neuer Werkstoffe die Abhängigkeit der Kerbzähigkeit von der Temperatur festgelegt werden. Für Abnahmeversuche muß man sich von Fall zu Fall auf einzelne Versuche einigen.

Die Aufstellung der Normen schließt nicht aus, daß in einzelnen Fällen für Abnahmeversuche auch gegebenenfalls Versuche mit ganzen Konstruktionsteilen oder Versuche mit geringer Kerbwirkung (z. B. Zerreißversuche mit gelochten Blechen oder Biegeversuche mit stark verringerter Kerbwirkung, die einen Übergang zu den üblichen Biegeversuchen mit ungekerbten Proben bilden), vorgesehen werden. Hierfür empfiehlt es sich nicht, Normen aufzustellen, da solche Prüfungen von Fall zu Fall den besonderen Anforderungen anzupassen sind und keine überall vergleichbaren Gütemaßstäbe zu ergeben brauchen. [B 2083]

---

800 t-Hochofen der Australian Iron and Steel Ltd.

In Port Rembla, Australien, wird ein neues Eisen- und lwerk errichtet, das nach vollkommenem Ausbau den nbedarf Australiens vollkommen decken soll. Der erste 0t-Hochofen wurde am 29. August 1928 angeblasen. Die iebsergebnisse weisen große Ersparnisse gegenüber den en alten Hochöfen von Lithgow auf, die außer Betrieb etzt wurden, um die Roheisenerzeugung in der neuen An- zusammenzufassen. Der Koksverbrauch auf 1 t Roheisen de von 1400 kg bei der alten Anlage auf 800 kg ver- ilert. Der neue Hochofen wurde von der Firma Freyn ineering Co., Chicago, entworfen.

Die Eisenerze mit rd. 65 vH Fe werden in Süd-Australien onnen und nach Port Rembla verschifft, in dessen Hafen eine Umschlaganlage mit einem 30 m hohen 25 t-Ent- kran (Greiferkran) im Gewicht von 400 t geschaffen hat. i Hochofenanlage ist 2,5 km vom Hafen entfernt. Die agen werden unmittelbar auf die Vorratbehälter des hofens (zehn je 400 t fassende Erz- und Kalksteinbehäl- und ein 400 t-Koksbunker) gefahren und entleert. Der erplatz befindet sich hinter den Vorratbehältern und il durch zwei Portalkrane (Greiferkrane) bedient.

Die Abmessungen des Hochofens betragen 5500 mm r. im Gestell, 6600 mm Dmr. in der Rast und 4650 mm r. an der Gicht. Die Höhe vom Stichloch zur Gicht- ne beträgt 26 500 mm. Der Schachtmantel besteht aus m dicken zusammengenieteten Stahlblechen und wird zehn gußeisernen Säulen getragen. Der Koks wird durch kleinern und Absieben vorbereitet. Der Schrägaufzug zwei je 5 m³ fassende Kippwagen. Das Kippgefäß kann 7) kg aufnehmen. Die Gicht hat doppelten Gichtverschluß r ist mit einem umlaufenden Verteiler ausgerüstet. Die t. wird durch zehn Windformen von 152 mm Dmr. ein- asen. Gekühlt wird mittels Seewasser (Salzwasser).

Die Gichtgase werden durch vier senkrechte Rohre abgenommen und durch zwei kurze und steile Rohre in den Staubsammler (6100 mm Dmr.) geleitet, von wo sie einem Brassert-Wascher (4200 mm Dmr., 24 000 mm hoch) und einem Theisen-Desintegrator für 920 m³/min Gas zugeleitet werden. Der Brassert-Wascher hat hölzerne Horden, die mit Meerwasser berieselt werden. Für die Dampfkessel wird das Gas unmittelbar hinter dem Brassert-Wascher entnommen, während die Winderhitzer nur mit Gas betrieben werden, das im Theisen-Wascher gereinigt ist. Die drei Winderhitzer haben je 6800 m² Heizfläche; damit werden 2200 m³/min Gebläsewind bei 2 at auf 900 °C erwärmt. Die Umstellzeit der Winderhitzer beträgt 4 min. Der Schornstein ist 69,6 m hoch. Im Kesselhaus sind drei Stirling-Babcock & Wilcox-Kessel mit je 870 m² Heizfläche für 19 at Dampfdruck und 70 °C Überhitzung mit selbsttätiger Regelung der Feuerung aufgestellt.

Ein in der Maschinenhalle aufgestelltes fünfstufiges Turbogebläse, angetrieben durch eine 6800 PS-Dampfturbine von Brown, Boveri & Cie, saugt bei 2700 U/min 2700 m³/min Wind an und verdichtet ihn auf 2,1 at. Ein liegendes Zweizylinder-Dampfkolben-Gebläse saugt bei 75 Um/min je Zylinder 1650 m³/min an. Im Kondensatorkeller befinden sich die Pumpen für das Kühlwasser des Hochofens und der Gasreinigungsanlage. Auf einem Hügel, 220 m vom Hochofen entfernt, sind ein Süßwasser-Vorratbehälter mit 1000 m³ Inhalt und ein solcher für Salzwasser mit 1600 m³ aufgestellt. Das Kühlwasser für die Oberflächenkondensatoren wird dem Meer entnommen und durch eine 1100 m lange schmiedeeiserne Rohrleitung von 900 mm Dmr. dem Werk zugepumpt.

Das flüssige Roheisen wird in 125 t fassenden Pfannen zur Gießmaschine befördert, die 50 Masseln von rd. je 35 kg Gewicht in 1 min gießt. [N 2412]

Sydney Ing. *Hans von Escher*

Das Vergleichverfahren im Betriebe der Spinnereien und Webereie

Von Dr.-Ing. B. SCHOOF, Mannheim-Waldhof

Bisher war die genaue Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Spinnereien nicht möglich. Zur Bewertung verwendet man im allgemeinen die sogenannte Durchschnittsnummer: das algebraische Mittel der gesponnenen Garne, und die Leistung je Spindel und Stunde in Gramm, oder man bedient sich eines Längenmaßes, das sich aus der Multiplikation der beiden Zahlen ergibt. Beide Angaben sind jedoch sehr unzulänglich. Eine Garnnummer wird stets im Verhältnis ausgedrückt: Länge durch Gewicht oder der umgekehrte Wert, Gewicht durch Länge. Da ein unmittelbarer Vergleich sich nicht durch ein Verhältnis ausdrücken läßt, sondern nur mit absoluten Zahlen möglich ist, sind im nachfolgenden zu diesem Zwecke praktische Umrechnungswerte aufgestellt.

Diese Arbeit beabsichtigt die Betriebe insgesamt auf eine Grundlage zu stellen, von deren Warte aus man sofort die Wirtschaftlichkeit und die Leistung untereinander vergleichen kann. Man kann nämlich durch den Vergleich zweier oder mehrerer Betriebe miteinander sofort die bessere und höhere Leistungsfähigkeit erkennen ohne Rücksichtnahme auf die Durchschnittsnummer oder Schlußzahl und ohne Rückkehr zu den Einheiten, die doch nie ein klares Bild liefern und stets nur Annäherungswerte ergeben. Im Rahmen dieser kurzen Arbeit ist von der Durchführung der wissenschaftlichen Überwachung abgesehen und der Vergleich nur auf die Spinnerei bezogen, da sich bekanntlich hier die größten Schwierigkeiten ergeben.

Das Hauptziel in den Spinnereien ist die Herstellung der Garne in höchster Menge, jedoch ohne Einbuße an Güte. Da fast jedes Werk einem Konzern, einer Interessengemeinschaft angehört oder in einem sonst engeren Verhältnis zu andern Werken steht, so erscheint es besonders wertvoll, nach einem Austausch der Erfahrungen und einer Veröffentlichung der erzielten Ergebnisse zu streben, sind doch die Bedingungen in den einzelnen Werken ganz verschieden, so der Spinnplan, die Mischungen, die Drehung der Garne, die Umlaufzahlen der Maschinen usw., und doch ist das Ziel gleich. Die sogenannte gewerbliche Inzucht erschwert ein schnelles Vorwärtskommen sehr stark.

Theoretische und tatsächliche Leistung

Wohl in den wenigstens Spinnereien wird die Gegenüberstellung der theoretischen Leistung zur tatsächlichen durchgeführt, obwohl sie von größtem Wert ist. Man begnügt sich damit, die erzielten Gesamtergebnisse in Gewicht- oder Längeneinheiten bei einer entsprechenden Durchschnittsnummer auszudrücken. Die theoretische Maschinenleistung ist dauernd gleich und braucht nur einmal festgestellt zu werden. Ihr stellt man die wirkliche Leistung gegenüber und erhält den Wirkungsgrad. In gut geleitetem Betriebe erhält man bei geübten Arbeitern, guten Maschinen und bestem Rohstoff, einen durchschnittlichen Wirkungsgrad von rd. 92 bis 96 vH. Da in den meisten Spinnereien wegen der Eintrocknung mit rd. 3 bis 6 vH Übergewicht gearbeitet wird, kommt es vor, daß man teilweise Werte bis zu 100 vH und mehr erreicht. Dieser Fehler muß in der Statistik vermieden werden. Za tafel 1 gibt einen kurzen Ausschnitt einer Wochenübe aus einer Jutespinnerei.

Wenn auch diese Wochenübersicht schon einen w lichen Fortschritt in der Beobachtung der Erzeugung stellt, so ist doch nicht ohne weiteres ersichtlich, ob der dritte oder vierte Tag das günstigere Ergebni zeitigt hat. Während am vierten Tag 0,43 kg und 1 je Spindel und Stunde bei einer Durchschnittsnummer geleistet wurden, sind am dritten Tag nur 0,40 kg und 1 bei der Durchschnittsnummer 3,042 geliefert worden wohl der Wirkungsgrad am dritten Tag für Kette Schuß 101 und 98 vH beträgt, während er am vierten nur 96 und 91 vH erreicht. Es wäre vorschnell geha wollte man dem Übergewicht allein den höheren kungsgrad zuschieben.

Zurückführen der Erzeugung auf e Normalnummer

Um nun diesen Mangel in der Beurteilung der S leistung zu beseitigen und eine unmittelbare Handhab die Bewertung der Spinnerei zu bekommen, wurden Grund monatelanger Versuche und Beobachtungen, Verlauf im einzelnen hier nicht mitgeteilt werden nach Beseitigung aller Schwierigkeiten und unter Be sichtigung aller Möglichkeiten feste Zahlenwerte aufge die die gesamte Erzeugung auf eine Einheit, di genannte Normalnummer zurückführen. Mit a Worten: Ein oder mehrere Betriebe spinnen immer und dieselbe Nummer, die sich durch die Multiplik mit den festen Umrechnungszahlen ergibt.

Die Versuche wurden bei einer einwandfreien schineneinrichtung, einem üblichen Spinnplan, einer hältnismäßig guten Mischung und unter möglichst st Verringerung der unumgänglichen Stillstände gemacht. jede Nummer wurde die günstigste Maschine gewähl mit einer wirklich guten Spinnerin besetzt. Man schu für die einzelnen Nummern Spitzenleistungen, um theoretischen Leistung möglichst nahe zu kommen. Durchschnittsergebnis aus vier Wochen Beobachtun jede Nummer wurde unter peinlichster Genauigkei Innehaltung der Garnnummer und genauer Wägunge grunde gelegt. Als Einheit wurde die stündliche Lei einer Spindel mit 0,900 kg angenommen, das entspricht der theoretischen Nummer 1,81 (Nummer 3 engl.). Nummer die etwa im Mittel der gängigen Nummern erwies sich für die Umrechnung als die günstigste.

Da die Zwischenräume zwischen den einzelnen tischen Nummern verschieden groß sind, so ergaben bei der Aufstellung der Viertelnummern (engl.) infolg mannigfaltigen Einflüsse kleine Sprünge. Zu ihrer seitigung wurden die ganzen Nummern zugrunde geleg wie man aus Abb. 1 ersieht, im Vergleich zur theoreti Schaulinie gleichmäßig ansteigen und dadurch einen weis für die Richtigkeit der Annahme liefern. Da i einzelnen Fabriken mit den verschiedensten Nummer arbeitet wird, so waren die Viertelnummern zu grob

Zahlentafel 1. Übersicht über die Wochenerzeugung einer Jutespinnerei.

Wochentag	Arbeitszeit	Tatsächliche Feingarnerzeugung								Theoretische Leistung			Durchschnitts-Nr.	Wirkungsgrad e Übergewich	
		Kette	Schuß	insgesamt	auf 1 Spindel und h	Kette	Schuß	insgesamt	auf 1 Spindel und h	Kette	Schuß	insgesamt		Kette	Schuß
	h	kg	kg	kg		m	m	m		kg	kg	kg		vH	vH
1	9	8 624	7 216	15 840	0,41	108 636	74 552	183 188	1 283	8 882,72	7 432,48	16 315	3,169	97	103
2	9	8 648	8 670	17 318	0,39	108 406	87 408	195 814	1 217	9 080,40	9 190,20	18 271	3,133	95	94
3	9	9 363	7 939	17 302	0,40	104 732	87 453	192 185	1 206	9 456,63	8 097,78	17 554	3,042	101	98
4	9	9 802	8 642	18 444	0,43	113 851	93 036	206 887	1 300	10 194,80	8 710,42	18 905	3,072	96	99
5	9	8 276	8 741	17 017	0,40	99 029	93 734	192 763	1 223	8 441,52	8 959,53	17 401	3,102	98	97,5
6	5,66	5 270	5 532	10 802	0,40	64 982	62 645	127 627	1 291	5 375,40	5 863,92	11 239	3,235	102	94
		49 983	46 740	96 725	0,41	599 636	498 828	1 098 464	1 253	51 431,47	48 254,33	99 685	3,147	98,2	97,6

urden die ganzen Num- in Achtel geteilt, was Unterschied von 75 m richt. Für den weite- Beweis für die Richtig- der angenommenen gan- nummern wurde in dem bild die Verbindung llinig hergestellt, wäh- die Achtelwerte ge- rechnerisch ermittelt den. Die eingeklammer- Zahlen geben die wirk- erzielten Ergebnisse Die Garne unter Num- 1,21 (metr.), soweit sie r Feinspinnerei gespon- werden, können ohne res mit dem Umrech- swert 0,670 behandelt den. Während z. B. die angsnummer 3 (engl.) 0,900 kg theoretischer nleistung angenommen ie, ist die praktische tung für die gleiche mer mit dem Umrech- swert 1,078 zu multi- ieren, damit man auf die nalnummer kommt. In em Falle bleibt also die tische Leistung um H hinter der theoreti- n zurück. Da, wie schon gt, die Normalnummer fähr im Mittel der fähigen Garne liegt, Trugschlüsse, wie sie der bisherigen Beurtei- auftauchen, so gut wie eschlossen.

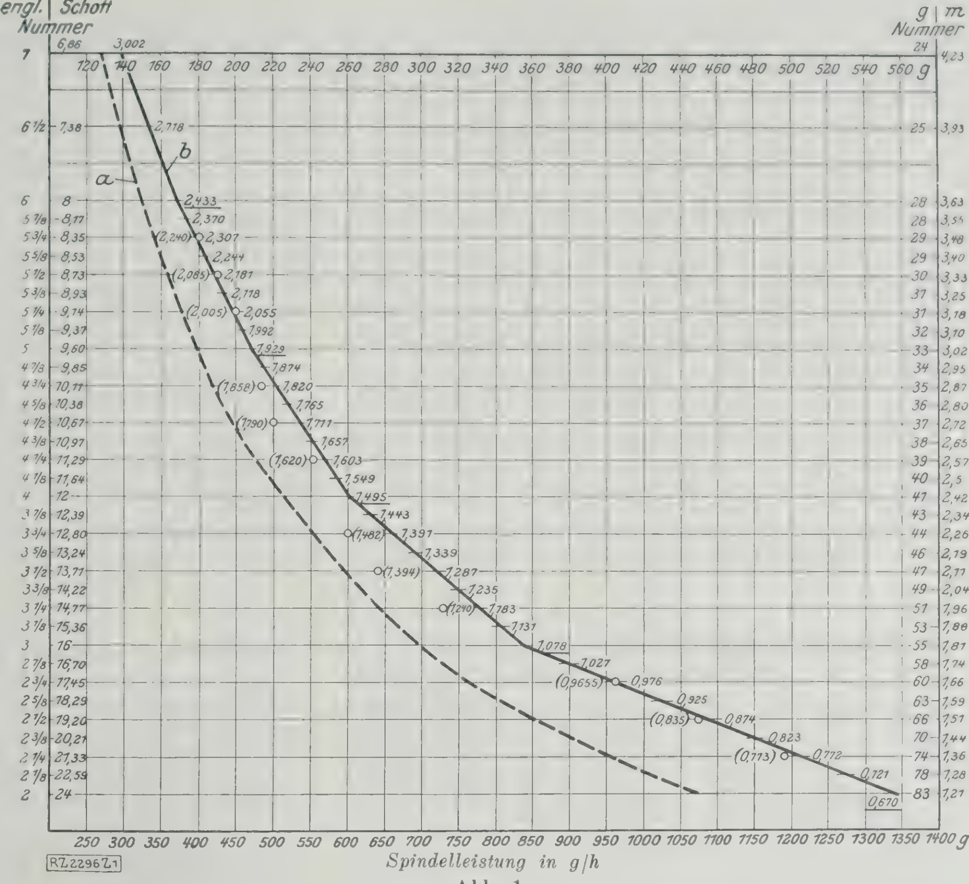


Abb. 1
Tafel der Umrechnungswerte auf die Normalnummer.
a theoretische Linie *b* praktische Linie

Es könnte der Einwurf gemacht werden, daß die Um- nungswerte nur in dem Betriebe zu verwenden wären, den sie aufgestellt werden, während für jedes andre k ein Standortwert, je nach dem Zustand des Ma- nenparks, nach der Rohjutemischung usw. eingesetzt den müßte, dessen genaue Festsetzung ziemlich un- lich wäre. Dem ist nicht so. In jedem Fall ergibt bei der Berechnung der Normalnummer ein Produkt, in der Umrechnungswert gleichbleibend und das Ge- t veränderlich ist. Da man in der Praxis nur von dem icht ausgeht, so können die Werte in gleicher Weise in jeder Fabrik benutzt werden. Eine Verschiebung der Nummerverhältnisse untereinander, d. h. eine Verschieden- artigkeit der Zwischenräume zwischen zwei vollen Num- mern, ändert jedenfalls nichts an dem Ergebnis der Normal- nummer; denn alle Verschiebungen der Zwischenräume drücken sich nur zugunsten oder zum Nachteil des be- treffenden Betriebes aus.

In Zahlentafel 2 ist das Muster einer Tagesübersicht der Feinspinnerei nach dem neuen Verfahren dargestellt, wie er ohne Mehraufwand an Arbeit in jedem Werke so- fort eingerichtet werden kann.

Im Anschluß daran noch ein Beispiel, Zahlentafel 3. für die einfache Gestaltung eines Wochenberichtes.

lentafel 2. Tagesübersicht bei einer Arbeit- zeit von 9 h

Nr. (engl.)	Güte	Art	Bestimmung	Einzelgewicht kg	Umgerechnetes Gewicht kg
3	s	Kette	Weberei	5 385	13 102
3	s 2 fach	„ Holz	„	438	1 066
3	s	Kette	Verkauf H.	593	1 443
2	ss	„	Weberei	1 303	2 513
1	s	„	Verkauf P.	722	929
3	s	„	„ P.	215	523
3	s } gefärbt	„	Weberei	291	708
3	s } gefärbt	Schuß	„	1 182	2 578
8	s	„	„	3 573	7 343
2	s	„	„	974	1 879
57	s	„	„	507	813
12	s	„	„	153	229
26	s	„	„	1 890	2 629
3	s	„	Lager	383	932
			insgesamt	17 609	36 687

Es liefen 67 Maschinen mit 4847 Spindeln,
Leistung je Spindel und Stunde 0,8410 kg
Gesamtleistung 36 687 kg Normal-Nr.
H = Holzhülsen P = Papphülsen

Zahlentafel 3. Feingarnerzeugung

Wochentag	Arbeitzeit h	Gesamterzeugung Normal-Nr. kg	Leistung auf 1 Spindel und h, Normal-Nr. kg
1	9	36 547	0,830
2	9	34 534	0,781
3	9	33 793	0,7728
4	9	36 618	0,8393
5	9	34 235	0,7924
6	5,66	22 461	0,8285

Wie schon gesagt, ist aus Zahlentafel 1 nicht ersicht- lich, welcher Tag das günstigste Ergebnis brachte. Durch Umwandlung zur Normalnummer mit Hilfe der Umrech- nungswerte, ergab sich die Reihenfolge nach der Leistungs- fähigkeit je Spindel und Stunde in der einen absoluten Zahl bei der Normalnummer folgendermaßen:

am 4. Tag 0,839
„ 1. „ 0,830
„ 6. „ 0,829
„ 5. „ 0,792
„ 2. „ 0,781
„ 3. „ 0,773

In folgendem sei ein Beispiel gegeben für den Vergleich zweier Werke untereinander. Angenommen, ein Werk A habe am Monatsende mit der durchschnittlichen Spindelleistung von 381 g/h bei einer Durchschnittsnummer von 3,321 (metr.) und der sich daraus ergebenden Länge von 1265 m, ein andres Werk B mit der Spindelleistung von 372 g/h einer Durchschnittsnummer von 2,947 (metr.) und 1096 m Länge gearbeitet, so ist es nach diesen Angaben nicht angängig, die Gewichtsleistung oder die Längenleistung unmittelbar zum Vergleich in ein Verhältnis zu bringen, da jeweils der eine Wert vom andern abhängt. Durch die Umwandlung zur Normalnummer werden jetzt zwei gleiche Verhältnisse in Beziehung gebracht, deren Ergebnis eine absolute Zahl darstellt. Nimmt man für beide Werke die zwar algebraisch richtig berechnete, praktisch aber unzulängliche Durchschnittsnummer mit in den Kauf und multipliziert die Grammeinteilung mit der zur Durchschnittsnummer gehörenden Umrechnungszahl, so ergibt sich die Leistung, ausgedrückt in der Normalnummer, mit 0,831 und 0,697, das entspricht rd. 16 vH. Das Werk A hat also in dem besagten Monat durchschnittlich um 16 vH besser gearbeitet als das Werk B.

Die absolute Zahl gibt also jetzt die genaue tatsächliche Leistung der Feinspinnerei an, und aus den Zahlengrößen einer Woche oder eines Monats, oder aus dem gleich der durch die Normalnummer erhaltenen W zweier oder mehrer Betriebe ist sofort der bessere kungsgrad zu ersehen. Bislang wurden bekanntlich Angaben in Einheiten des Gewichts oder der Läng Spindelstunde gemacht, wobei die Gewichtsangabe bei arbeitung großer Mengen grober Garne ein günstiges gebnis zeitigte, während das Ergebnis der Längeneinh verhältnismäßig ungünstig wurde. Ebenso verhielt es umgekehrt. Durch Einführung der Normalnummer f die Möglichkeiten falscher Schlußfolgerungen vollstä fort, da nur eine Nummer gesponnen wird, deren Ver nis zwischen Länge und Gewicht stets gleich bleibt. Umrechnungszahlen können aus Abb. 1 entnom werden.

Besonders geeignet erscheint das Vergleichsverfa für Syndikate, Konzerne, Vereinigungen usw., deren tung somit eine Handhabe hat, die technische Leis ihrer Werke genau zu übersehen und zu überwachen. Übersichtlichkeit und Einfachheit, die Ausschaltung Irrtümern und falschen Schlußfolgerungen, die Beseiti der Rückkehr zu den Einheiten, die Sicherheit und heit lassen ohne weiteres den großen Wert des Vergl verfahrens erkennen. [B 2296]

Einzelantrieb für Webstühle alter und neuer Bauart

In Webereibetrieben führt sich der Einzelantrieb immer mehr ein, wobei folgende Übertragungsarten angewendet werden: offene Riemenübertragung durch Wippenmotor, Riemenübertragung mittels Spannrolle, Zahnradübertragung, wobei der Motor an besonderem Motorbock befestigt und eine Rutschkupplung zwischengeschaltet ist, und ferner eine Zahnradübertragung, wobei der Motor an der Webstuhlwand befestigt ist und ebenfalls eine Rutschkupplung zwischengeschaltet ist, Abb. 1. Der letztgenannte Antrieb hat den Vorzug des geringsten Platzbedarfes, ferner kann man die Webstuhlzahnräder leicht auswechseln, sämtliche Bodenbefestigungen fallen weg, der Motor kann auch bei ganz kurzen Kurbelwellenzapfen verwendet und an alte und neue Webstühle angepaßt werden.

Der Motor weist bemerkenswerte technische Verbesserungen auf. Die Kühlluft streicht unmittelbar an dem Ständerblechpaket vorbei, den Ständer kann man leicht auswechseln und aus- und einbauen, Abb. 2. Die Luftkanäle sind reichlich bemessen, die Luftführung verläuft fast in gerader Richtung. Der Lüfter, der hinter dem vorderen, mit Öffnungen versehenen Saugschild *a* sitzt, saugt Luft an und drückt diese an dem Ständer vorbei; durch die Öffnungen des Antrieblagerschildes wird die Luft wieder ausgeblasen. Das Antrieblagerschild ist mit dem Motorgehäuse aus einem Stück hergestellt, weshalb ein Ausschlagen der Antrieblagerseite nicht mehr vorkommen kann. Der Läufer ist mit Flachkupferstäben gewickelt. Der Motor sich unter einer Dauerbelastung von 30 vH Mehrlast bewährt und weist einen guten Verlauf der Linie des kungsgrades auf, Abb. 3.

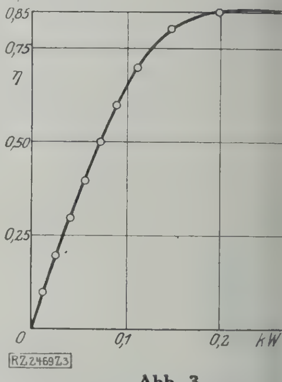


Abb. 3
Wirkungsgrad des mantelgekühl
Stephan-Motors.

Um die stoßweise Belastung, die gerade bei Webstü sehr oft vorkommt, gut zu überwinden, hat man die W bei Motoren von 0,45 PS mit 20 mm Dmr. bemessen. Au dem ist sie nicht abgesetzt, so daß Wellenbrüche kaum auftreten können. Der kräftig gehaltene Motorbock ver dert die Schwingung der Webstuhlwand. Infolge gr Überlastbarkeit eignet sich der Motor auch für Betrieb denen die Dichte der gewebten Ware stark wechselt.

Gera *H. Steng*

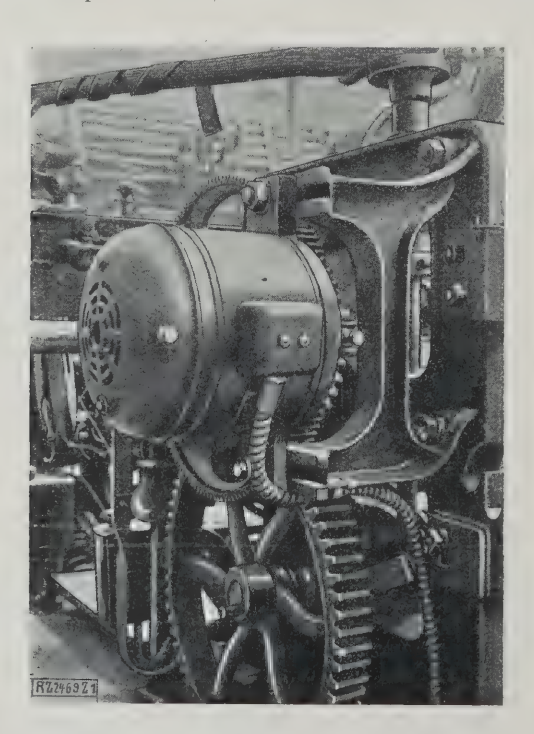


Abb. 1
Webstuhlantrieb mit einem an der Webstuhlwand befestigten Motor, Bauart *Stephan*, und Rutschkupplung.

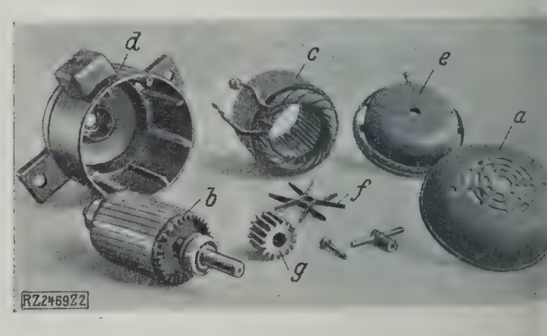


Abb. 2
Einzelteile des Motors.

a Saugschild
b Kurzschlußläufer
c Ständer
d Motorgehäuse mit hinterem Lagerschild
e vorderes Lagerschild
f Lüfter
g Antriebritzel

Akustik neuzeitlicher Sprechmaschinen

Von Dr. E. LÜBCKE, Berlin-Siemensstadt

Die den Schall kennzeichnenden Größen — Erfordernisse für klanggetreue Tonwiedergabe — Die Platte als Mittler zwischen Aufnahme und Wiedergabe — Vorteile des elektrischen Aufnahmeverfahrens — Neuzeitliche Trichterapparate — Der elektrische Tonabnehmer in Verbindung mit Lautsprechern

e Sprechmaschine soll, wie der Lautsprecher in der Funktechnik, aufgenommene Schallwellen möglichst ırgetreu dem Ohre wieder zuführen. Die Arbeit, die Entwicklung der Lautsprecher gewidmet worden ist, fruchtbringend auf die Gestaltung der Schallgeräte ewirkt. Dies ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, die Arbeiten, die sich mit der naturgetreuen Schallergabe durch Lautsprecher befaßten, der Öffentliche bekanntgegeben[1]) und nicht wie in der Sprechhinen- und Schallplattenindustrie als Geheimnisse geılt wurden. Trotzdem besteht diese Geheimniskrämerei, nders bei den deutschen Schallgerätefabriken, noch ner, obwohl die Forschungen der letzten Jahre in der aischen Akustik einen vollständigen Überblick über die rage kommenden Erscheinungen erlauben.

Die den Schall kennzeichnenden Größen

Der Schall, den das menschliche Ohr wahrnimmt, beıt aus Längsschwingungen der Luft. Er ist gekenneinet durch folgende drei Größen: die Tonhöhe, Klangfarbe und die Stärke.

Die Tonhöhe ist bedingt durch die Zahl der Schwinıren in einer Sekunde (die Frequenz). Der Hörbereich eit von etwa 16 bis 20 000 Hertz (Schwingungen in der ende). Für die klanggetreue Wiedergabe von Sprache n Musik ist ein Frequenzbereich von 16 bis 10 000 Hertz ög. Die Grundschwingungen eines Klaviers reichen 27 bis 4138 Hertz und umfassen nach der Orgel, die 16 Hertz herunterreicht, von allen Instrumenten den ıten Frequenzbereich. Hieraus erklären sich auch zum die Schwierigkeiten bei der Wiedergabe von Klaviergen, andre liegen in der Wiedergabe der Intensitätsältnisse. Für hochwertige Sprach- und Musikwieder genügen vielfach 100 bis 5000 Hertz[2]). Der Sprachich ist kleiner und geht in den Grundtönen von 80 bis Hertz.

Die Klangfarbe ist durch die Form der Luftingungen oder, bei Aufzeichnung des Klanges, durch Kurvenform gekennzeichnet. Sinusförmige Schwinızen hat man nur bei ganz reinen Tönen. Bei allen rn sind Schwingungen höherer Frequenz überlagert. se geben als Harmonische zum Grundton dem Musikg erst die Fülle und als Formanten den Sprachklängen das Kennzeichnende.

Die Stärke des Schalles hängt von mehreren Fakn ab. Bei gegebener Tonhöhe und Klangfarbe ist sie h die Stärke (Intensität) der Luftschwingungen beıgt. Für ebene Wellen ist diese physikalisch bestimmt ch

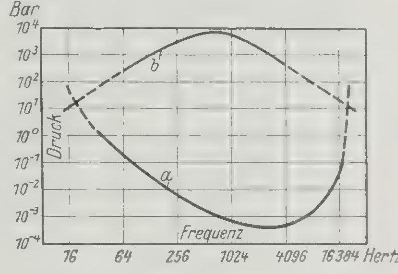
$$J = \frac{s\,c}{2}\,\omega^2 A^2 = \frac{s\,c}{2}\,V^2 = \frac{P^2}{2\,s\,c} = {}^1/_2\,P\,V\,\frac{\text{Watt}}{\text{cm}^2} \quad . \quad . \quad (1).$$

in c die Schallgeschwindigkeit in cm/s,
s die Dichte in g/cm^3,
ω die Kreisfrequenz je Sekunde $= 2\pi n$ mit der Schwingungszahl n,
A die Amplitude der Bewegung in cm,
V die Amplitude der Geschwindigkeit in cm/s und
P der Schalldruck in $g/cm\,s^2$

Mit $\frac{P}{V} = s\,c = w$ bezeichnet man den Schallderstand. Bei Kugelwellen, die in Hohlräumen ichtern) und in der Nähe einer Schallquelle auftreten, d Druck und Geschwindigkeit nicht in Phase. Der Schallwiderstand kann in solchen Fällen komplex sein, man nennt ihn entsprechend zur Elektrotechnik auch akustische Impedanz.

Die Stärke des wahrgenommenen Schalles hängt noch stark von der Frequenz ab. In Abb. 1 zeigt die untere Kurve die kleinste Druckamplitude, die bei den zugehörigen Frequenzen im normalen Ohr eine Hörempfindung auslöst, während die obere Kurve einer Druckamplitude entspricht, bei der der Vorgang vom Ohr als Schmerz empfunden wird. Innerhalb dieser Hörfläche[3]) liegen alle hörbaren Töne jeder Stärke und Schwingungszahl. Die Zahl der unterscheidbaren „Töne" beträgt rd. 300 000. Wichtig und für die Sprechmaschine von Bedeutung ist die verhältnismäßig geringe Empfindlichkeit des Ohres für die tiefen Frequenzen. Diese erfordern bei der Aufzeichnung und Wiedergabe entsprechend große Amplituden.

Abb. 1
Schwellenkurven der Hör- und Schmerzempfindung; Hörfläche.
a Kurve der Druckamplituden, bei deren zugehörigen Schwingungszahlen im normalen Ohr Hörempfindungen ausgelöst werden
b Kurve der Druckamplituden, bei deren Überschreitung für die zugehörige Schwingungszahl im normalen Ohr Schmerzempfindungen ausgelöst werden



1 Bar = 1 dyn/cm² = 1,0132 mg/cm²

Die Schallplatte als Mittler zwischen Aufnahme und Wiedergabe

In der Grammophontechnik wird der Schall (Musik, Gesang, Sprache usw.) zunächst erzeugt und durch ein geeignetes Gerät aufgenommen, auf einen Schallträger (Schallplatte, neuerdings auch Film) aufgezeichnet, von diesem wieder abgenommen und in Schallschwingungen zurückverwandelt.

Bei allen Schallplatten wird heutzutage die Flachschrift nach *A. Berliner* benutzt. Die Schreibfläche ist bei deren Aufnahme gewöhnlich eine ebene Wachsplatte, die sich um eine senkrechte Achse dreht. Der Schreibstift, mit einer Saphirspitze, bewegt sich parallel zur Platte und ritzt senkrecht zur Furche der Spirale eine den Schallschwingungen entsprechende Kurve von wechselnder Abweichung (Amplitude) von der mittleren Spirallinie, aber gleicher Tiefe. Diese Wachsplatten werden galvanisch verkupfert, und von diesen Metallmatrizen werden nach einem Preßverfahren die aus Schellack und Füllstoffen bestehenden Schallplatten hergestellt. Die normalen Durchmesser der handelsüblichen Platten betragen 25 und 30 cm. Eine innere Fläche mit 11 bis 14 cm Dmr. bleibt unbespielt. Der Abstand zweier Kurvenmitten beträgt rd. ⅓ mm. Auf einer Platte mit 30 cm Dmr. ist dann die ganze Spirale 120 bis 200 m lang. Sie wird bei 78 Plattenumdrehungen in der Minute in rd. 3 bis 4 min durchlaufen. Beim Kammerton a' ($n = 430$ Hertz) sind auf ihr rd. 100 000 Schwingungen aufgezeichnet, so daß auf eine Schwingung im Mittel 1,5 mm Länge entfallen. Für die Aufzeichnung einer Schwingung des Tones mit $n = 5000$ Hertz steht ungefähr noch 0,1 mm Länge zur Verfügung, damit hat man bei der üblichen Drehgeschwindigkeit der Platte ungefähr die obere Grenze des Frequenzbereichs erreicht. Um höhere Schwingungszahlen aufzuzeichnen, müßte die Platte schneller umlaufen; infolgedessen würde ihre Spieldauer abgekürzt. Diesen Verlust könnte man durch Engerlegen der Furchenspirale ausgleichen, wenn man die Schallkurven mit kleineren Amplituden aufzeichnen könnte.

[1]) Vergl. z. B. *H. Riegger*, Wiss. Veröff. a. d. Siemenskonzern, Bd. 3 (19) S. 67; *H. Riegger* und *F. Trendelenburg*, Z. f. techn. Physik Bd. 7 (1926) 7; *C. W. Rice* und *E. W. Kellogg*, Journ. Am. Inst. Electr. Eng. Bd. 44 (19) S. 982; *E. Gerlach*, Z. f. techn. Physik Bd. 5 (1924) S. 576; *W. Schottky*, techn. Physik Bd. 5 (1924) S. 574; *F. Trendelenburg* und *H. Back*a, Z. f. techn. Physik Bd. 7 (1926) S. 630; *W. Schottky*, Elekt. Nachr. Techn. (1925) S. 157; *F. Lüschen*, Telegr. Fernspr. Techn. 1928, Heft 5.

[2]) *B. S. Cohen*, Journ. Inst. Electr. Eng., London. Bd. 66 (1928) S. 165; *K. W. Wagner*, ETZ. Bd. 45 (1924) S. 451; *H. F. Mayer*, Elekt. Nachr. Techn. Bd. 4 (1927) S. 184; Tagung des Internat. berat. Aussch. f. d. Fernspr. verkehr (CCJ), Elektr. Nachr. Techn. Bd. 4 (1927) S. 196.

[3]) *H. Fletcher*, Bell System techn. Journ. Bd. 2 (1923) S. 145.

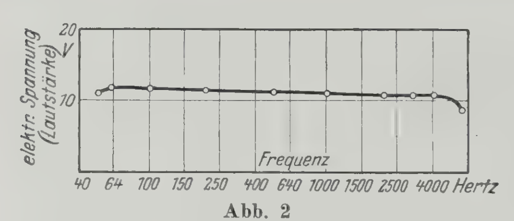


Abb. 2
Verlauf der Spannung eines elektrischen Aufnahmegerätes in Abhängigkeit von der Tonfrequenz. Die Höhe der Spannung ist der Lautstärke verhältnisgleich; bei dem vorliegenden Gerät ist sie über einen großen Bereich nahezu unabhängig von der Frequenz.

Zu Abb. 3

a Resonanzkurve eines mechanischen Schwingungssystems

b Resonanzkurve des gleichen mechanischen Schwingungssystems, aber mit eingeschaltetem achtfachen Reibungswiderstand gegenüber *a*; die Eigenschwingung tritt nicht mehr so stark in Erscheinung.

c Resonanzkurve des gleichen mechanischen Schwingungssystems. Widerstand und Elastizität sind die gleichen wie bei *a*, die Masse beträgt aber nur ein Fünftel der bei *a*. Der Frequenzbereich ist wesentlich größer.

d Resonanzkurve einer mechanischen Siebkette, der Frequenzbereich ist sehr groß.

(Amplituden und Verhältniszahlen)

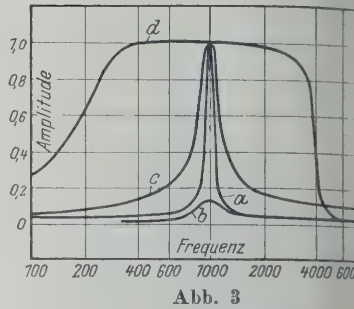


Abb. 3
Resonanzkurven verschiedener mechanischer Schwingungssyste

Wodurch ist überhaupt die Amplitude A der aufgezeichneten Schallkurve a gegeben? Wir haben in der Luft im Schallfelde einen einfachen Schall der Form

$$p = P \sin \omega t,$$

worin t die Zeit ist; dieser Schall wird auf der Platte aufgezeichnet als Schallkurve

$$a = A \sin \omega t.$$

Bei der Wiedergabe kann man in erster Annäherung mit einem gleichbleibenden Schallwiderstand w rechnen, d. h. die von dem Schallsender (Membran oder Trichter) an das Schallfeld abgegebene akustische Energie bleibt je Flächeneinheit über den ganzen Frequenzbereich annähernd gleich. Die Intensität bestimmt sich also nach Gl. (1) zu: $J = \frac{s\,c}{2} V^2 = \frac{1}{2}\, w\, V^2$, d. h. verhältnisgleich dem Quadrat der Geschwindigkeitsamplitude. Aus dem letzten Ausdruck der Gl. (1) folgt, daß unsre Aufzeichnung für gleiche Drücke P im Schallfeld gleiche Geschwindigkeiten V ergeben muß. Es wird dann

$$A \approx \frac{P}{\omega} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)^{3a)}.$$

Die bei der Abnahme durch Reibung auftretenden Nadelgeräusche bedingen, daß man in dem akustisch wirksamsten Bereich, Abb. 1, diese Amplitude A nicht viel unter 0,1 mm wählt. Man kommt dann am unteren Ende des Schallspektrums sehr bald an einen Punkt, wo die Amplituden A wegen der geringeren Empfindlichkeit des Ohres für tiefe Töne so groß werden müssen, daß sie bis in die nächsten Furchen reichen; das kann man z. B. bei lauten Baßtönen bei schlechten Platten manchmal hören. Man muß also für die tiefen Töne unterhalb von $n \approx 200$ Hertz einen Verlust an Lautstärke in den Kauf nehmen und $A \approx P$ wählen.

Der kleinste Krümmungshalbmesser einer Sinuswelle, die mit gleichbleibender Geschwindigkeit aufgezeichnet wird, wird im Verhältnis $\frac{1}{\omega}$ kleiner und bei $n = 4000$ Hertz bereits so klein, daß bei der Wiedergabe die Nadel nicht mehr folgen kann. Man zeichnet deshalb die höheren Frequenzen, natürlich unter Verlust an Lautstärke, mit den Amplituden $A \approx \frac{P}{\omega^2}$ auf. So läßt sich eine einigermaßen klanggetreue Aufzeichnung zwischen 60 und 6000 Hertz erzielen, wenn man die genannten Verluste am unteren und oberen Ende des Frequenzbereiches in den Kauf nimmt. Bei elektrischer Wiedergabe kann man diese Fehlstellen durch geeignete Verstärker ausgleichen. Verwendete man nur elektrische Wiedergabegeräte, dann könnte man die Aufzeichnung auch mit gleichbleibender Amplitude oder mit gleichbleibender Beschleunigung vornehmen, statt mit gleichbleibender Geschwindigkeit. Für die Ausnutzung der Platte ist dies jedoch nicht günstiger, da bei gleichbleibender Amplitude die höheren Frequenzen schlechter wiedergegeben werden als bei gleichbleibender Geschwindigkeit. Also selbst bei neuen elektrischen Aufnahme- und Wiedergabeverfahren kann man bei keiner andern Aufzeichnungsart die Platte besser ausnutzen, d. h. die Spieldauer verlängern. Dies würde erst dann möglich sein, wenn man ein andres Verfahren benutzte, bei dem die infolge der Reibung des Stiftes an der Platte auftretenden „Nadelgeräusche" um meh Größenordnungen kleiner gemacht werden könnten, man dann auch die Amplituden der Schallaufzeichnung kleinern könnte.

Mechanisches Verfahren zur Schallaufnahme

Das ursprüngliche Verfahren zur Aufnahme einer Schallplatte bestand darin, daß man den S mit einem großen Trichter auf einer Membran verei und von der Membran aus unmittelbar den Saphirstif das Schreiben auf der Wachsplatte steuern ließ. D den Trichter wird eine unnatürliche Stellung des Orches der Sänger und einzelner Instrumente hervorgerufen; Schall wird auf möglichst kurzem Wege zur Mem geführt, infolgedessen erhält man keinen raumakus beeinflußten Klang. Letzteren hören wir aber in W lichkeit immer, d. h. wir hören nicht den einfachen S allein, sondern diesen Schall nebst Überlagerungen, von den Wänden in verschiedenen Zeiten und in vers dener Stärke zurückgeworfen sind. Diesen „Raum haben wir bei den alten Aufnahmen nicht[3b]. Außer treten noch Verzerrungen infolge von Resonanzen Trichters, der Membran und des Schreibstiftes auf.

Elektrisches Verfahren zur Schallaufnahme

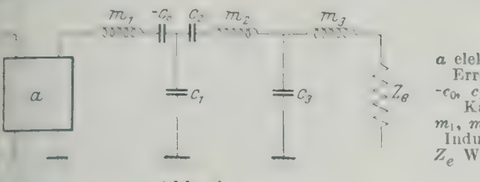
Bei dem jetzt wohl allgemein üblichen elektris Aufnahmeverfahren zeichnet man die Schallwellen n unmittelbar auf, sondern schaltet eine Umwandlung Schalles in elektrische und daraus in mechanische Ene ein. Da man die elektrischen Geräte beherrscht, k man diese Einschaltung ohne weiteres vornehmen gewinnt dabei folgendes: Das Mikrophon kann im nahmeraum an eine beliebige, geeignete Stelle ge werden, so daß die Raumakustik voll zur Wirkung k men kann und dem Schall die gewohnte Fülle verl Mikrophone, die in dem in Frage kommenden Frequ bereich klanggetreu arbeiten, sind aus der Rundf technik bekannt. Die hochwertigsten Mikrophone zur Zeit die Kondensatormikrophone[4]. Einschlie der Verstärkereinrichtung erhält man für gleiche Sc stärke gleiche elektrische Spannungen in einem quenzbereich zwischen 50 und 7000 Hertz. Abb. 2 z den Frequenz-Spannungsverlauf eines ausgezeichn Aufnahmegerätes. Der Schreibstift wird elektroma tisch bewegt. Bei der Konstruktion dieses Aufzeichne hat man, ebenso wie bei der der mechanischen Wie gabedose weitgehend Analogien zwischen den me nischen Größen und denen elektrischer Schwingu kreise ausgenutzt. Letztere beherrscht man sehr gut z. den Siebketten, die in der Kabel- und Verstärkerteleph vielseitig angewendet werden. Man kann mit ihnen Resonanzkurven auf große Frequenzbereiche verbrei also in ihnen annähernd gleiche Energie schwingen las Wie man hier vorgeht, zeigt in schematischer Dar lung Abb. 3. Kurve a ist die Resonanzkurve e mechanischen Schwingungssystems, bei der Kurv hat man einen Reibungswiderstand von rd. facher Größe wie bei a künstlich zugefügt. Die Ei

[3a] *J. P. Maxfield* und *H. C. Harrison*, Bell. System Techn. Journal Bd. 5 (1926) S. 483.

[3b] Bei dem „Ultraphon" hat man versucht, durch Abnahm Schalles mit zwei Dosen einen künstlichen Raumtoneindruck herv zurufen. Über die Wirkungsweise vergl. *E. Lübcke*, Z. Bd. 70 (1926)

[4] *E. C. Wente*, Phys. Rev. Bd. 10 (1917) S. 39; Bd. 19 (1922) S *H. Riegger*, Wiss. Veröff. a. d. Siemenskonzern, Bd. 3 (1929) S. 67. auch *C. A. Hartmann*, Elekt. Nachr. Techn. Bd. 4 (1927) S. 375.

[5] *J. P. Maxfield*, und *H. C. Harrison*, a. a. O.



a elektrische Erregung
$-c_0$, c_1, c_2, c_3 Kapazitäten
m_1, m_2, m_3 Induktivitäten
Z_e Widerstand

Abb. 4
…hema einer elektrischen Siebkette, deren …fbau der mechanischen Siebkette (elek…sches Aufnahmegerät), Abb. 5, entspricht.

…ngung tritt jetzt nicht mehr so störend wie bei *a* in …einung, die Empfindlichkeit ist aber auch ganz be…tlich gesunken. Die Resonanzkurve *c* umfaßt schon … viel größeren Frequenzbereich; Widerstand und …izität sind wie bei *a*, die Masse beträgt aber …in Fünftel der bei *a*. Die Kurve *d* entspricht einer …nischen Siebkette vom gleichen Widerstande wie *a*. …sieht sofort den großen Vorteil gegenüber einfachen …ingungskreisen: erhebliche Verbreiterung der Reso…spitze auf einen großen Frequenzbereich. Das elek…e Schema einer derartigen Siebkette zeigt Abb. 4, …end die mechanische Ausführung etwa Abb. 5 …richt. Die Güte eines derartig ausgeglichenen elek…-mechanischen Aufzeichnungsgerätes ist aus Abb. 6 …sehen im Vergleich zu einem guten, aber älteren Gerät …inem einfachen, stark gedämpften Resonanzsystem. …ersieht aus vorstehendem, daß es durch geeignete Be…ung der einzelnen Konstruktionsteile möglich ist, inner…l eines Frequenzbereichs von 300 bis 6000 Hertz den …enommenen Schall amplitudengetreu aufzuzeichnen. …Verlust an tiefen Frequenzen macht sich für den Hörer … so stark bemerkbar, wie es nach den Frequenz…linien den Anschein hat; werden nämlich die Ober… sicher richtig wiedergegeben, so bleibt die Tonhöhe …Klanges auch bei ausfallendem Grundton erhalten[6]). … ist bei genügender Lautstärke des Klanges eine Eigen…ft des menschlichen Ohres.

Die meisten neuen Aufnahmeverfahren wenden Geräte …ie dem geschilderten ähnlich sind. Das Tri-Ergon-Auf…nungsverfahren[7]) vermeidet die Eigenschwingungen … einfachen Schreibstiftmechanismus dadurch, daß es …chst einen Tonfilm mit hochwertigem Mikrophon und Verstärkergerät herstellt. Dieser Tonfilm läuft dann mit einer wesentlich kleineren Geschwindigkeit ab, wie bei der normalen Wiedergabe. Die Photozelle liefert dann auch den Schallkurven entsprechende Wechselströme, nur von einer wesentlich niedrigeren Frequenz. Setzt man die Geschwindigkeit im Verhältnis rd. 1 : 100 herab, so ergibt eine Schallschwingung von 10 000 Hertz einen Wechselstrom von 100 Hertz. Dieser Wechselstrom betätigt einen gewöhnlichen elektromagnetischen Aufzeichnungsstift auf einer Platte, die sich mit einer im gleichen Verhältnis herabgesetzten Geschwindigkeit dreht. Die Eigenschwingungen des Schreibgerätes kann man leicht oberhalb 100 Hertz halten. Infolge der verlangsamten Übertragung dürfte man so die Feinheiten der Schallkurven bis 10 000 Hertz mit Sicherheit aufzeichnen können.

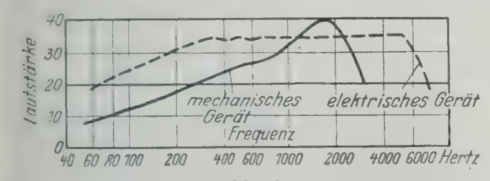


Abb. 6
Vergleich des Frequenzbereiches eines neuen elektrischen Aufnahmegerätes nach Abb. 5 mit dem eines guten mechanischen Gerätes mit einfachem, stark gedämpftem (Resonanzsystem (Verhältniszahlen).

[6]) *H. Fletcher*, Phys. Rev. Bd. 23 (1924) S. 432.
[7]) Ausgearbeitet von *Vogt*, *Engl* u. *Massolle*; vergl. *Engl*, Der …de Film (Braunschweig 1925) S. 90 u. *Vogt*, Z. Bd. 70 (1926) S. 199.

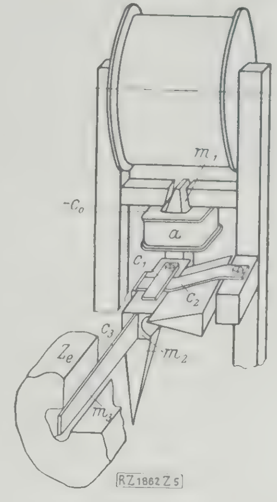


Abb. 5
Elektrisches Schallplatten - Aufnahmegerät (mechanische Siebkette).
Das entsprechende elektrische Schema zeigt Abb. 4.

a elektrische Erregung, vom Mikrophonverstärker geliefert
$-c_0$ Federung des Magnetfeldes
c_1 Federung des Kopplungsstabes
c_2 Federung der Lagerfedern
c_3 Federung der Kopplungsfeder
(Die Federung ist der reziproke Wert der Elastizität)
m_1 Masse des Ankers
m_2 „ des Schreibstiftes
m_3 „ der Kopplungsfeder
Z_e mehrfache Lage von Gummiröhren mit annähernd gleichem mechanischen Widerstand wie der des ganzen Systems

Mechanische Schallwiedergabe

Die Nadel

Bei der Umwandlung der Schreibaufzeichnungen auf der Schallplatte in Schall gleitet ein Stahlstift, die Nadel, Abb. 7, in der Furche und folgt dem Zickzackweg der Schreibkurve. Dieser Weg ist rd. 1 km lang. Damit die Platten beim Bespielen (bei der Wiedergabe) möglichst wenig abgenutzt werden, müssen sie möglichst hart sein. Der Stahl für die Nadeln muß noch härter und vor allem hochpolierfähig sein. Die feine Spitze muß auf dem langen Weg ihre glatte Oberfläche so vollständig bewahren, daß sie noch Feinheiten einer Schallschwingung, die innerhalb 0,1 mm Weg aufgezeichnet sind, getreu wiedergibt, und daß auch bis zum Schluß die Platte geschont wird und die Nadelgeräusche nicht hervortreten. Für Grammophonnadeln besteht eine eigene Industrie, die hochwertige Nadeln so billig auf den Markt bringt, daß es in Anbetracht des Preises für eine neue Platte und vom musikalischen Standpunkt aus lohnend ist, für jedes Spielen eine neue Nadel zu verwenden. Wie Abb. 7 zeigt, enthält der Tonabnehmer oder die Schalldose ein Hebelsystem, bei dem die Nadel auf dem kurzen Hebelarm sitzt. Die Federung der Nadel, gegeben durch ihren Durchmesser und die Form der Zuspitzung, wirkt stark bestimmend für die Stärke der durch den Hebel bewirkten Vergrößerung der Plattenamplituden in Membranamplituden. Verwendet man das elektrische

Abb. 7
Tonabnehmer (Schallkapsel). Das entsprechende elektrische Schema zeigt Abb. 8.

c_1 Federung der Nadel
c_2 Federung der Hebellagerung
c_3 Federung d. oberen Hebelendes
c_4 Federung des Befestigungsstiftes an der Membran (Die Membran selbst ist in der Mitte versteift)
c_5 Federung der Versteifung
c_6 Federung des Membranrandes
c_7 Federung der Luftkammer
m_1 Masse des Hebels
m_2 Masse der Versteifung
m_3 Masse der Membran
t_1 Übersetzungsverhältnis des Hebels
t_2 Übersetzungsverhältnis des Druckes in Bewegung
Z_T Widerstand (Charakteristik) des Trichters
D Membrandurchmesser
d Trichtereingangsöffnung

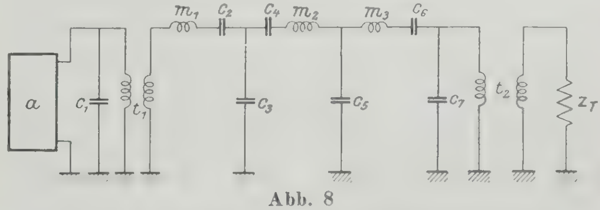


Abb. 8
Elektrisches Schema eines mechanischen Tonabnehmers. Das entsprechende mechanische Schema zeigt Abb. 7.

a gleichbleibende Stromquelle, entsprechend der gleichbleibenden Geschwindigkeit der Nadel auf der Platte c_1 bis c_7 Kapazitäten m_1, m_2, m_3 Induktivitäten t_1, t_2 Transformatoren Z_T Belastungswiderstand

Schema des Tonabnehmers, Abb. 8, so sieht man, daß eine Vergrößerung von C_1 eine Verkleinerung der Amplituden an t_1 und Verlagerung nach tiefen Frequenzen hin bewirkt. Dies beobachtet man auch bei Benutzung einer „leisen" Nadel, da diese sehr nachgiebig ist. Nur im Hinblick auf die Wirkung ihrer Nachgiebigkeit kann man den Nadeln selbst die Bezeichnung: laut, mittel, leise usw. geben.

Der Tonabnehmer

Den Aufbau eines hochwertigen Tonabnehmers zeigt als Beispiel Abb. 7. Aus ihr ergibt sich leicht das entsprechende elektrische Schema, Abb. 8[8]).

In der Ausführung der Bell Telephon Co. werden die Federungen c_2, c_4 und c_6 so groß gewählt, daß die untere Frequenzgrenze unterhalb der tiefsten Frequenz des Trichters liegt. Die obere Frequenzgrenze liegt bei 5000 Hertz. Die Membran besteht aus einem 0,042 mm dicken Aluminiumblech mit 13 cm² Fläche und 0,186 g Gewicht. Liegen alle Werte für c und m fest, dann ergibt sich daraus auch Z_T. Diese Charakteristik ist im einfachsten Falle durch $Z = \frac{p}{V}$ gegeben[9]), wenn wir in ein schwingungsfähiges System ein Luftvolumen V periodisch unter dem Überdruck p eintreten lassen. Die Membran der Schalldose wird durch den Trichter stark beeinflußt. Aus dem elektrischen Schema, Abb. 8, ergibt sich, daß wir einen elektrischen Schwingungskreis haben, der durch einen angekoppelten Widerstand belastet wird.

Der Trichter

Von der Luftkammer vor der Tonabnehmermembran gelangt der Schall durch die Tonführung zum Trichter. Die Tonführung umfaßt zwar nur einen Teil des Schallausbreitungsvorgangs, gehört aber organisch zum Trichter. Die Aufgabe ist, eine möglichst hohe und ein großes Frequenzgebiet umfassende Abstrahlung der durch die Membranbewegung hervorgerufenen Druckwellen zu erreichen. Hierauf ist die Eingangs- und Ausgangsöffnung des Trichters, seine Länge und Form von Einfluß.

Aus Abb. 7 entnimmt man, daß die Membran der Schalldose einen größeren Durchmesser D hat als die Trichtereingangsöffnung d. Bei Bewegung der Membran wird die Luft in der Kammer (t_2) zusammengedrückt, eine kleine Membrangeschwindigkeit ergibt im Trichterhals d eine wesentlich größere Luftgeschwindigkeit, damit treten natürlich auch höhere Drucke auf. Die Dämpfung der Membranschwingungen ist verhältnisgleich $\frac{D^2}{d}$[10]), kann also durch Verkleinerung von d vergrößert werden. Diese Verkleinerung ist begrenzt durch die in engen Röhren auftretenden Reibungsverluste und durch die Zusammendrückung der Luft in der Kammer. Begnügt man sich mit einer Abstrahlung der Membran bei den Endfrequenzen 200 und 5000 Hertz mit $^1/_{10}$ der Größe bei Resonanz 1000 Hertz, dann findet man für die oben angegebene Membran von $D = 4{,}2$ cm Dmr. eine günstigste Trichtereingangsöffnung $d = 0{,}5$ cm. Die Öffnung des Trichterhalses muß also zur Erzielung einer guten Abstrahlung außerordentlich eng sein. Man kann jetzt mit kleinen Membrangeschwindigkeiten und -amplituden arbeiten und vermeidet so Störschwingungen, die bei größeren Amplituden auftreten können, wenn der Zusammenhang zwischen Kraft und Amplitude nicht mehr geradlinig verläuft. Bisher hatten wir angenommen, daß ein enges, unendlich langes Rohr die Schallenergie weiterführt. Dieses Rohr soll die Energie an die Atmosphäre abgeben. Wir müssen also sehen, was am offenen Ende der Röhre geschieht. Hier tritt eine Reflexion der Schallwellen mit Phasenumkehr auf; sie ist um so stärker, je größer die Wellenlänge λ der Schallschwingung gegenüber dem Durchmesser $2R$ der Rohr- oder Trichteröffnung ist. Wird $\lambda = 2R$, so ist die Reflexion zu vernachlässigen. Ist $\lambda > 2R$, dann gilt angenähert für den größten Druck P_r der reflektierten Welle

$$P_r = \frac{\lambda^2 - 6R^2}{\lambda^2 + 6R^2} P_0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3),$$

wo P_0 der größte Druck der im Rohr fortschreit Welle ist. Diese Reflexionen rufen Resonanzen im oder Trichter hervor. Die Wellenlänge λ der Schallw beträgt für den Ton n von 100 Hertz rd. 300 cm, 300 Hertz rd. 100 cm und für 1000 Hertz rd. 30 cm. sieht also, daß eine große Trichteröffnung unbedingt ist, wenn man auch die tiefen Frequenzen in den abstrahlen und der Schallplattenwiedergabe das Qu und Schrille nehmen will. Die Form des Trichters, der Übergang von der Eintritts- zur Austrittsöffnun auf die Schallwellen insofern von Einfluß, als sie bei plötzlichen Übergang von einem Querschnitt Q_1 auf größeren Querschnitt Q_2 ähnlich wie am offenen En flektiert werden, die Stärke der Reflexion ist verhä gleich $\frac{Q_2 - Q_1}{Q_1}$[11]). Es ist also günstig, den Querschnitt lichst gleichmäßig zu ändern; dann ist der reflektiert teil von der Änderung des Querschnitts Q je Längenein abhängig: $\frac{1}{Q}\frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}x}$. Verteilt man bei gegebenen Anfangs Endöffnungen die Querschnittzunahme gleichmäßig a ganze Länge, so erhält man einen „linearen" (kegl Trichter, dessen Querschnitt Q_l in der Entfernung x Anfangsquerschnitt Q_0 ist

$$Q_l = a\,x\,Q_0\,.$$

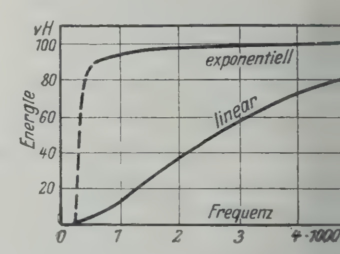


Abb. 9 Energiestrahlung eines linearen und eines exponentiellen Trichters abhängig von der Frequenz.

Bei gleichmäßiger Verteilung der Querschnittzun je Längeneinheit erhält man einen „exponentiellen" Tr nach der Formel

$$Q_l = Q_0\,e^{b\,x};$$

a und b sind Unveränderliche. Abb. 9 zeigt die Stra der Energie in Hundertteilen für verschiedene Frequ bei gleicher Eingangsenergie, bei gleicher Eintrittsöf $d = 0{,}58$ cm, gleicher Austrittsöffnung $2R = 28{,}6$ cm gleicher Länge $l = 115$ cm für einen linearen und exponentiellen Trichter. Man sieht, daß bei hohen die Energieabgabe bei beiden Trichtern annähernd ist; bei tiefen Frequenzen ist jedoch der exponentielle ter weit überlegen. Nach Versuchen von *Hanna* un *pian*[12]) treten mit größer werdender Ausgangsöffnun Trichterresonanzen immer weniger hervor. Je höhe Frequenz ist, desto geringere Intensitäten enthält die nanz. Oberhalb der Frequenz, wo der exponentielle ter zu strahlen anfängt, tritt bei einem Austrittsdurchm von mehr als 35 cm kaum noch Resonanz auf.

Die Länge des Trichters ist durch die Größe des nenten b bestimmt. Betrachtungen über den Verlau Phasenverschiebung zwischen der Druck- und Gesc digkeitskomponente der Schallwelle in Abhängigkeit Verhältnis der Frequenz zum Exponenten b führe einem Wert von

$$b \leq 0{,}05,$$

wenn man die Frequenz 200 Hertz noch gut abstrahlen Man hat also einen Trichter, der sich ganz langsa weitert; der Trichter wird sehr lang. Um ihn in Sp maschinen unterbringen zu können, muß man den S weg knicken. Abb. 13 zeigt die Lautstärke abhängi der Frequenz für die drei in Abb. 10 bis 12 darges Exponentialtrichter[13]) von je 180 cm mittlerer Länge denen einer gerade ist, der zweite um 90° und der um 180° gebogen ist. Man sieht, daß die größten A chungen erst unterhalb von 200 Hertz auftreten; bet lich sind sie nicht, so daß man ohne weiteres eine gek Schallführung benutzen kann, wie sie z. B. die vor

---

[8]) *J. P. Maxfield* u. *H. C. Harrison*, a. a. O.
[9]) *A. G. Webster*, Proc. Nat. Acad. Washington, Bd. 5 (1919) S. 275.
[10]) Vergl. *C. R. Hanna* und *J. Slepian*, Journ. Am. Inst. Electr. Eng. Bd. 43 (1924) S. 250.

[11]) Eingehende Untersuchungen bei *A. N. Goldsmith* und *J. P.* Proc. Inst. Radio Engrs. Bd. 12 (1924) S. 423.
[12]) Vergl. *C. R. Hanna* und *J. Slepian* a. a. O.
[13]) Vergl. *S. T. Williams*, Journ. Franclin Inst. Bd. 202 (1926)

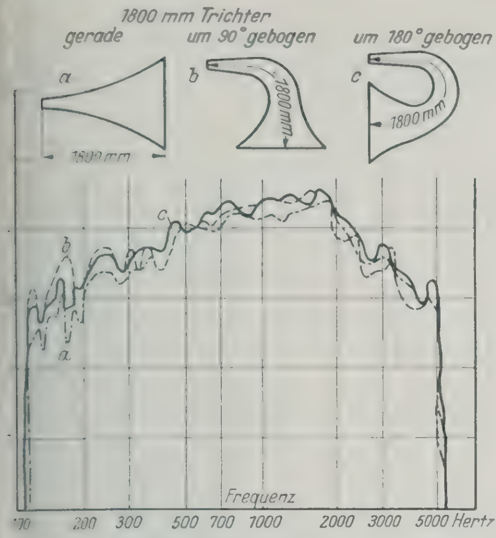


Abb. 10 bis 12 (oben)
Exponentialtrichter von 1800 mm mittlerer Länge.

Abb. 10(a) …r Trichter. Abb. 11 (b) um 90 ° gebogener Trichter. Abb. 12 (c) um 180 ° gebogener Trichter.

Abb. 13 (unten)
…tstärke der drei Trichter *a*, *b* und *c*, abhängig von der Frequenz (Verhältniszahlen).

…elephon Co. gebaute Victrola-Sprechmaschine zeigt, …4[14]). Daß diese Maschine sich den Anforderungen …chwertige Klangwiedergabe anpaßt, zeigt die Fre…urve *a* der Abb. 15. Man sieht bei der älteren …maschine, Kurve *b*, ein Überwiegen der hohen Fre…n zwischen 1000 und 2000 Hertz auf Kosten der …en, die unterhalb 250 Hertz völlig fehlen.

…ür große Räume muß man entsprechend große Schall…gen aufwenden, um z. B. eine Orchesterplatte dort …ls Orchestermusik wirken zu lassen. Hierzu reicht …in kleiner Trichter nicht aus, man muß dann schon … Abmessungen wählen, um eine gleichmäßige Schall… zu erhalten. Für die Wiedergabe von Grammophon… in großen Sälen gibt es Apparate mit 4 m und 6 m … Trichtern, deren Ausgangsöffnungen so groß sind, …re untere Frequenzgrenze auf 60 und 40 Hertz sinkt. …ntwicklung scheint zu noch größeren Trichtern zu …e um noch bis zur unteren Grenze des hörbaren Ton…eiies, Tonskala 16 Hertz zu kommen. Erwähnt sei, … nicht nötig ist, daß der Querschnitt des Trichters …estimmte Form hat. Er darf ziemlich quadratisch …la ein Kreisquerschnitt mechanisch nicht immer leicht …irtschaftlich herzustellen ist.

Elektrische Wiedergabeverfahren

…ie eine elektrische Maschine sowohl als Stromerzeu… auch als Motor laufen kann, so kann man umgekehrt …im Aufnahmeverfahren mechanische (Handschrift) in elektrische Leistung umsetzen. Das Wesentliche dieses Vorganges zeigt Abb. 16. Die auf der Platte gleitende Nadel *a* bewegt sich in der Schallkurve, d. h. senkrecht zur Zeichenebene.

Das obere Ende *b* des Hebels führt genau entsprechende Bewegungen aus; es wird durch eine Feder *d* vom Magnet *e* ferngehalten. Ändert sich infolge der mechanisch aufgezwungenen Bewegung des Ankers *b* sein Abstand von dem Magneten, so wird in der Spule *f* eine elektromotorische Kraft induziert; diese ist verhältnisgleich der Geschwindigkeit der Ankerbewegung. Wir haben oben gesehen, daß

[14] Vergl. a. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 3 S. 98, Abb. 13.

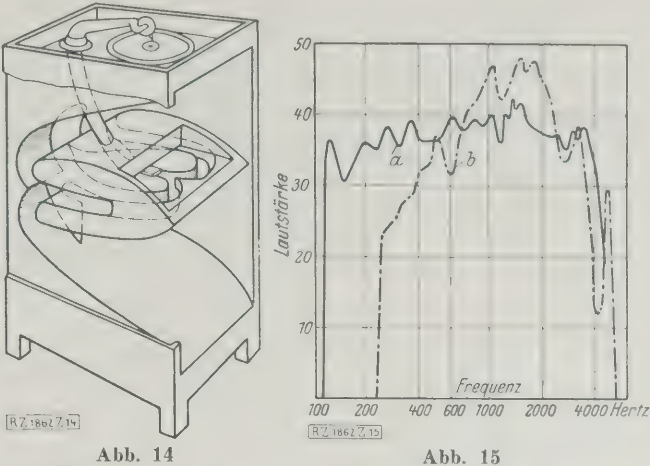


Abb. 14
Trichterform der neuen Victrola-Sprechmaschine von Maxfield und Harrison; Ausführung der Bell Telephon Co.

Abb. 15
Vergleich der Frequenzbereiche einer neuen (*a*) und einer älteren (*b*) Victrola-Sprechmaschine (Verhältniszahlen).

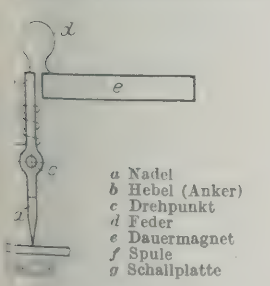


Abb. 16
…chema der Umwandlung mechanischer in …ktrische Energie bei der Wiedergabe von Schallplatten.

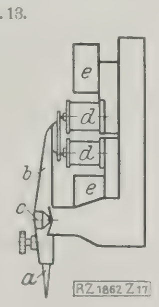


Abb. 17
Einfache Ausführung des elektrischen Tonabnehmers. Legende s. Abb. 16.

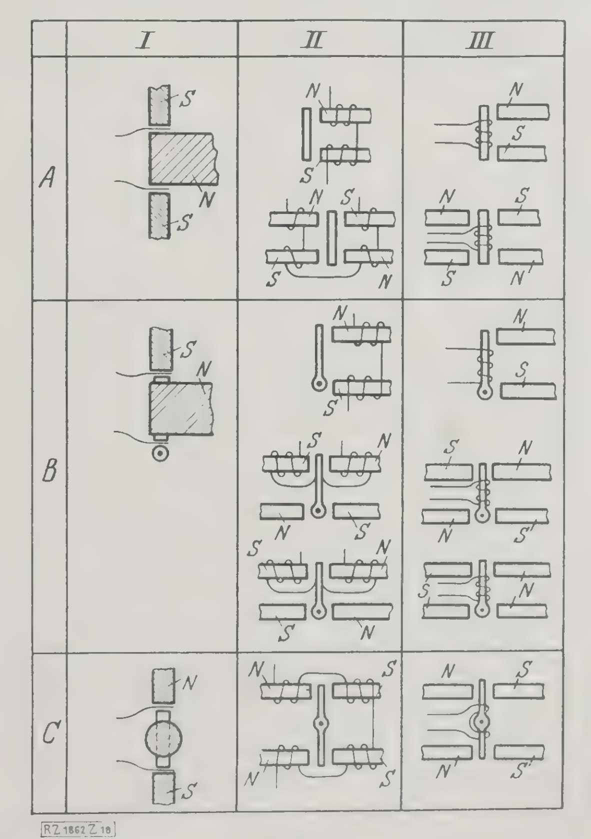


Abb. 18
Möglichkeiten der Ausführung elektromagnetischer Tonabnehmer.

Spalte	*I*	im Magnetfeld bewegliche Spule
„	*II*	Wicklungen auf den Magnetkernen
„	*III*	„ „ „ beweglichen Ankern
Reihe	*A*	Spule oder Anker frei beweglich
„	*B*	einseitige Lagerung des beweglichen Teiles
„	*C*	„ „ „ „ „ in der Mitte

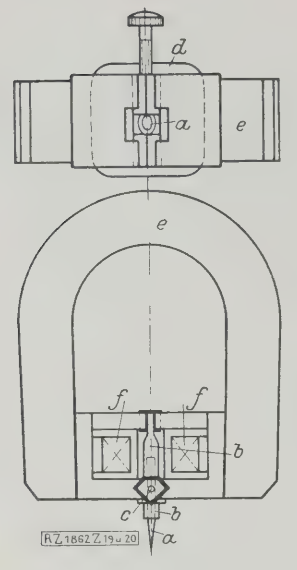


Abb. 19 und 20
Nadelbefestigung und Lagerung eines elektromagnetischen Tonabnehmers. Achse und Lagerung des Ankers sind eckig; dazwischen liegt eine dünne Gummischicht, damit keine gleitende Reibung auftritt, sondern nur Dämpfung.

a Nadel
b Hebel (Anker)
c Drehpunkt (eckig) mit Gummischicht
d Spulenkörper
e Dauermagnet
f Wicklung im Schnitt

die Aufzeichnung auf der Platte im hauptsächlichsten Frequenzgebiet verhältnisgleich der Geschwindigkeit der Luftteilchen in der Schallwelle ist. Somit ist die Höhe der EMK der Spule verhältnisgleich der Schalleistung, d. h. aber verhältnisgleich der Bewegungsamplitude A vervielfacht mit der Kreisfrequenz ω. Bei Geräten, die die Druckkomponente der Schallwelle in elektrische Leistung umformen, wie das Kohlemikrophon, Kondensator- oder piezoelektrischer Empfänger, ist die Spannung unmittelbar der Amplitude verhältnisgleich. Will man sie für elektrische Tonabnehmer verwenden, so muß die Abhängigkeit von der Kreisfrequenz ω erst künstlich durch die elektrische Schaltung eingeführt werden. Der elektromagnetische Tonabnehmer entspricht den physikalischen Anforderungen und ist außerdem leicht herzustellen. Eine einfache Ausführung zeigt als Beispiel Abb. 17. Es kommt hier immer darauf an, durch die Bewegungen der Nadeln den magnetischen Fluß in der Spule zu verändern.

Es bestehen für die Ausführung eine ganze Anzahl Möglichkeiten; Abb. 18 enthält eine kleine systematische Zusammenstellung[15]). Bewegliche Spulen bedingen große Luftspalte und schwere Magnete. Die Anordnung der Windungen auf den Magnetkernen ist vom magnetischen Standpunkt aus ungünstig. Die Änderung des Magnetflusses bei einseitiger Lagerung beträgt rd. $^4/_5$ der bei Lagerung in der Mitte, der Unterschied in der Empfindlichkeit ist also nicht groß. Eine konstruktive Schwierigkeit besteht in der Verwendung der gewöhnlichen Nadel von knapp 16 mm Länge, weil diese festgeschraubt werden muß und die Schraube zusätzliche Massen und unübersehbare Resonanzen hineinbringt. Die günstigste Lösung ist die Anordnung der Schraube im Drehpunkt *c*, Abb. 16; dann kann die einseitige Lagerung des Ankers konstruktive Vorteile bringen.

Abb. 19 und 20 lassen als Beispiel an einer Ausführungsform einige Einzelheiten der Nadelbefestigung und der Lagerung erkennen. Ganz ungewöhnlich ist die Lagerung des Ankers. Um akustisch schädliche Reibungen auszuschalten, sind die Achse und die Lagerschalen nicht rund, sondern eckig, außerdem ist die Achse mittels einer dünnen Gummischicht festgeklemmt. Kleine Bewegungen sind ohne gleitende Reibung möglich, es tritt nur infolge der viskosen Dämpfung ein kleiner

[15]) *E. W. Kellogg*, Journ. Am. Inst. Electr. Engrs. Bd. 46 (1927) S. 1041

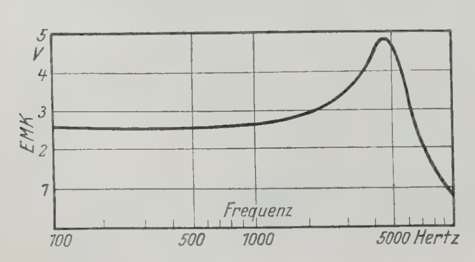


Abb. 21
Erzeugte elektromotorische Kraft (EMK) eines elektromagnetischen Tonabnehmers, abhängig von der Tonfrequenz bei gleicher Nadelamplitude.

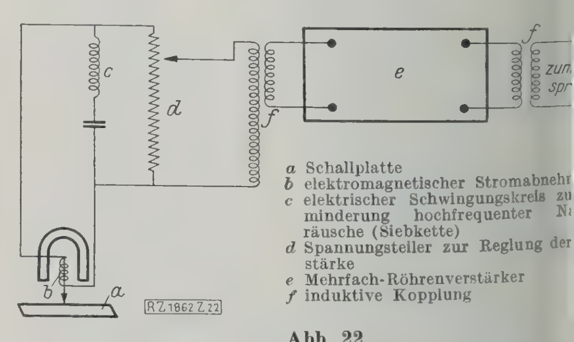
Energieverlust auf. Weitere derartige Dämpfungs
kann man noch durch Gummizwischenlagen in de
spalten zwischen Anker und Magnet einfügen. Verze
frei arbeitet ein elektrischer Tonabnehmer nur, wen
Eigenresonanz oberhalb des akustisch wirksamst
reiches liegt. Hohe Resonanzfrequenzen sind ab
durch Verkleinerung der Ankermasse, vor allem in
rem Abstand von der Drehachse, zu erreichen.

Hiermit in Widerspruch steht die Forderung
großen Querschnittes zur Erzielung hoher magne
Induktion und damit großer Empfindlichkeit. Die
rung nach hohen Resonanzfrequenzen ist aber v
weise zu erfüllen. Günstig ist es fernerhin, die Ela
der Nadel möglichst klein zu wählen, also eine
Nadel zu benutzen. Dann gelingt es, die Eigenschw
des Tonabnehmers auf über 4000 Hertz zu erhöhe
Frequenzkurve eines elektrischen Tonabnehmers
beispielsweise zwischen 3000 und 5000 Hertz eine
liche Erhöhung der erzeugten EMK bei gleicher
amplitude zeigen, Abb. 21. Diese gesteigerte E
lichkeit für hohe Frequenzen macht sich in de
größerung der Nadelgeräusche störend bemerkba
Verminderung dieser Störgeräusche schaltet ma
parallel zur elektrischen Tonabnehmerspule ein
rd. 4500 Hertz abgestimmten Schwingungskreis, A
Die Größen der Selbstinduktion, der Kapazität und de
schen Widerstandes bestimmen die Dämpfung und
des ausgesiebten Frequenzbandes. Natürlich werde
liche Frequenzen, die in Sprache oder Musikklang
ten sind, auch entsprechend geschwächt. Für d
samteindruck ist diese Unterdrückung hoher Frequen
Nadelgeräusches trotzdem von Vorteil. Hinter der Si
für hohe Frequenzen (Nadelgeräusche) hat man no
Spannungsteilerschaltung vorgesehen, um die auf d
gang eines Mehrfach-Röhrenverstärkers gelegte Sp
und damit die Lautstärke des Lautsprechers einste
können. Dieser Teil der Wiedergabeanordnung is
trischer Natur und seit längerer Zeit ausgezeichnet d
arbeitet. Ebenso verfügt man über Lautsprecher, di
Anforderungen an klanggetreue Wiedergabe entspre
Auf diese Geräte brauche ich deshalb hier nicht me
zugehen[17]).

Zusammenfassung

Die vor 50 Jahren von Edison zuerst benutzte
aufzeichnung auf Wachsplatten ist auch mit elekt
Aufnahmegeräten durchführbar. Diese Geräte füh
einer erheblichen Verbesserung der musikalischen G
Schallplatten. Für die Wiedergabe dieser hochw
Platten kann man in gleicher Weise Trichterappara
elektrische Lautsprecher benutzen. Beide sind in den
Jahren so vervollkommnet worden, daß heutzuta
Sprechmaschine einen musikalischen Genuß ver
kann. Die Fortschritte in der Schallgerätetechnik sind
Übernahme der im letzten Jahrzehnt in der Schwach
technik auf elektroakustischem Gebiet geleisteten
erzielt worden. [B 1

[16]) Vergl. *H. Riegger*, Wiss. Veröff. a. d. Siemens-Konzer
2. Heft (1924) S. 67, Berlin, (Blatthaller).
E. Gerlach, Fachber. VDE, Wiesbaden 1926, S. 86 (Falzlauts
und Z. f. techn. Phys. Bd. 5 (1924) S. 576, (Bändchenlautsprecher
C. W. Rice und *E. W. Kellog*, Journ. Am. Inst. Electr. Engrs
(1925) S. 982, (Spulenlautsprecher).
Amateurlautsprecher s. z. B. *E. Nesper*, Lautsprecher, Be
[17]) Vergl. z. B. *K. Norden*, ETZ Bd. 48 (1927) S. 261;
Siemens-Rundfunk-Nachrichten 1929 Nr. 19 S. 4.



a Schallplatte
b elektromagnetischer Stromabneh
c elektrischer Schwingungskreis zu
minderung hochfrequenter N
räusche (Siebkette)
d Spannungsteiler zur Reglung der
stärke
e Mehrfach-Röhrenverstärker
f induktive Kopplung

Abb. 22
Schaltung der elektrischen Schallplattenwiederga

Neuere Versuche mit russischen Dampflokomotiven

Von Dipl.-Ing. R. GRINENKO und O. ISAAKIAN, Moskau

(Aus dem Russischen übersetzt von Dr.-Ing. E. Mrongovius, Berlin)

Versuche mit drei neueren russischen Lokomotiven nach Lomonossoffs Verfahren. Technische Einzelheiten der untersuchten Lokomotiven; der Tschussoff-Überhitzer. Ergebnisse der Versuche, die sich auf das Verhalten der Lokomotiven hinsichtlich Leistung, Zugkraft, Dampf- und Brennstoffverbrauch, Wirkungsgrad in Abhängigkeit von Geschwindigkeit, Füllung, Rostbelastung u. a. erstreckten. Vergleich der Lokomotiven untereinander und mit anderen Gattungen.

Das Verfahren zur wissenschaftlichen Erprobung von Lokomotiven auf der Strecke wurde von Prof. *Lomonossoff* in den Jahren 1900 bis 1908 ausgearbeitet und ist in seinem Buche „Lokomotivversuche in Rußland“[1]) beschrieben. *Lomonossoff* untersuchte nach diesem Verfahren in den Jahren 1908 bis 1916 fast sämtliche russischen Lokomotivgattungen. Infolge des Krieges und der Revolution entstand dann eine Unterbrechung in der planmäßigen Untersuchung der Dampflokomotiven, und erst im Jahre 1926 gelang es dem technischen Komitee des Verkehrskommissariats, diese Arbeit unter der Leitung von früheren Schülern und Mitarbeitern *Lomonossoffs* wieder aufzunehmen. Die Leitung dieser Arbeit liegt z. Z. in den Händen des Mitverfassers *Grinenko*.

Zuerst wurden folgende Lokomotiven untersucht:
die vierzylindrige 2 C 1-Zwilling-Heißdampflokomotive,
die zweizylindrige 1 C 1-Zwilling-Heißdampflokomotive,
die zweizylindrige 1 D-Verbund-Heißdampflokomotive.

In Zahlentafel 1 sind die Hauptabmessungen dieser Lokomotiven zusammengestellt. Die 2 C 1-Lokomotive wurde von *Lopuschinski* und Prof. *Rajewski* für die frühere Wladikawkaser Bahn entworfen und ist z. Z. die einzige und erste vierzylindrige Zwilling-Dampflokomotivbauart in Rußland. Diese Lokomotiven befördern Schnellzüge zwischen Moskau und Leningrad, ihre Anzahl beträgt 66.

Am meisten verbreitet sind in Rußland die 1 C 1-Lokomotiven der Baureihe S[2]).

Umbau der Lokomotiven

Diese Lokomotiven erwiesen sich, trotz ihrer Vorteile, für die neuzeitlichen Verhältnisse als zu schwach. Es wurde deshalb beschlossen, ihre Leistung etwas zu steigern und bei dieser Gelegenheit auch die Bauart zu verbessern, und zwar wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Die hintere starre Tragachse wurde durch ein einachsiges Drehgestell nach *Bissel* ersetzt;

die Abmessungen der Zylinder und der Steuerung wurden auf Grund der Erfahrungen mit andern Dampflokomotiven verändert;

die Feuerung wurde durch Entfernung eines Mantelbleches vergrößert unter Beibehaltung derselben Breite; dadurch konnte die Rostfläche von 3,8 auf 4,73 m² vergrößert werden;

die Rauchkammer wurde um 0,5 m vergrößert unter Beibehaltung derselben Länge der Heizrohre;

es wurde ein leistungsfähiger Tschussoff-Überhitzer mit 32 Gliedern statt 24 der Reihe S eingebaut.

es wurde ein Flächen-Speisewasservorwärmer des Kolomna-Werkes eingebaut mit einer Fläche von 15 m².

Dieser Umbau erhöhte auch das Gewicht der Lokomotiven; es ergaben sich folgende Achsbelastungen:

vordere Laufachse	13,5 t
gekuppelte Achsen	18 t
hintere Laufachse	17,5 t.

Die auf diese Weise entstandene neue Bauart S[u] wurde im Jahre 1926 erprobt.

Die 1 D-Lokomotiven gehören zu der ziemlich verbreiteten Gattung der Verbund-Naßdampflokomotiven[3]), die mit Überhitzern versehen wurden. Der Vorteil, insbesondere bei geringen Geschwindigkeiten, der gleichzeitigen Anwendung von Überhitzung und Verbundwirkung wurde bereits im Jahre 1913 durch die Versuche mit der russischen D-Lokomotive[4]), sowie durch die neuesten Versuche mit der Baldwin-Lokomotive Nr. 60 000[5]) bewiesen. Nach den Versuchen mit der D-Lokomotive wurde bereits 1915 beschlossen, die 1 D-Lokomotive mit einem Überhitzer zu versehen, was infolge des Krieges und der Revolution erst im Jahre 1923 auf den früheren Putiloff-Werken verwirklicht werden konnte.

Es wurde ein Schmidt-Überhitzer mit 27 Elementen eingebaut. Die Rauchrohre von 125,5/133 mm sind in den drei oberen Reihen zu je 9 angeordnet. Die gesamte Überhitzerfläche beträgt 51 m². Dadurch wurde die verdampfende Heizfläche von 206 m² auf 176,8 m² verkleinert. Der Hochdruckzylinder wurde von 510 mm auf 540 mm im Durchmesser vergrößert. Die Notwendigkeit dieser Vergrößerung zeigte sich bereits bei der 1 C-Lokomotive[6]).

Die Versuche

Die wesentlichste Eigenart des *Lomonossoffschen* Untersuchungsverfahrens sind die sogenannten Versuchsfahrten der I-Reihe, deren jede bei einer unveränderlichen Regelungsart der Lokomotive durchgeführt wird, wobei während des gesamten Versuches die Regleröffnung (ϱ), die Füllung der Hochdruckzylinder (ε), die Geschwindigkeit (V) und der Kesseldruck (p_k) unverändert gehalten werden.

Die Versuchstrecke

Das ist nur auf Strecken mit einem gleichmäßigen Längsprofil möglich. In der Nähe von Moskau sind solche Strecken zwischen Msta und Torbino sowie zwischen Bologoje und Twer der Oktoberbahn vorhanden, wo auch 1911 bis 1914 die Versuche stattfanden. Auf der erstgenannten Strecke befindet sich auch die bekannte Werebjinsche Steigung (6 vT, 21 370 m lang)[7]), während die zweite Strecke die Lichoslawl-Steigung (1,3 vT, 62 200 m) einschließt. Auf der Werebjinschen Steigung wurden Versuche mit Geschwindigkeiten bis 35 km/h, auf der Strecke Twer – Bologoje bei höheren Geschwindigkeiten bis 120 km/h durchgeführt.

Naphtha als Brennstoff

Bei sämtlichen Versuchen wurden die Lokomotiven mit Naphtha geheizt, was für die Versuchsgenauigkeit von großem Vorteil war. Da die 1 C 1-Lokomotive nach ihren Rostabmessungen für minderwertige Kohle eingerichtet ist, sollen noch besondere Versuche mit Kohlenfeuerung durchgeführt werden. Der untere Heizwert des bei den Versuchen verwendeten Naphthas betrug 9810 kcal/kg.

Tender und Kessel wurden vor den Versuchen sorgfältig geeicht, ebenso wurden sämtliche von *Lomonossoff*[8]) angegebenen Kontrollen und Messungen vorgenommen. Als Meßwagen wurde der in dem *Lomonossoffschen* Buch S. 79 erwähnte Meßwagen Nr. 400 benutzt.

Hauptversuchsergebnisse der 2 C 1-Lokomotive Abb. 1 bis 3

Die Kurven der indizierten Zugkraft Z_i sind in Abb. 4, die Zugkraft am Umfange der Treibräder Z_e in Abb. 5 aufgezeichnet, beide bei vollgeöffnetem Regler.

[1]) VDI-Verlag, Berlin 1926, im folgenden kurz mit „Lokomotivversuche“ bezeichnet.
[2]) s. „Lokomotivversuche“ S. 68.
[3]) Vergl. „Lokomotivversuche“ S. 48.
[4]) ebenda S. 51.
[5]) Engineering Bd. 124 (1927) S. 816, 823.
[6]) Vergl. „Lokomotivversuche“ S. 60.
[7]) Vergl. „Lokomotivversuche“ S. 79.
[8]) Vergl. „Lokomotivversuche“ S. 13.

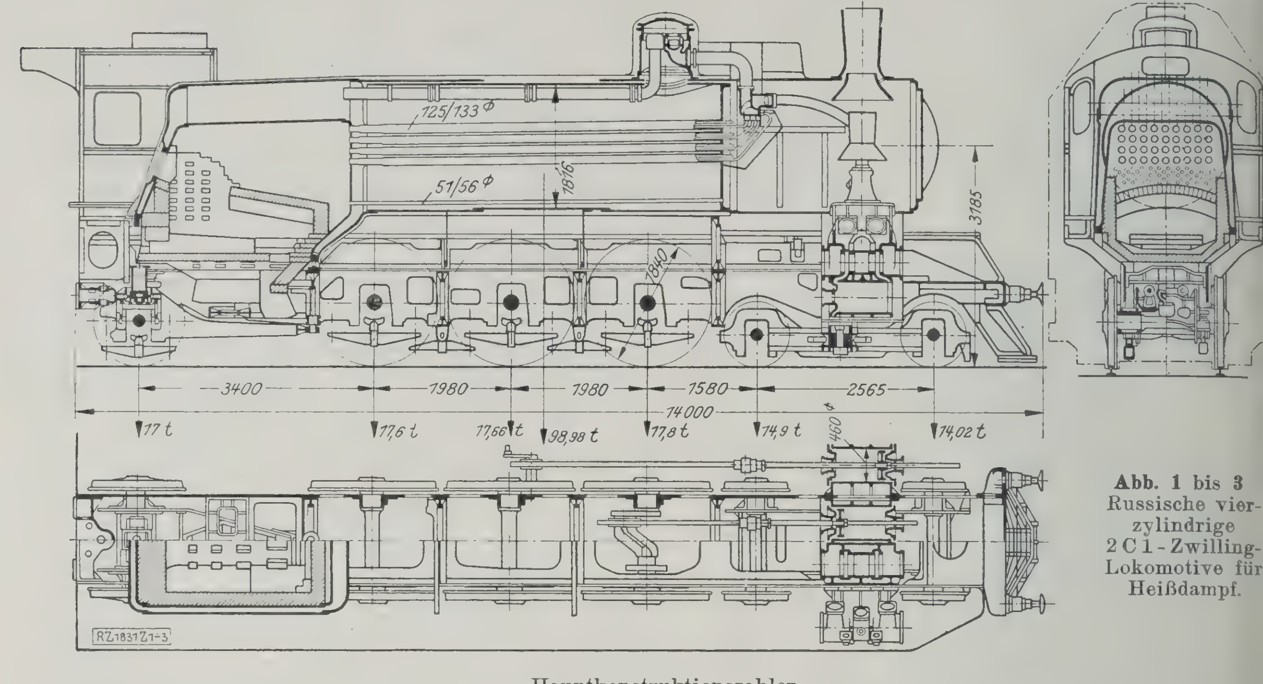


Abb. 1 bis 3 Russische vierzylindrige 2 C 1 - Zwilling-Lokomotive für Heißdampf.

Hauptkonstruktionszahlen

Zylinderzahl .	4	Heizfläche . .	271,3 m²	Gewicht einschl. Tender (errechnet)	150 t
Zylinder-Dmr. .	460 mm	Überhitzerfläche	85,5 „	Leergewicht der Lokomotive	85,6 „
Kolbenhub . .	650 „	Rostfläche . .	4,64 „	„ des Tenders	27,5 „
Treibrad-Dmr. .	1840 „	Reibungsgewicht	51,9 t	Wasservorrat	30 „
Kesseldruck . .	12 at	Dienstgewicht .	96,64 „	Brennstoffvorrat	9 „

Abb. 6 und 7 zeigen die entsprechenden Kurven des Dampfverbrauches im Regelfall, d. h. bei einem Wärmeinhalt von 640 kcal/kg, für 1 PS_ih bzw. für 1 PS_eh.

Die Werte $\frac{D}{N_i} = \frac{0{,}99}{\eta_{th}}$, s. Abb. 6, sind umgekehrt verhältnisgleich dem thermischen Wirkungsgrad der Maschine η_{th}, während die Werte D/N_e, s. Abb. 7, dem Gesamtwirkungsgrad η_{ges} umgekehrt verhältnisgleich sind.

In den Abbildungen 8 und 9 sind die Brennstoff-Verbrauchskurven aufgetragen. Die Ordinaten der Kurve der Abb. 9 sind dem Gesamtwirkungsgrad η_{ges} der Lokomot auf den Umfang der Treibräder bezogen, umgekehrt hältnisgleich.

Abb 10 enthält die Kurven des Gesamtwirkungsgra η_{ges}, wobei die Zahlen neben den Kurven die Dan menge D_Z bedeutet, die von 1 m² Heizfläche stündlich die Zylinder gelangt. D_Z ist geringer als die von 1 m² H fläche stündlich wirklich erzeugten Dampfmenge D_H, ein Teil des erzeugten Dampfes nicht in die Masch gelangt, sondern für die Luftpumpe sowie die Vorwärmu und Zerstäubung des Naphthas verwendet wird. Abb. zeigt für die 2 C 1-Lokomotive deutlich die Beziehu zwischen D_Z und D_H in Abhängigkeit von der R beanspruchung B, d. h. von der Brennstoffmenge, stündlich auf 1 m² Rostfläche verbrannt wird. Die glei Abbildung zeigt auch die Kurve des Kesselwirkur grades η_k.

Die Abbildungen 1 bis 11 kennzeichnen ausführ die Eigenschaft der russischen Pacificlokomotive. Abb. zeigt, daß der Kessel bei D_H = 20 bis 50 kg/m²h gezeichnet arbeitet. Die Abb. 6 und 7 zeigen, daß geringste Dampfverbrauch hohen Geschwindigkeiten

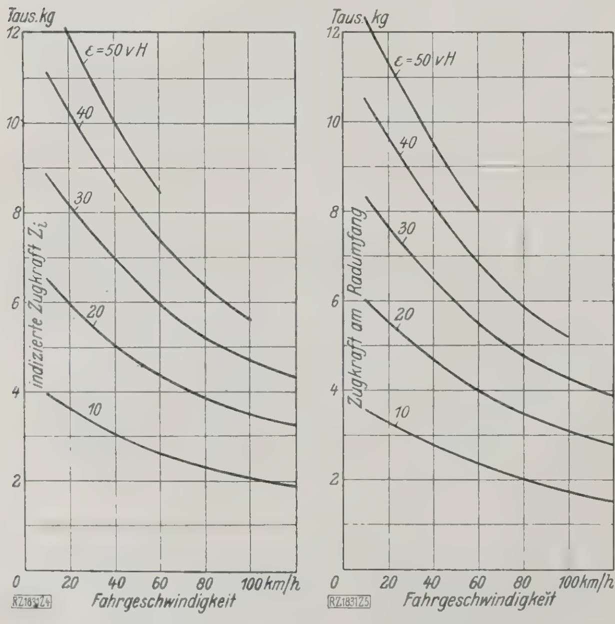


Abb. 4 Indiz. Zylinder-Zugkraft.

Abb. 5 Zugkraft am Radumfang.

Abb. 4 und 5 Die Zugkraft der 2 C 1-Lokomotive in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und der Füllung (ε).

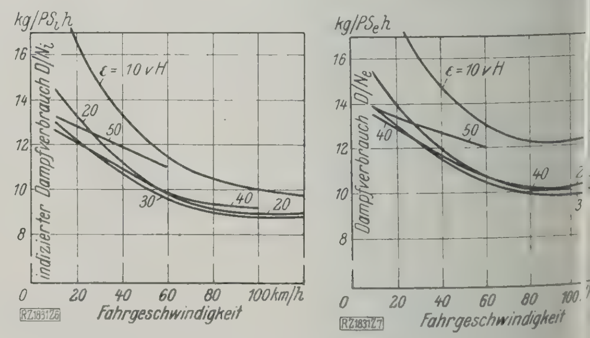


Abb. 6 für indizierte Leistung.

Abb. 7 für Leistung am Radumf

Abb. 6 und 7 Dampfverbrauch der 2 C 1-Lokomotive in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und der Füllung (ε).

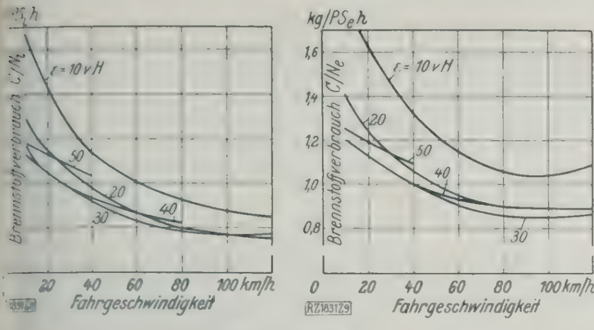


Abb. 8 und 9
Brennstoffverbrauch der 2 C 1-Lokomotive.
Sonst wie Abb. 6 und 7.

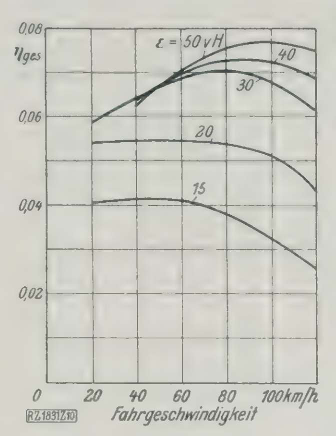


Abb. 10
Gesamtwirkungsgrad der 2 C 1-Lokomotive in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Füllung (ε).

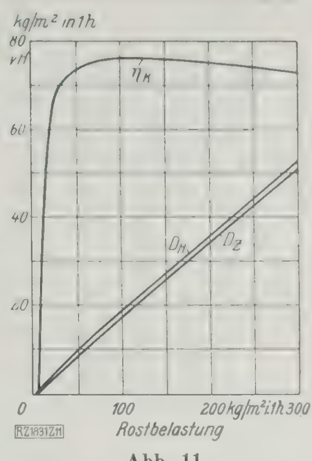


Abb. 11
Kesselwirkungsgrad η_k der 2 C 1-Lokomotive in Abhängigkeit von der Rostbelastung; ferner Dampferzeugung D_H und Dampfverbrauch D_z in den Zylindern.

richt, wie das bei einer Schnellzuglokomotive auch sein ıß. Die Steuerung ist daher in zweckmäßiger Weise hen Geschwindigkeiten angepaßt. Anderseits ist aber r Dampfverbrauch verhältnismäßig hoch, höher als bei dern russischen Personenzug-Heißdampflokomotiven ne Verbundwirkung[9]). Es ist für diese Lokomotive

$$\eta_{ges_{max}} = \frac{0,99}{\frac{D}{N_e}} = 0,102 ,$$

ährend bei andern Dampflokomotiven dieser Wert bis 11 erreicht. Insgesamt übersteigt der Gesamtwirkungs- ad der 2 C 1-Lokomotive, s. Abb. 10, nicht 7,7 vH, wäh- nd die besten neuzeitlichen Zwilling-Dampflokomotiven s 9,5 vH erreichen. Abb. 10 klärt diesen Umstand zum eil auf, sie zeigt, daß η_{ges} **mit der** Beanspruchung wächst, as meist bei ungenügender Überhitzung der Fall ist. atsächlich stieg die Dampftemperatur im Schieberkasten ei den Versuchen nicht über 330 °C (bei $D_H \simeq 50$); bei $_H = 20$ betrug die Temperatur nur 270 °C. Bei vier- ylindrigen Zwilling-Dampflokomotiven, bei denen das erhältnis der inneren Zylinderfläche zu ihrem Inhalt das rößte ist, wird aber ein besonders hoher Überhitzungs- rad verlangt, etwa 400 ° bei $D_H \cong 30$, damit bei weiterem teigen von D_H dieser Wert durch Regeln mittels der lappe eingehalten werden kann.

Als Hilfsmittel zur Beseitigung dieses Mangels der C 1-Lokomotive soll der *Schmidt*-Überhitzer durch den

Tschussoff-Überhitzer, Abb. 12 bis 14.

rsetzt werden, bei dem in den Rauchrohren sechs Über- itzerrohre statt vier angeordnet sind. Die sechs Über- itzerrohre **bilden** eine zusammenhängende Rohrschleife; je zwei Rohrenden sind mittels Rohrbogen von größerem Querschnitt verbunden. Der *Tschussoff*-Überhitzer arbeitet bei Naphthafeuerung ausgezeichnet. Nach dem Versuch mit der 1 C 1-Lokomotive ist anzunehmen, daß dadurch die Überhitzung um etwa 20 ° erhöht werden kann.

[9]) Vergl. „Lokomotivversuche" S. 180, 181; Abb. 372, 375, 378, 380.

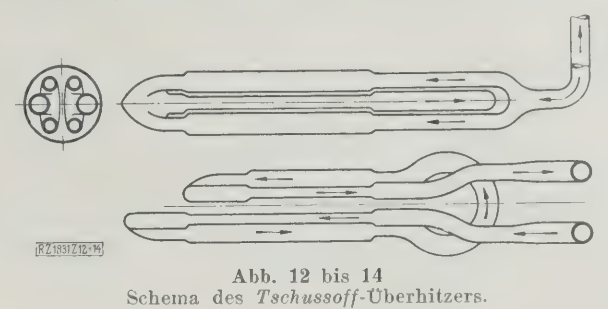


Abb. 12 bis 14
Schema des *Tschussoff*-Überhitzers.

Hauptversuchsergebnisse der 1 C 1-Lokomotive,
Abb. 15 und 16

Die Zugkräfte am Treibradumfange dieser Lokomotive sind in Abb. 17, die Kurven des Dampf- und Naphthaverbrauchs, ebenfalls auf die Leistung am Umfang der Treibräder bezogen, in Abb. 18 und 19, der Kesselwir-

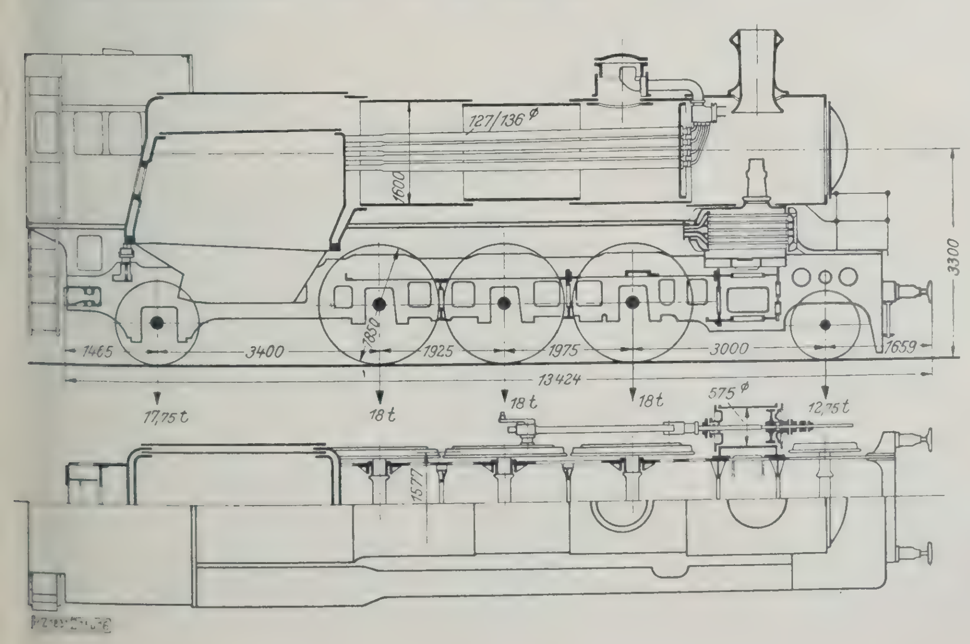


Abb. 15 und 16
Russische zweizylindrige 1 C 1-Lokomotive für Heißdampf.

Hauptkonstruktionszahlen

Zylinderzahl	2
Zylinder-Dmr.	575 mm
Kolbenhub	700 „
Treibrad-Dmr.	1850 mm
Kesseldruck	13 at
Heizfläche	196,6 m²
Überhitzerfläche	72,6 „
Rostfläche	4,73 „
Reibungsgewicht	53,06 t
Dienstgewicht	83,8 „
Gewicht einschl. Tender (errechnet)	130 „
Leergewicht der Lokomotive	76,4 „
Leergewicht des Tenders	25 „
Wasservorrat	23 „
Brennstoffvorrat	6 „

kungsgrad η_k in Abb. 20 und der Gesamtwirkungsgrad in Abb. 21 eingezeichnet.

Diese Abbildungen zeigen, daß die geringsten Dampfverbrauchzahlen den Geschwindigkeiten $V = 60$ bis 80 km/h entsprechen. Wichtig ist, daß der absolute Dampfverbrauch bei dieser Lokomotive geringer ist als bei der 2 C 1-Lokomotive, und zwar beträgt er etwa 8,4 ($\eta_{ges} = 11{,}8$ vH) statt 9,8 ($\eta_{ges} = 10{,}2$ vH) s. Abb. 7.

Dies ist die Folge einer wesentlich höheren Überhitzung (330 bis 345 °C) sowie der geringeren Abkühlungsfläche der Zylinder. (Die 2 C 1-Lokomotive hat vier, die 1 C 1-Lokomotive nur zwei Zylinder.)

Infolge dieses Umstandes sowie infolge der Anwendung von Speisewasservorwärmung, die auf der 2 C 1-Lokomotive fehlte, ist der Gesamtwirkungsgrad der 2 C 1-Lokomotive, s. Abb. 10, wesentlich geringer als der der 1 C 1-Lokomotive, s. Abb. 21. Bei dieser beträgt er fast 10 vH. Das ist eine recht hohe Zahl; es ist jedoch zu beachten, daß bei den in Deutschland erbauten E-Dampflokomotiven ohne Vorwärmung der Wirkungsgrad η_{ges} auch 9,6 vH[10]) erreichte. Ein Vergleich der Abb. 10 und 21 zeigt, daß bei den zwischen 30 und 50 schwankenden Werten von D_Z, wie sie im Personenverkehr in Rußland üblich sind, der Gesamtwirkungsgrad der 2 C 1-Lokomotive weniger schwankt als der der 1 C 1-Lokomotive. Die erste ist trotz ihrer geringen Wirtschaftlichkeit in bezug auf die Beständigkeit des Wirkungsgrades bei schwankender Belastung günstiger als die zweite.

Vergleich der 2 C 1- und 1 C 1-Lokomotiven

Diese Lokomotiven wurden nicht nur untereinander, sondern auch mit den 1 C 1-Lokomotiven der Reihe S[11]), als den in Rußland am meisten verbreiteten Lokomotiven, verglichen. Trotzdem diese drei Heißdampflokomotiven ohne Verbundwirkung sind, wäre es falsch, sie bei den gleichen Regleröffnungen und Füllungen zu vergleichen, da im Zusammenhang mit ihren Steuerungen die vorteilhaftesten Werte dieser Größen für die verschiedenen Lokomotiven bei derselben Drehzahl nicht die gleichen zu sein brauchen. *Lomonossoff* schlägt vor[12]), Lokomotiven etwa der gleichen Leistung bei voller Beanspruchung und bei unbedingt vorteilhaftester Regelung zu vergleichen, d. h. bei Höchstleistung N_e und bestem Gesamtwirkungsgrad η_{ges}.

[10]) Vergl. „Lokomotivversuche" S. 150.
[11]) Vergl. „Lokomotivversuche" S. 68.
[12]) Vergl. „Lokomotivversuche" S. 235.

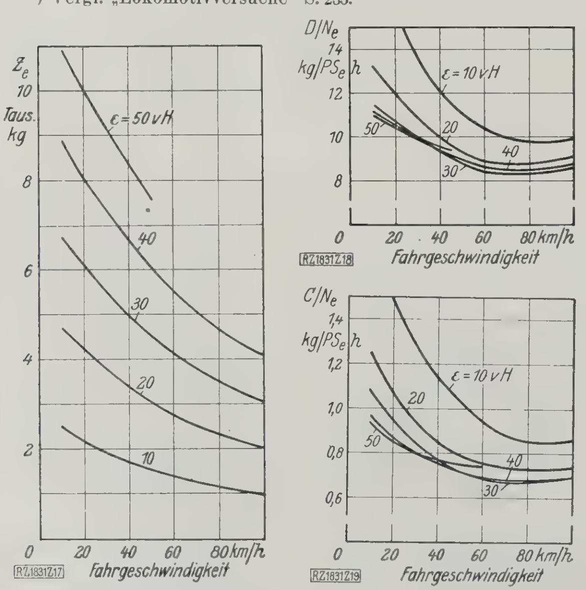


Abb. 17 bis 19
Hauptversuchsergebnisse der 1 C 1-Lokomotive in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Füllung (ε).
Abb. 17 Zugkraft am Radumfang, Abb. 18 Dampfverbrauch, Abb. 19 Brennstoffverbrauch, bezogen auf die Leistung am Radumfang.

Wenn es sich um einen Vergleich von Dampflokomotiven mit Diesellokomotiven oder Turbolokomotive handelt, so mag das genügen, sollen jedoch Dampflokomotiven, und zwar ähnlicher Bauart, verglichen werde so scheint es uns zweckmäßig, den Vergleich auch b dem gleichen stündlichen Brennstoffverbrauch C ode bei der gleichen Kesselbeanspruchung D_H durchzu führen.

In Abb. 22 sind die Zugkraftkurven unserer dr Lokomotiven für einen Brennstoffverbrauch $C = 800$ kg/ aufgetragen. Die gestrichelten Kurven a_1 und c_1 stellen di Zugkraft und Leistung der 2 C 1- und 1 D-Lokomotive gegenüber der 2 C 1-Lokomotive bei gleichem Naphtha verbrauch dar. Es ergeben sich demnach im Vergleic mit der 1 D-Lokomotive um 15 vH, im Vergleich m der 2 C 1-Lokomotive um 23 vH höhere Werte. Be merkenswert ist, daß die 1 C 1-Lokomotive im Ve gleich mit diesen zwei Lokomotiven die höchste Erspar nis bei $V \cong 65$ km/h ergibt.

In derselben Abbildung ist eine Kurve d der Zu kraft einer vierzylindrigen 2 C-Heißdampf-Verbund lokomotive eingetragen[13]), die bis jetzt für Geschwindig keiten unter 70 km/h die wirtschaftlichste russische Pe sonenzuglokomotive ist. Bei geringen Geschwindigkeite ist sie der 1 C 1-Lokomotive ähnlich, aber b $V > 80$ km/h liegt die Zugkraftkurve, bei $C =$ konst. auc die Kurve für η_{ges}, wesentlich tiefer als bei der 2 C Lokomotive. Das ist die Folge der Drosselung de Dampfes beim Übergang aus dem Hochdruck- in di Niederdruckzylinder.

Da die Kesselabmessungen unsrer vier Lokomotive verschieden sind, so entspricht der gleiche We

[13]) Vergl. „Lokomotivversuche" S. 175, Abb. 354.

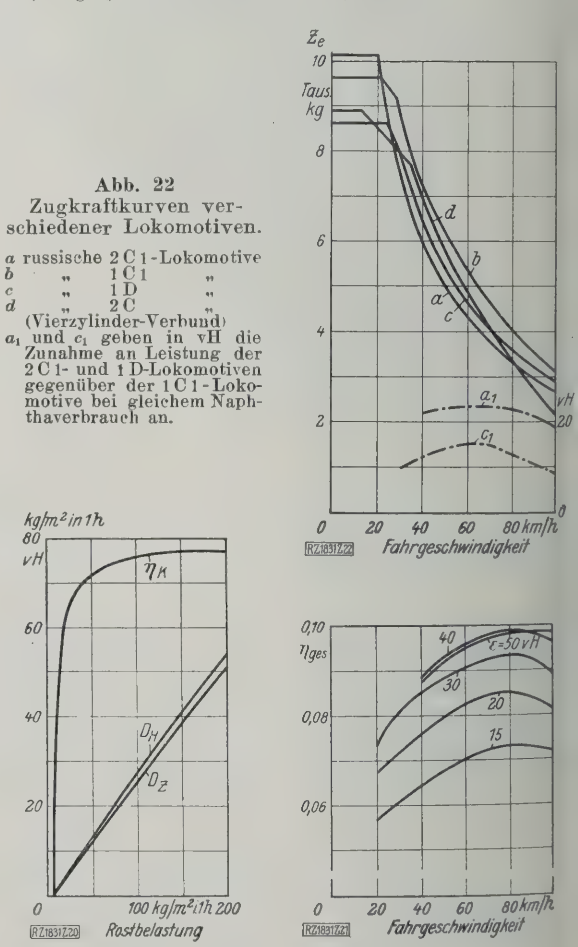


Abb. 22
Zugkraftkurven verschiedener Lokomotiven.
a russische 2 C 1-Lokomotive
b „ 1 C 1 „
c „ 1 D „
d „ 2 C „ (Vierzylinder-Verbund)
a_1 und c_1 geben in vH die Zunahme an Leistung der 2 C 1- und 1 D-Lokomotiven gegenüber der 1 C 1-Lokomotive bei gleichem Naphthaverbrauch an.

Abb. 20 und 21
Kesselwirkungsgrad η_k in Abhängigkeit von der Rostbelastung und Gesamtwirkungsgrad der 1C1-lokomotive in Abhängigkeit von Füllung und Geschwindigkeit; D_H und D_z wie Abb. 11.

…kg/h verschiedenen Kesselbeanspruchun… und zwar beträgt der Wert D_H bei der 2 C 1-Loko… 32, bei der 1 C 1-Lokomotive 42,5, bei der 1 D-…motive 40 und bei der 2 C-Lokomotive 54 kg/m²h. …bb. 23, in der die Kurven für η_{ges} aufgetragen …zeigt, daß bei $V > 30$ km/h die 1 C 1-Lokomo… in bezug auf den Brennstoffver…ch die wirtschaftlichste aller russi…hn Personenzuglokomotiven ist. Die …24 bestätigt dies; hier sind Kurven für η_{ges} einge…, die den absolut vorteilhaftesten Regelungsarten …echen und aus den Abb. 10, 21 und andern durch …zeichnung von Umhüllungskurven abgeleitet sind.

…u bemerken ist noch, daß die zweizylindrige 1 C 1-…otive, die im Mittel etwa 30 vH weniger Brennstoff …braucht als die vierzylindrige 2 C 1- und 2 C-Lokomo…n um 10 vH leichter und um 15 vH billiger als die …Lokomotive ist. Die 1 C 1-Lokomotive muß daher als …oßer Erfolg des russischen Lokomotivbaues aner…n werden. Diese Lokomotive wurde auf den Ko…naer Werken entworfen, wo die Überlieferun… von Prof. *Meineke* noch lebendig sind, unter Leitung …essen Schüler und nächstem Mitarbeiter *Tachtauloff*.

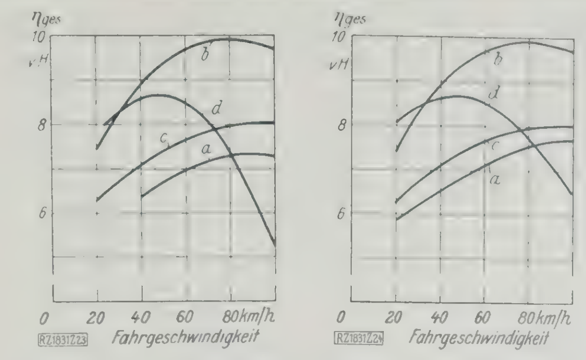


Abb. 23 und **24**. Gesamtwirkungsgrade der Lokomotiven. *a*, *b*, *c* und *d* in Abb. 22.

Hauptversuchsergebnisse der 1 D-Lokomotive,
Abb. 25 bis 32

Aus Abb. 29 und 30 kann man entnehmen, daß die vorteilhafteste Geschwindigkeit der 1 D-Heißdampf-Verbundlokomotive 40 km/h beträgt, was ihrer Bestimmung, der Beförderung von beschleunigten Güter- und gemischten Zügen, voll entspricht. Anderseits ist zu beachten, daß die absoluten Werte des Dampf- und Naphthaverbrauches recht hoch sind. Die Werte D/N_e sind trotz der Verbundwirkung nicht niedriger als bei der 1 C 1-Lokomotive (s. Abb. 15), die Werte C/N_e sogar höher. Letzteres erklärt sich dadurch, daß der Kessel, wie bei allen zweizylindrigen Verbundlokomotiven schlechter arbeitet, Abb. 31, als bei Lokomotiven mit symmetrischen Maschinen und gleichmäßigerem Auspuff. Daher sowie infolge des Fehlens der Speisewasservorwärmung übersteigt η_{ges} nicht 8,3 vH, Abb. 32, während bei der 1 C 1-Lokomotive Werte bis 9,9 vH erreicht werden.

Vergleiche mit andern Lokomotiven

Die Mehrzahl der 1 D-Lokomotiven sind Naßdampflokomotiven[14]), etwa 100 Lokomotiven sind jedoch mit Überhitzer und in Zwillingsanordnung ausgeführt[15]). Beide wurden

[14]) Vergl. „Lokomotivversuche" S. 48. [15]) ebenso S. 50.

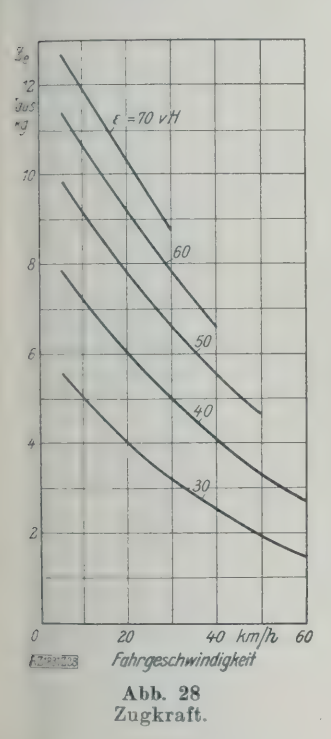


Abb. 28
Zugkraft.

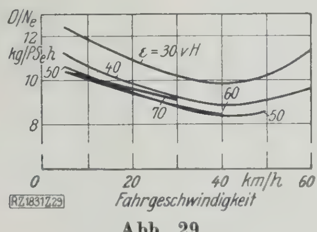


Abb. 29
Dampfverbrauch.

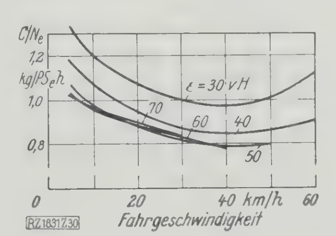
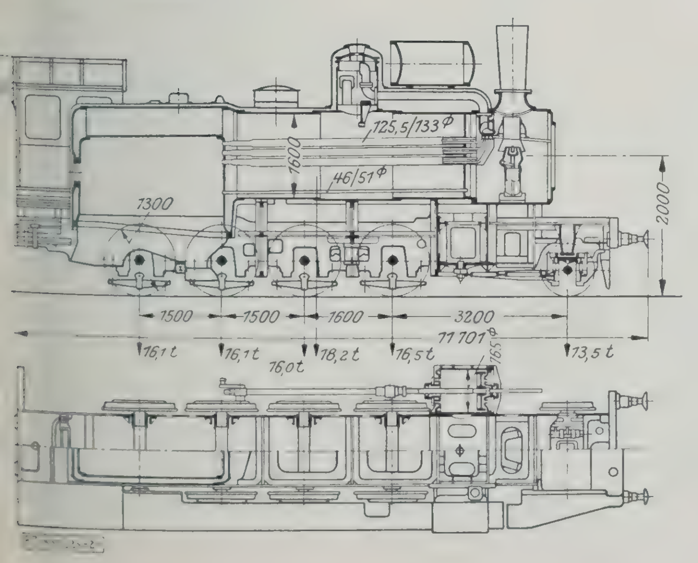
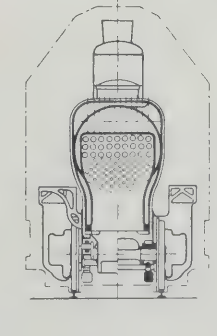


Abb. 30
Brennstoffverbrauch.

Abb. 28 bis 30
Zugkraft, Dampf- und Brennstoffverbrauch der 1 D-Lokomotive, bezogen auf die Leistung am Radumfang, in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Füllung (ε).

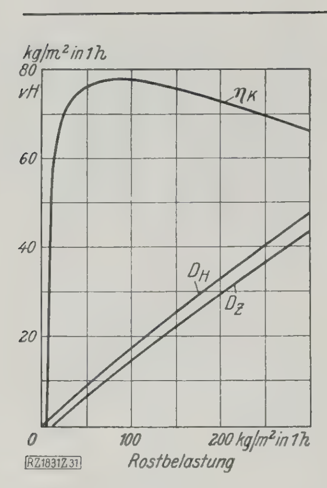




Hauptkonstruktionszahlen:

Zylinderzahl . .	2
Zylinder-Dmr.	540/765 mm
Kolbenhub . . .	700 „
Treibrad-Dmr. .	1300 „
Kesseldruck	14 at
Heizfläche . . .	176,8 m²
Überhitzerfläche .	51,0 „
Rostfläche . . .	2,8 „
Reibungsgewicht	64,7 t
Dienstgewicht .	78 „
Gewicht einschl. Tender (errechn.)	120 „
Leergewicht der Lokomotive . .	69,5 „
Leergewicht des Tenders . . .	23,7 „
Wasservorrat . .	25 „
Brennstoffvorrat	8 „

Abb. 25 bis 27
Russische zweizylindrige 1 D-Verbundlokomotive für Heißdampf.



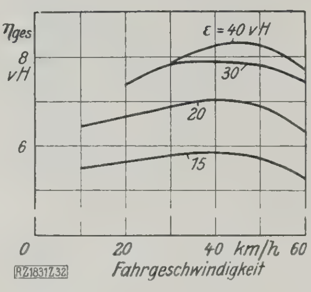


Abb. 31 und 32
Kesselwirkungsgrad η_k und Gesamtwirkungsgrad η_{ges} der 1 D-Lokomotive.
Vergl. hierzu Abb. 20 u. 21.

seinerzeit von *Lomonossoff* untersucht, und es wäre daher interessant, seine Ergebnisse mit den hier besprochenen Versuchsergebnissen zu vergleichen. Leider untersuchte *Lomonossoff* die 1 D-Lokomotiven mit verschiedenen Kohlensorten, aber nicht mit Naphtha, so daß der Vergleich nur in bezug auf den Dampfverbrauch durchgeführt werden kann. Diese Versuche zeigten auch die äußerste Unzulänglichkeit der Überhitzer der 1 D-Zwillinglokomotive. Auf Grund der Versuche wurden die Überhitzer vergrößert, die umgebauten Lokomotiven wurden aber nicht neu erprobt. Infolgedessen wäre ein Vergleich der 1 D-Lokomotive mit einer entsprechenden Zwillinglokomotive für die Bedeutung der Verbundwirkung bei Heißdampf nicht kennzeichnend.

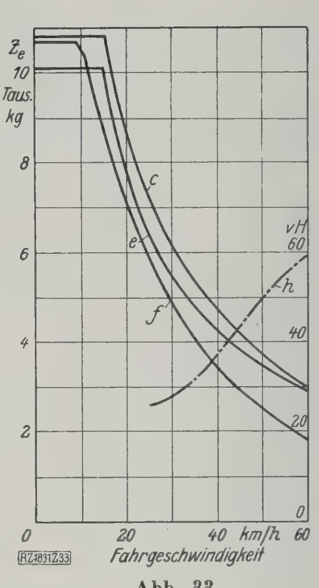
Wir werden infolgedessen unsre 1 D-Lokomotive (Zweizylinder-Verbund) nicht mit der 1 D-Zwilling-Heißdampflokomotive, sondern mit der russischen D-Lokomotive vergleichen, die vor dem Erscheinen der in Deutschland und Schweden erbauten E-Lokomotiven die wirtschaftlichste Güterzuglokomotive Rußlands war und die auch mit Naphthafeuerung untersucht worden ist.

Abb. 33 zeigt die Zugkraftkurven am Umfange der Treibräder unsrer 1 D-, der 1 D-Naßdampf- und der D-Lokomotive für die in Rußland übliche Kesselbeanspruchung von Güterzuglokomotiven von $D_H = 30$ kg/m²h.

Die gestrichelte Kurve *g* gibt in vH die Erhöhung der Zugkraft und Leistung der 1 D-Verbundlokomotive infolge der Überhitzung an. Bemerkenswert ist, daß diese Leistungssteigerung mit wachsender Geschwindigkeit rasch wächst. Dies erklärt sich daraus, daß die Überhitzung nicht nur den Wärmeaustausch zwischen Dampf und Wandungen verringert, dessen Einfluß auf den Wirkungsgrad der Lokomotiven mit wachsender Geschwindigkeit sinkt, sondern auch die Verluste infolge der Dampfdrosselung im Ein- und Auslaß. Diese Verluste sind bei Verbundanordnung besonders bedeutend und wachsen mit erhöhter Geschwindigkeit.

Dieser Vorteil des Heißdampfes erklärt die Mehrleistung bei höheren Geschwindigkeiten. *Lomonossoff* zeigte bereits im Jahre 1913, daß dies die Folge der höheren Dünnflüssigkeit des Heißdampfes[16]) ist. Anderseits ist diese höhere Flüssigkeit des Heißdampfes eine Quelle zusätzlicher Undichtheitsverluste, die bei niedrigen Geschwindigkeiten besonders hoch sind. Die wichtigste Maßnahme dagegen ist eine entsprechende Bauart der Stopfbüchsen und der Schieber und deren sorgfältige Wartung. In Deutschland sind in dieser Hinsicht große Erfolge erzielt worden. Die guten Wirkungsgrade der in Deutschland erbauten E-Dampflokomotiven waren in hohem Maße durch den vorbildlichen Zustand ihrer Schieber und Stopfbüchsen bedingt.

Entfernt sich der Zustand von dem idealen, so wird der Undichtheitsverlust durch die Schieber bei Verbundmaschinen infolge Verringerung des Druckgefälles fast um die Hälfte geringer. Außerdem kann der durch den Schieber des Hochdruckzylinders hindurchsickernde Dampf im Niederdruckzylinder Arbeit verrichten. Hierdurch er-



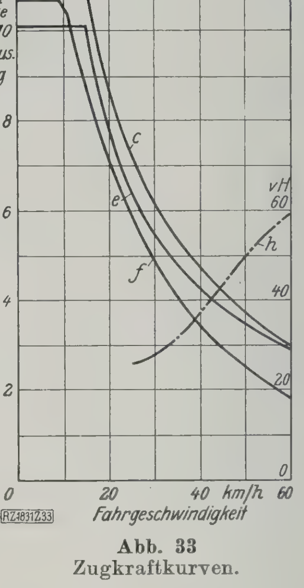


Abb. 33
Zugkraftkurven.

D/Ne
14
kg/PSeh
12
10
8
0
20
Fahrgeschwindi
RZ1831Z34

Abb. 34
Dampfverbrauc

c, e, f s. Abb. 33
g E-Lokomotive (in D land erbaut)

Zu Abb. 33:
c 1 D-Verbund-Lokomo (Versuchslokomotive
e 1 D-Naßdampf-Lokomotive*)
f D-Lokomotive
h Leistungserhöhung i der Versuchslokomot (c) durch Einbau de hitzers

*) Vergl. Fußnote 1

ηges
10
vH
8
6
0
20
40 km/h
Fahrgeschwindigkeit
g
c
e
RZ1831Z35

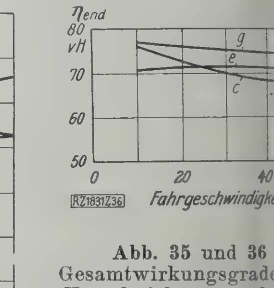


Abb. 35 und 36
Gesamtwirkungsgrade
Kesselwirkungsgrade
Abhängigkeit von
Geschwindigkeit; *c*,
und *g*, s. Abb. 33 und

klärt sich, weshalb bei schwerem Güterzugdien gleichzeitige Anwendung von Verbundwirkung und hitzung solch gute Ergebnisse bringt.

Aus Abb. 34, die sich auf die vorteilhafteste Re bezieht, sehen wir, daß in bezug auf den Verbrau Normaldampf, d. h. in bezug auf die Wirkungsgra Zwillingsmaschinen, die E-Lokomotiven bei vorbil Zustand der Schieber nicht hinter den D- und 1 bundlokomotiven zurückbleiben. Das zeigt, daß d stand der Schieber der letzteren während der Ve weit entfernt vom bestmöglichen war. Für die D motive wurde dies auch auf Grund besonders geführter Messungen bestätigt.

Abb. 35 zeigt, daß die Gesamtwirkungsgrade η 1 D- und D-Heißdampf-Verbundlokomotiven fast glei aber der Wirkungsgrad der deutschen E-Dampflokc wesentlich höher ist. Im Zusammenhang mit Abb. 3 sich, daß bei den E-Dampflokomotiven die Kessel wesentlich höheren Wirkungsgrad haben. Auch A bestätigt das für die günstigste Beanspruchung des l

Der Gesamtwirkungsgrad der E-Lokomotive ist hin geringer als der unsrer 1 C 1-Lokomotive. I klärt sich ausschließlich durch das Fehlen von wasservorwärmern auf den E-Lokomotiven. Na Versuchen von Professor *Syromiatnikoff* wür Speisewasservorwärmung den Wirkungsgrad der l motive gemäß der in Abb. 35 aufgetragenen Kurve gern, deren Werte denen für die 1 C 1-Lokomotive, s. sehr nahe kommen.

Man kann also sagen, daß das neueste Baumus auf dem Kolomnaer Werk entworfenen und erbaute Personenzuglokomotive bei außerordentlich einfache art in bezug auf ihre Betriebseigenschaften nicht den besten Lokomotiven des westeuropäischen Lok baues zurückbleibt.

[16]) Wie *Garbe* sie genannt hat, vergl. a. Z. Bd. 46 (1902) S. 151.

RUNDSCHAU

Dampftechnik

Stand der Hochdruckdampf-Technik

Die Studienkommission für Hochdruckanlagen der Vernigung der Elektrizitätswerke hielt vom 21. 23. Februar unter dem Vorsitz von Dr. *X. Mayer* in nnheim eine Versammlung ab, verbunden mit einer Vorgsreihe, an der auch zahlreiche Gäste teilnahmen. Unter sen waren Mitglieder der Vereinigung der Großkesselsitzer besonders stark vertreten. Die Vorträge und die teilise lebhafte Aussprache ergaben einen günstigen Gesamtdruck von den Aussichten, die sich nach dem heutigen ande für die Steigerung der Drücke und der Temperaturen Dampfkraft-Elektrizitätswerken bieten, wenn auch vielcht die Schwierigkeiten, die im Betrieb namentlich inge der höheren Temperaturen auftreten, noch nicht immer erwunden sind.

Im Auftrag der Geschäftstelle gab zunächst Dipl.-Ing. *lzmann*, Berlin, einen kurzen Überblick über Entwicklng und Aussichten der Hochdruckampfanlagen und über die wichtigsten dabei auftetenden technischen Probleme. Seit 1922 sind in Deutschnd 274 Kessel für Drücke von mehr als 30 at errichtet ler bestellt worden, darunter 98 für öffentliche Elektrizitswerke; ferner sind für Drücke von 50 bis 100 at bis jetzt essel mit mehr als 3200 m² Heizfläche in Betrieb gemmen. Beim Entwurf der Kesselanlagen wird nicht nmer berücksichtigt, daß Kessel für höheren Druck bei egebener verhältnismäßiger Druckabsenkung ein größeres rbeitsvermögen auf 1 m² Ausdampffläche aufspeichern nnen als Kessel für niedrigeren Druck, und daß man auch e heute übliche Belastung der Ausdampffläche von 0 m³/m²h noch steigern kann, wie amerikanische Beispiele weisen. Dadurch kann man die Kessel für hohen Druck och wesentlich verbilligen.

Nach den vorliegenden Erfahrungen kann man ferner rücke bis zu rd. 100 at noch mit den üblichen Bauarten er Dampferzeuger beherrschen. Darüber hinaus werden doch die bekannten Sonderbauarten für Dampferzeuger otwendig. Hohe Dampftemperaturen sind in Dampfturbinen och schwerer beherrschbar als in Dampfkesseln; durch genaues Regeln der Dampftemperaturen am Überhitzer könnte an die heute bei Dampfturbinen für zulässig erachtete löchstgrenze erhöhen.

Dr.-Ing. *Marguerre*, Mannheim, berichtete sodann unter em Titel „Technisches und Wirtschaftiches über die 100 at-Anlage des Großraftwerkes Mannheim" ausführlich über die ründe, die zur Wahl der Bauart der Vorschaltanlage mit wei Turbodynamos von 5000 und 7000 kW von Brown, Boeri & Cie. A.-G. für 19 at Gegendruck geführt haben. Neben ründen, die sich aus den Verhältnissen der Anlage ergaben nd auf einen Überdruck von mindestens 80 at hinwiesen, var für die Wahl gerade von 100 at mit die Erwägung maßebend, daß bei diesem Druck noch die Sonderverfahren von *öffler* oder *Benson*, falls sie Vorteile bieten sollten, später ngewendet werden könnten. Zur Zeit der Errichtung der Anlage waren sie noch im Versuch begriffen, und es kamen aher nur Normalkessel in Frage. Es wurden daher Zweirommel-Steilrohrkessel, der eine von der Firma Hanoag mit KSG-Kohlenstaubfeuerung, der andere von Humoldt mit AEG-Kohlenstaubfeuerung und zum Teil durch Wasserrohre gekühlten Brennkammern aufgestellt. Die Dampftemperatur an den Kesseln soll bis zu 470° betragen. nfolge der gewählten doppelten Zwischenüberhitzer mit trömendem und kondensierendem Frischdampf erhalten die Turbinen im Regelfall nur Dampf von 425° am Eintritt, während der austretende Dampf, auf rd. 350° nachüberhitzt, n den vier vorhandenen Niederdruck-Turbodynamos von 12 500 und 20 000 kW ausgenutzt wird.

Besonders wertvoll war es, Genaueres über die Ursachen einiger Betriebschwierigkeiten der ersten Monate zu erfahren, über die der Vortragende mit anerkennenswerter Offenheit berichtete. Von diesen Schwierigkeiten kann man die an den Hochdruck-Kreiselpumpen wegen ungeeigneter Leistungskennlinie und die an den Wasserstandgläsern, deren Anzeige durch ein neues Gerät nach *Pfleiderer* unterstützt wird, als überwunden ansehen. Die Behebung der Schwierigkeiten, die an den Flanschverbindungen aufgetreten sind, scheint gleichfalls praktisch gelungen; die weiteren Schwierigkeiten, die durch Kesselsteinbildung und daraus folgende Rohrreißer entstanden sind, werden überwunden sein, wenn das infolge undichter Kondensatoren gelegentlich eintretende unreine Speisewasser ferngehalten wird.

Das Auswerfen von Asche aus dem Schornstein wird, nachdem Versuche mit einem Rauchgaswäscher fehlgeschlagen waren, mittels zweier Zyklonstaubabscheider wenigstens zum Teil verhindert. Die Anlage wurde im Anschluß an diesen Vortrag besichtigt[1]).

Dr.-Ing. *Münzinger*, Berlin, sprach über den wirtschaftlichen Dampfdruck für Elektrizitätswerke unter Berücksichtigung des Löfflerkessels. Seine sehr umfangreichen Berechnungen erstrecken sich auf das Gebiet der Dampfdrücke von 17 bis 140 at und beziehen sich auf ein Großkraftwerk mit Kohlenstaubfeuerung und 4 × 90 000 kW Maschinenleistung einschließlich der notwendigen Reserve, wobei für Kessel der üblichen Bauart möglichst günstige Annahmen gemacht werden. Dem Vergleich wurde dieselbe elektrische Nutzleistung des Kraftwerks zugrunde gelegt. Berücksichtigt wurde insbesondere auch der höhere Eigenkraftbedarf, den eine Anlage mit Löfflerkesseln infolge der Dampfumwälzpumpen bedingt. Die Untersuchung ergab trotzdem, daß bei gleicher Kalkulation Dampferzeuger nach dem Verfahren von *Löffler* für 100 bis 120 at Betriebsdruck für dieselben Kosten hergestellt werden können wie Zweitrommel-Steilrohrkessel für 40 at oder Dreitrommel-Steilrohrkessel für 30 at. Dagegen ergibt der Vergleich der Baukosten des ganzen Kraftwerkes nur einen Vorteil von etwa 2,2 vH zugunsten des Löffler-Verfahrens, weil der Kraftverbrauch der Umwälzpumpen eine größere Leistung des ganzen Werkes bedingt.

Bei dem heutigen mittleren Ausnutzungsverhältnis der meisten deutschen Elektrizitätswerke hält hiernach der Vortragende bei Verwendung von Wasserrohrkesseln für die Mehrzahl der Werke 30 bis 50 at noch immer für den wirtschaftlich günstigsten Betriebsdruck, wenn man die Berechnung des Strompreises auf den Kapitaldienst und die Brennstoffkosten ausdehnt. Aber schon heute ist eine Anlage mit Dampferzeugern nach *Löffler* von 110 at Anfangsdruck wirtschaftlich gleichwertig einer Anlage mit besonders günstig bemessenen Zweitrommel-Steilrohrkesseln und nicht unwesentlich überlegen einem Werk mit den üblichen Dreitrommelkesseln. Dr. *Münzinger* zweifelt aus verschiedenen teils menschlichen Gründen nicht daran, daß in den nächsten Jahren die Industriewerke mit großem Bedarf an Gegendruckdampf zu Betriebsdrücken von 100 at übergehen werden und daß die dadurch ermöglichte allmähliche Verbilligung dem Hochdruckdampf auch in Elektrizitätswerken Eingang verschaffen wird.

Prof. Dr. *Kraft*, Berlin, sprach sodann über die Höchstdruckturbine, eine Baustofffrage. Sein Vortrag faßte die Probleme der Werkstoffe, die sich dem Konstrukteur beim Entwurf von Dampfturbinen für hohe Drücke und Temperaturen darbieten, in einer vor allem für die Praxis geeigneten Weise zusammen. Er kennzeichnete die mangelnde Eignung des heute üblichen Gußeisens als Baustoff für Temperaturen über 350°; die neueren Versuche mit elektrisch hergestelltem Gußeisen sind noch nicht abgeschlossen. In der Herstellung und Warmbehandlung von Gehäusen aus Stahlguß für solche Dampfturbinen habe man Fortschritte gemacht. Die Schwierigkeiten, die wagerechte Trennfuge solcher Gehäuse mit Sicherheit abzudichten, kann man durch Anziehen der Schrauben in angewärmtem Zustande beheben. Zu diesem Zweck führt man in die der Länge nach gebohrten Bolzen elektrische Heizstäbe ein.

Unter den Anforderungen an den Stahl mit 3 vH Nickelgehalt für geschmiedete Läufer, dessen Festigkeit bei gewöhnlicher Temperatur 60 bis 65 kg/mm² betragen soll, wurde hervorgehoben, daß es wichtig sei, Probestäbe an solchen Stellen der Schmiedestücke vorzuschreiben, an denen die höchsten Beanspruchungen und bei der Herstellung besondere Schwierigkeiten auftreten. Wichtig wäre es auch, in den Angeboten die Festigkeit bei höheren Temperaturen mitzuteilen.

Von neueren hitzefesten Baustoffen für die Schaufeln wurden neben dem Kruppschen V 5 M-Stahl auch Stähle mit 15 vH Chromgehalt erwähnt, die bis zu 60 vH Nickel enthalten und bemerkenswert hohe Festigkeit bei hohen Temperaturen aufweisen. Allerdings seien diese Baustoffe sehr kostspielig und noch nicht ganz erprobt. Zum Schluß machte der Vortragende einige Angaben über die Baustoffe für die Labyrinth-Stopfbüchsen.

Die Teilnehmer der Tagung verlebten den Abend als Gäste der Stadt Mannheim, deren Oberbürgermeister und Mitglieder des Stadtrates sich an der Begrüßung beteiligten. Am folgenden Tage berichtete Prof. Dr.-Ing. *Honegger*, Zürich, über eigene Versuche auf dem Gebiete des Ein-

[1]) Eine ausführliche Veröffentlichung über diese Anlage in dieser Zeitschrift ist in Aussicht genommen.

flusses höherer Temperaturen auf die Dauerstandfestigkeit von Stahl und von Gußeisen, des Wachsens von Gußeisen und der Änderung der Ermüdungsfestigkeit durch Kaltbearbeitung im Zusammenhang mit Werkstofffragen der Hochdruck-Dampfturbinen. Die Arbeiten, die demnächst als Mitteilung aus der Materialprüfungs-Anstalt der Eidgen. Technischen Hochschule Zürich veröffentlicht werden sollen, erstrecken sich auf die Prüfung von Baustoffen in einem elektrisch geheizten Ofen, in dem Dauerversuche bei Temperaturen bis zu 1000 ° ausgeführt werden können, sowie auf Untersuchungen in Dampf von 500 °. Auf die Einzelheiten der Ergebnisse, denen in der Aussprache zum Teil widersprochen wurde, kann hier aus Mangel an Raum nicht genauer eingegangen werden.

Schließlich berichtete Obering. *Schöne* über Einzelheiten der im Bau befindlichen Hochdruck-Dampfkraftanlage für 120 at auf der Grube Renate der Ilse-Bergbau-Gesellschaft; ihre beiden Zweitrommel-Steilrohrkessel von Borsig sind für je 32 t/h Dampfleistung bei 466 und 516 m² Heizfläche bemessen und mit Treppenrostfeuerung und Kohlenstaub-Zusatzfeuerung versehen. Die von der AEG gebauten Dreigehäuse-Anzapf-Gegendruckturbinen geben Anzapfdampf von 13,5 at für den Betrieb der Brikettpressen und Speisepumpen sowie den gesamten Gegendruckdampf von 2,5 at Überdruck für den Betrieb der Trockner ab. Die ganze Anlage, die 24 000 kW Nutzleistung liefern kann, kennzeichnet sich als der erste großzügig durchgeführte Versuch, die Vorteile nutzbar zu machen, die sich namentlich in der Braunkohlen- und Brikettindustrie durch Steigern des Anfangsdruckes einer gegebenen für Heizzwecke notwendigen Dampfmenge darbieten. Die Inbetriebnahme der Anlage soll im August 1929 stattfinden.

Berlin [N 2669] Dr. *A. Heller*

Arbeitsmaschinen

Schwere Flächenschleifmaschine

Die im folgenden beschriebene Schleifmaschine[1]), Abb. 1 und 2, ist bestimmt für die Erzeugung ebener Flächen an großen sperrigen Werkstücken, wie sie insbesondere bei Rahmen und Ständern von Dieselmotoren, Rohölmotoren und dergleichen vorkommen; sie gestattet die Bearbeitung von Werkstücken bis 3000 mm Länge und bis 1200 mm Höhe bei einem Schleifraddurchmesser von 1400 mm oder 1800 mm Höhe bei einem Schleifraddurchmesser von 2000 mm.

Bei den bisher gebauten Flächenschleifmaschinen läßt man in der Regel das Werkstück, das auf dem Arbeitstisch befestigt ist, hin und her gehen, während die Schleifscheibe ortfest bleibt. Bei schweren sperrigen Werkstücken ist es aber vorteilhafter, das Werkstück ruhen zu lassen und dem Schleifwerkzeug eine Längsbewegung zu erteilen, dabei kann man die Werkstückseite je nach den Bedürfnissen einrichten. Ganz unverkennbar zeigt Abb. 2 das Bestreben des Konstrukteurs, die Starrheit der Maschine ohne Stoffmehraufwand durch Erhöhung des Gedrungenheitsgrades der einzelnen Bauteile entsprechend den Forderungen der neueren Forschungen zu steigern[2]).

Schleifrad

Das Schleifrad hat, wie erwähnt, 1400 mm oder 2000 mm Dmr. und besteht aus einer Tragscheibe und einem auf diese aufgesetzten Kranz von 30 oder 42 Einzelschleifkörpern. Diese Einzelschleifkörper bieten neben ihrer hohen Schleif-

[1]) DRP Nr 326 637, 327 763, 327 954, 338 912, 342 463, 381 568, 385 335, 399 114.
[2]) s. „Maschinenbau" Bd. 7 (1927) S. 169.

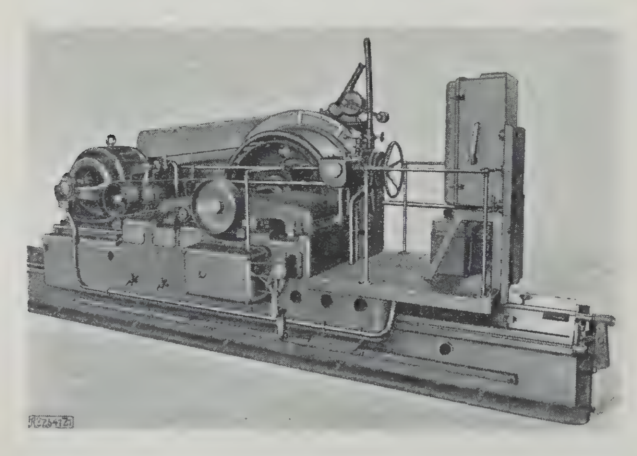


Abb. 1
Bedienungsseite der Flächenschleifmaschine der Diskus-Werke, Frankfurt a. Main.

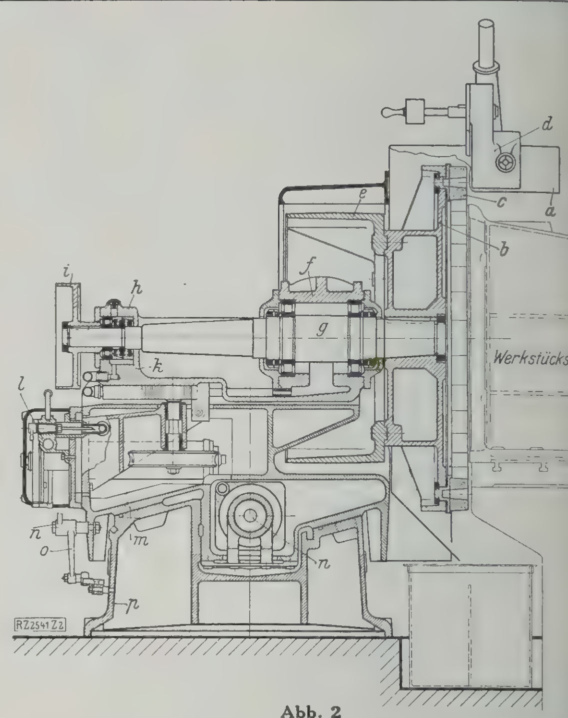


Abb. 2
Schnitt durch die Maschine, Abb. 1.

a Schutzhaube
b Tragscheibe für *c*
c Einzelschleifkörper
d Abrichtwerkzeug
e Antriebriemenscheibe
f Hauptlager
g Schleifwelle
h Drucklager
i Antriebscheibe für die Ölpumpe
k Querschlitten
l Beistellung des Schleifrades
m Schleifschlitten
n Öltrieb für den Schleifschlitten
o Umsteuerhebel
p Maschinenbett
q Wassertrog

wirkung den Vorteil der fast restlosen Ausnützung und d raschen Auswechselbarkeit und haben den Vorzug, daß ma sie für jeden Schleifraddurchmesser brauchen kann. Mit d Tragscheibe des Schleifrades ist unmittelbar die Antrie riemenscheibe von 1000 mm Dmr. bei einer Breite v 400 mm verbunden. Diese umfaßt das vordere Hauptlag der Schleifwelle derart, daß der Riemenzug in das Lage mittel fällt. Der Antrieb des Schleifrades erfolgt dur schmiegsamen Riemen von einem Drehstrommotor v 70 PS Leistung, der mit sehr kurzem Achsenabstande sei lich auf dem Schleifschlitten angeordnet ist.

Querschlitten

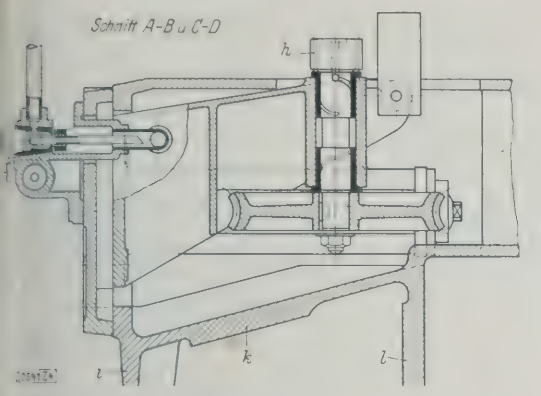
Die Schleifwelle ist in einem niedrig gebauten Que schlitten auf dem Schleifschlitten gelagert, der sich a einem gleichfalls sehr niedrigen und gedrungenen Masch nenbett bewegt. Die Lastdrücke werden durch Rollenlage die Drücke in der Achsrichtung durch Kugellager aufg nommen. Der Querschlitten zeigt die den Diskus-Maschine eigentümliche schwingbare Führung mit Schmalleiste[3]). D Beistellung des Querschlittens zum Werkstück, Abb. 3 bis erfolgt wahlweise selbsttätig in den Stufen von 0,02 b 0,2 mm oder von Hand bis zum Gesamtbetrag von 100 mr Die selbsttätige Schaltbewegung erfolgt ebenfalls hydrau lisch durch einen kleinen hydraulischen Kolben neben de Schaltrade.

Schleifschlitten

Der Schleifschlitten hat ohne den vorgebauten Bedie nungsstand eine Länge von rd. 3600 mm bei einer Gesam breite von rd. 1300 mm. Er trägt den Querschlitten sam Schleifwelle, Schleifrad und den Beistellmitteln, den Schlei motor, die Pumpe für den Öltrieb samt Steuergehäuse, de Bedienungsstand, an seiner Unterseite den Zylinder für de Öltrieb und seitlich eine Gruppe der Beistell- und Un steuermittel. Im Bedienungsstand auf dem Schleifschlitte für die Maschine sind sämtliche Griffe so angeordnet, da sie ohne Standwechsel des Bedienungsmannes betätigt we den können, und zwar für die Bedienung des Maschinen motors, der Längsbewegung, Umkehr und Stillsetzung de Schleifschlittens, der Beistellung, des Abrichtwerkzeuges, de Wasserzufuhr und der Kühlwasserpumpe.

In sinnfälliger Weise zeigt diese Anordnung, wie sta die Rücksicht auf die Handlichkeit der Bedienung in de Aufbau einer neuzeitlichen Werkzeugmaschine eingreift. D mechanischen Beistellmittel für den Querschlitten wie di

[3]) DRP Nr. 327 763.



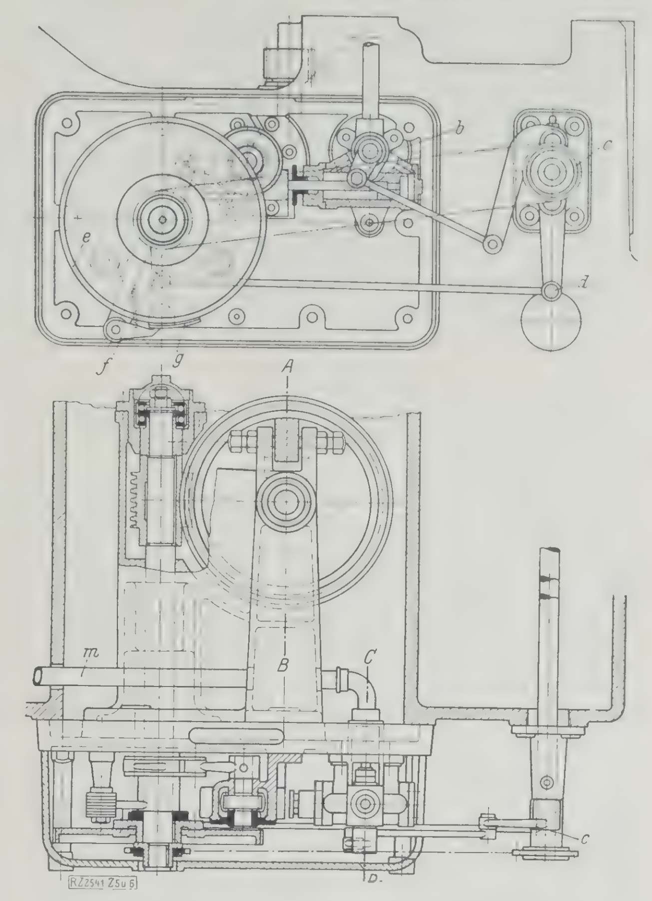


Abb. 3 bis **5**
Selbsttätige Beistellung.
a Steuergehäuse des hydraulischen Antriebs der Beistellung
b Druckwasserantrieb der Beistellung
c Fernbetätigung der Handbeistellung
d Fernschaltung der Beistellgrößen
e Schaltrad
f Schaltklinke
g Schaltzunge
h Antriebritzel des Querschlittens
i Schleifschlitten
k schräge Führungsfläche
l senkrechte Führungsfläche
m Ölleitung

lischen Steuermittel für die Schleifschlitten sind von aschinengestell losgetrennt und in den Handbereich dienungsmannes überführt. Bei den elektrischen An- nd Steuermitteln geht das infolge der leichten Über- gsmöglichkeit der elektrischen Energie viel einfacher. ieht hieraus, wie vielfältig die Hilfsmittel sind, die der Werkzeugmaschinenbauer zu beherrschen hat.

le Gewichte sind auf dem Schleifschlitten so verteilt, e Schwerlinie ungefähr in die Schlittenmittelebene . Zum Antrieb des Schleifschlittens dient ein -Öltrieb, der sich nicht grundsätzlich von der erst- im Jahre 1924 angewandten Bauweise unterscheidet. einen einzigen Steuerhebel kann man die Schlitten- indigkeit zwischen 0 mm/s und 100 mm/s stufenlos genblicklich wirkend regeln. Der Einbau von Räder- und dergleichen hätte den Bau ungemein verwickelt. r den Öltrieb gebrauchte Ölmenge von 150 l ist im des Schleifschlittens, das teilweise in Behälterform ildet ist, untergebracht.

hs sehr niedrige und gedrungene **M a s c h i n e n b e t t** lie Bauart der Schrägführungen mit zwischenliegen- hr breiter Senkrechtführung zur Aufnahme der Schleif- l. Am Ende des Bettes ist die Kolbenstange befestigt, Kolben in dem am Schleifschlitten festen und mit e wandernden Druckzylinder geführt ist. Es handelt er also um die Umkehrung der sonst üblichen Bauart sten Druckzylinders und der beweglichen Kolben-

m raschen und genauen Abrichten des Schleifrades nd des Betriebes dient ein auf der Schutzhaube des rades angeordnetes **A b r i c h t w e r k z e u g** mit rädchen aus Sonderstahl, das durch Auf- und Ab- ng des Handhebels über die Schleiffläche geführt d. Die Schnittiefe beim Abrichten wird durch ein kleines ad geregelt.

ne durch einen Elektromotor von 1 PS angetriebene pumpe mit 50 l/min Förderleistung, die auf dem ungsstand angebracht ist, schöpft das Kühlwasser aus der Maschine entlang laufenden, in die Grundplatte ssenen und zu Klärzwecken unterteilten Wassertrog.

ankfurt am Main. Dr.-Ing. *C. Krug*

Meßgeräte

H a n d t a c h o m e t e r

ndtachometer sollen der vorübergehenden rohen so- naueren[1]) Nachmessung von Drehzahlen verschieden- ellen dienen. Sie müssen daher eine hohe Meßgüte und gleichzeitig sehr kleine und sehr große Umlauf- zu messen gestatten. Außerdem muß die Form mög- klein und handlich sein, damit das Tachometer auch mit er zugänglichen Wellen bequem in Verbindung ge- werden kann.

e gleichzeitige Erfüllung aller Forderungen ist bis- doch noch nicht gelungen.

[1]) Z. B. zur Nachprüfung andrer Drehzahlmesser auf Schiffen und gen, auf denen größere Tachometer nicht mitgenommen werden

Die Ursache für die zu enge Begrenzung des Meßbereiches ist in dem Grundsatz, der dem Tachometer zu Grunde liegt, zu suchen. Alle bisher bekannt gewordenen Ausführungsformen von Handtachometern benutzen als Meßwerk ein Drehpendel. Ein solches Pendel kann jedoch unmittelbar nur zum Messen von Drehzahlen, die nicht mehr als um das Vierfache auseinander liegen, verwendet werden. Andernfalls wird die Einstellung am Beginn der Skala sehr unsicher und außerdem die Teilung zu Beginn und Ende der Skala so eng, daß die Ablesegenauigkeit nicht das zulässige Maß erreicht.

Um den Meßbereich zu erweitern, baut man zwischen Tachometerwelle und Pendel verschiedene einstellbare Übersetzungen ein. Je nach der Umlaufzahl der Tachometerwelle

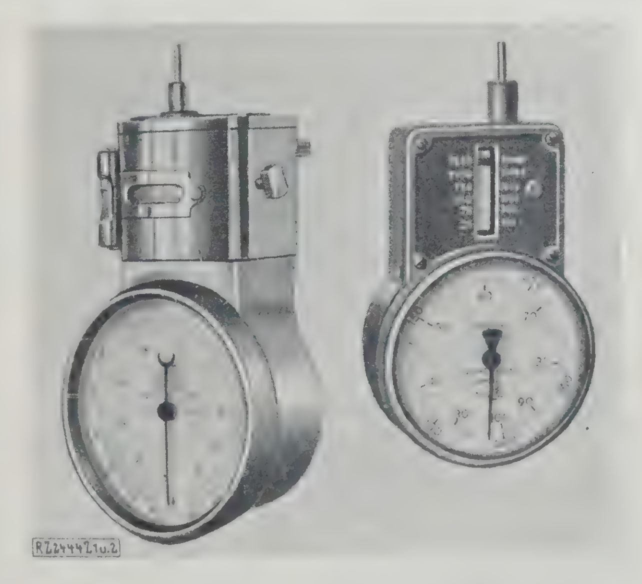


Abb. 6
Handtachometer mit vier Meßbereichen.
Nat. Länge einschl. Welle 146 mm

Abb. 7
Handtachometer mit sechs Meßbereichen.
Nat. Länge einschl. Welle 134 mm

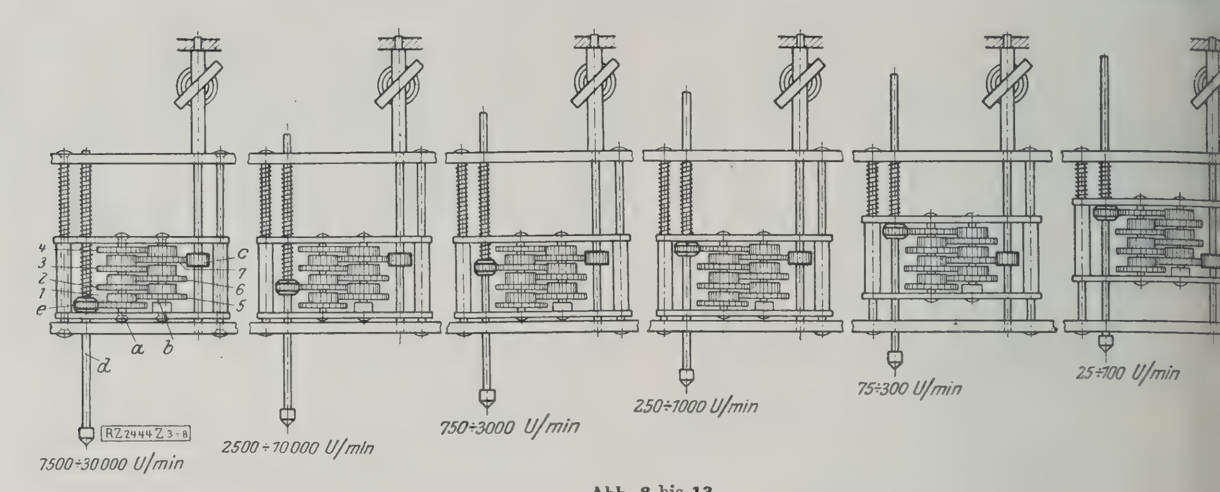


Abb. 8 bis 13
Schaltung des Handtachometers mit sechs Meßbereichen.

a, *b* feste Achsen *c* Zahnrad auf der Pendelwelle *d* Tachometerwelle 1 bis 7 Räderpaare *e* Ritzel auf Tachometerwelle

werden dann die Übersetzungen verändert, so daß das Pendel bei den verschiedenen Drehzahlen der Tachometerwelle im Mittel seine Drehzahl beibehält.

Alle bisher bekannt gewordenen Ausführungsformen von Handtachometern mit kleinen Abmessungen haben nicht mehr als vier Meßbereichschaltungen, Abb. 6. Eine Aufnahme weiterer Übersetzungen würde das Tachometer so vergrößern, daß die geforderte handliche Form nicht mehr gewahrt bleibt.

Mit nur vier verschiedenen Übersetzungen ist es jedoch nicht möglich, alle praktisch auftretenden Umlaufzahlen zu messen. Sie erweitern den vom Pendel beherrschten Meßbereich nur auf das 1 bis 125fache, während die in der Technik auftretenden Drehzahlen zwischen dem 1- bis 1000fachen liegen.

Bei den neuen von der Firma Dr. Th. Horn nach der Drehpendelbauart konstruierten Tachometern, Abb. 7, ermöglicht eine neuartige Anordnung und Schaltung der Übersetzungsräder, Abb. 8 bis 13, sechs verschiedene Übersetzungen bei noch kleineren Baumaßen als den bisherigen unterzubringen und so das Meßbereich auf den geforderten Wert vom 1- bis 1000fachen zu bringen.

Auf zwei festen Achsen *a* und *b*, Abb. 8, sind die Räderpaare 1 bis 7, die je aus einem größeren und kleineren Stirnrad bestehen, je für sich drehbar, so angeordnet, daß jedesmal das größere der beiden Stirnräder eines Paares auf der ersten festen Achse mit dem kleineren Stirnrad eines Räderpaares auf der zweiten festen Achse und umgekehrt dauernd im Eingriff sind. Dadurch wird erreicht, daß sich das folgende Räderpaar stets schneller oder langsamer als das vorhergehende dreht. Das Pendel ist durch Eingriff des Zahnrades *c* in ein Stirnrad eines Räderpaares mit dem genannten Rädergetriebe verbunden.

Die Tachometerwelle *d* ist verschiebbar angeordnet. Auf ihr sitzt fest der Trieb *e*, der bei der Verschiebung mit verschiedenen Räderpaaren in Eingriff kommt und somit die Übersetzung von Tachometerwelle zu Pendel verändert.

Abb. 8 bis 13 zeigen, daß nur vier Räderpaare auf einer festen Achse übereinander angeordnet sind. Die Anordnung von sechs Räderpaaren ist praktisch nicht brauchbar. Das zur Bewegung der Tachometerwelle aufzuwendende Drehmoment wird dann infolge der hohen Übersetzung vom ersten zum letzten Räderpaar bei den kleineren Umlaufzahlen der Tachometerwelle so groß, daß die Tachometerwelle nicht mehr mit absoluter Sicherheit von der zu messenden mitgenommen wird.

Um unter Verwendung von nur vier Räderpaaren trotzdem sechs Meßbereichschaltungen zu erreichen, hat man folgende Erwägung aufgestellt: Die mittlere Pendeldrehzahl liegt zwischen der niedrigsten und höchsten Drehzahl der Tachometerwelle; zum Teil muß also von der Tachometerwelle zum Pendel ins Schnelle, zum Teil ins Langsame übersetzt werden, wenn das Pendel bei den verschiedenen Umlaufzahlen der Tachometerwelle seine mittlere Drehzahl beibehalten soll. Da nun das Rädergetriebe in der einen Richtung ins Langsame, entgegengesetzt ins Schnelle übersetzt, so muß ein Rädergetriebe mit vier Räderpaaren sieben verschiedene Übersetzungen ergeben können. Außer dem mit der Tachometerwelle verschiebbaren Trieb muß dann nur noch der Pendeltrieb *c* gegen das Rädergetriebe verschiebbar sein. Verstellt man beispielsweise den Trieb *e* nacheinander auf die vier Räderpaare 1 bis 4, während der mit dem verbundene Trieb *c* mit dem obersten Räderpaare 7 i griff bleibt, so kann man vier Meßbereichschaltung wege bringen. Bringt man nun den Pendeltrieb *c* Zahnräderpaare 6 und 5, so kann man rückwärts n zwei, also sechs verschiedene Meßbereichschaltung wirken.

An Stelle der Verschiebung des Pendeltriebes geg Zahnradgetriebe ist das gesamte Rädergetriebe versch angeordnet. Die Verschiebung des gesamten Räderge wird durch einen Schlitten, in dem das gesamte Rä triebe eingebaut ist und der leicht auf zwei Achsen kann, ermöglicht.

Die Verschiebung selbst geschieht zwangläufig o sondere Bedienung, durch Anschlag der Tachometerw den Schlitten. In Abb. 8 bis 13 ist der Vorgang vera licht. Zur Schaltung der ersten vier Meßbereiche w Tachometerwelle mit dem Trieb *e* nacheinander mit d Zahnräderpaaren in Eingriff gebracht. Von der Stellung an stößt dann die Tachometerwelle durch e ihr angebrachte Nase an den Schlitten und nimmt dies Dadurch kommt der mit dem Pendel verbundene Trieb einander mit den unteren Zahnräderpaaren in Eingrif rend der Tachometerwellentrieb mit dem obersten Zahn paar in Eingriff bleibt. Die rückläufige Bewegun Tachometerwellenbetrieb und Schlitten besorgen zwe tige Federn.

Sämtliche Meßbereiche werden also im Betrieb tätig eingestellt, das Tachometer kann daher mit eine bedient werden.

Die Messung einer völlig unbekannten Umlaufz schieht wie bisher in einfachster Weise durch imme keres Andrücken der Tachometerwelle an die zu m Welle und Feststellen bei Erreichen der richtigen Sch Der richtige Meßbereich ist beim Ausschlagen des eingestellt. Festgestellt wird durch Loslassen eines knopfes, der mit einem Finger der gleichen Hand Schaltung der Meßbereiche gedrückt werden muß.

Ein besonderer Vorteil bei der Schaltung de bereiche im Betrieb besteht darin, daß die Drehricht Pendels, ohne Einbau von besonderen Zwischenräder Übergang des einen Bereiches auf den andern sich ni kehrt. Eine Beschädigung, wie sie bei andern Anord der Übersetzungsräder durch diesen Umstand auftrete ist hier ausgeschlossen.

Auch vor der Beschädigung, die durch Überlau Pendels über die zulässige Drehzahl eintreten kann ein kleinerer Meßbereich als der Umlaufzahl messenden Welle entspricht, eingeschaltet wird, Tachometer durch die Anordnung der Übersetzun schützt. Durch die Federn werden Tachometerwel Schlitten nach außen gedrückt. Die Tachometerwel sich demnach stets nach jeder Messung in ihrer äu Stellung befinden, wenn man bei Wegnahme des Tach von der Welle den Druckknopf, der die Welle fe drückt. Die Übersetzungsräder sind nun so angeord sich von der äußersten Stellung aus nacheinander d bereiche vom größten bis zum kleinsten einstellen; ei schreiten der zulässigen Pendeldrehzahl ist als geschlossen. [M

Leipzig Dr. E.

Gasversorgung

Gasbehälterexplosion am Wedding zu Berlin

1r am 17. Februar 1929, früh 2 h 40 min explodierte älter gehörte zu der älteren Bauart, bei dem Glocke leskoprohre von dem starkwandigen Unterbau oder und dem Mantel aus Mauerwerk sowie dem gewölb- ch aus geteerten Brettern geschützt sind. Bei der ion blieb der Sockel erhalten, der Mantel wurde ziem- att abgetrennt und nach außen geworfen, das ver- mäßig leichte Dach wurde aber nicht, wie man hätte en sollen, zerrissen und weit weggeschleudert, son- ig zerstört, aber ziemlich vollständig auf der Glocke n ganz ineinandergeschobenen Teleskoprohren.

n dem ziemlich hohen Rande des Sockels aus bot sich ild der Zerstörung dar, das beim ersten Eindruck stark zelne Teile des Trümmerfeldes der Riesenexplosion ppau (1922) erinnerte: Am Rande hochgerichtetes ä, darüber hinaus geknickte und gebogene eiserne g, auf dem überraschend großen, kreisförmigen Mittel- ie Hunderte von ganz- oder halbverkohlten Brettern aches, die die Glocke fast ganz bedeckten. Das Ab- vasser der freigelegten Tassen war bei der herrschen- roßen Kälte natürlich fest gefroren, ein schmales, anges Loch war in der Glocke bemerkbar, das aber nachträglich durch irgend welchen Aufprall entstan- ar.

s liegt hier nach allem eine echte Leuchtgas-Luft- toff-Explosion vor. Dies hat zur Voraussetzung, daß ngeres Ausströmen von Gas und dementsprechend eine e Mischung mit der Luftmenge zwischen Behälter und nl stattgefunden hatte. Diese abgeschlossene Luft- n, die bei einem freistehenden Behälter in Fortfall mt, ist zweifellos die Ursache für die Schwere dieser psion. Hinsichtlich der Ursache für jenes Ausströmen ür die Entzündung ist man ganz auf Vermutungen an- wsen und kann nur wie bei einem Problem der experi- llen Forschung die möglichen Ursachen weitgehend in gung ziehen und die wahrscheinlichsten auslesen. Das rrwasser wurde nicht beheizt, dem Wasser in den n war Öl zugesetzt. Bisher genügte die vom zuströ- n Gas aus dem Werk mitgeführte Wärme, um auch inter das Metall der Glocke und der Rohre soweit zu men, daß das Absperrwasser flüssig blieb. Das Gas e aus dem großen Gaswerk in Tegel zugeführt. Der ist lang, bei der strengen Kälte ist auch der Erdboden er durchkältet als je, das Gas strömt schon mehr oder ger kalt in den Behälter ein und gibt an das Absperr- r keine Wärme ab. Jede Kristallisation in diesem aber Hemmungen und Gleichgewichtstörungen in dem hörlich beanspruchten Ausziehbehälter hervor. Die kularen Vorgänge bei der Zusammenziehung des Werk- s des Behälters durch Kälte folgen einfachsten Ge- . Bei einem Rohrumfang von weit über 100 m — die n Gasbehälter im Gaswerk Tegel haben 75 m Dmr. — ie Zusammenziehung schon ziemlich beträchtlich. Sie bei ungewöhnlicher Kälte, besonders zur Nachtzeit, zu nungen führen, die die Elastizitätsgrenze überschreiten Risse oder feine Spalten hervorrufen, durch die das Gas hst langsam ausströmt.

Möglichenfalls bildete sich auch nur ein einziger größe- palt an der schwächsten Stelle des durch die Kältespan- en so stark beanspruchten Werkstoffes. Diese ganze hme würde die Entstehung des explosiven Gemisches ren.

Für die Entzündung dagegen liegt — da Fahrlässigkeit schließen ist — kaum eine andre Möglichkeit vor, als infolge zu schnellen Ausströmens von Gas der Spalt rmt, und zwar bis zur Entzündung erwärmt wurde. Daß möglich ist, hat die Entstehung des Wasserstoffbrandes n Osram-Werken gezeigt[1]). Hier ist noch hinzuzufügen, es sich nicht nur um Reibungswärme zu handeln cht, sondern auch um die Erzeugung elektrischer, mit enbildung verknüpfter Spannungen. Wahrscheinlich rrte nun noch in jener Nacht das Absperrwasser in den en der Rohre. Dies führte zu so starken Gleichgewicht- ngen, daß an einer Stelle ein Werkstoffbruch stattfand. lgedessen sanken die Glocke und die Rohre schneller und eller und das Gas strömte jetzt ganz stark und mit so r Geschwindigkeit aus, daß es sich selbst entzündete. Mit r Annahme würde die mehrfach bezeugte Beobachtung einstimmen, daß der Explosion ein Sausen und Zischen ging.

So bietet allein die ausnehmend strenge Kälte eine ge- nde Erklärung des ganzen Falles, der zwar zu erheb- em Sachschaden, zu vielerlei Aufregungen und mehreren körperlichen Beschädigungen führte, der aber anderseits, gegenüber verschiedenen Unglücksfällen der letzten Zeit, noch ziemlich glimpflich verlief und jedenfalls zu schwereren Befürchtungen keinen unmittelbaren Anlaß gibt.

Für die Unfallverhütung ergibt sich die Folgerung, daß es sicherer ist, freie Gasbehälter zu errichten, statt der mit Mauerwerk umgebenen. Desgleichen sei die Anregung gegeben, es möchte eine geschlossene Untersuchung in Angriff genommen werden über die Frage, bis zu welchem Grad ein brennbares Gas (in erster Linie Wasserstoff) bei freiem, stufenweise gesteigertem Ausströmen den Werkstoff zu erhitzen vermag oder elektrisch wirksame Spannungen erzeugt und welche Bedingungen vorliegen müssen, damit Selbstentzündung eintritt. Das Ergebnis würde sicher auch zur Klärung der Ursache im vorliegenden Falle beitragen.

Berlin-Pankow [N 2657] Prof. *O. Ohmann*

[1]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 8 S. 264.

Braunkohle

Schachtbohrverfahren nach Zänsler

Zur Beurteilung von Braunkohlenlagerstätten, besonders in noch unerschlossenem Gelände, reichen einfache Tiefbohrungen nicht aus. Es empfiehlt sich vielmehr grundsätzlich, vor der Inangriffnahme eines Neuaufschlusses eine genaue Untersuchung der Lagerstätte durch einen Schürfschacht vorzunehmen. Derartige Schürfschächte können bei wasserarmem Deckgebirge in Bolzenschrot-Zimmerung niedergebracht werden, bei stark wasserführendem Gebirge wird man jedoch zum Gefrierverfahren[1]) oder dem Schachtbohrverfahren nach *Honigmann* Zuflucht nehmen müssen.

Für die Zwecke eines Schürfschachtes erscheinen die letzten beiden Verfahren jedoch wegen ihrer umfangreichen maschinellen Einrichtung zu teuer. Von der Firma R. Zänsler ist ein Verfahren ausgebildet worden[2]), nach dem Bohrschächte mit 800 bis 1100 mm Dmr. im toten Wasser, unter Anwendung von Schappe und Greifer, niedergebracht und wie ein Bohrrohr regelrecht verrohrt werden. Die einzelnen Rohrschüsse werden hierbei in den Längs- und Quernähten durch Schweißung verbunden. Die Abteufeinrichtung besteht aus einem Bohrturm mit unmittelbar angebautem Haspelraum, einer kleinen Werkstatt, sowie Kraft- und Transformatoranlage. Das für das Abteufen der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A.-G. (Bewag) bei Lawitz (Frankfurt a. O.) benutzte hölzerne Abteufgerüst von 18 m Höhe ist auf Betongründungen aufgebaut. Zur Betätigung des Greifers und zum Einlassen und Ziehen des Bohrgestänges wurde ein für Seilfahrt zugelassener Vorgeleghaspel mit 30 PS-Drehstrommotor verwendet. Nachdem bis zum Grundwasserspiegel ein Vorschacht in Bolzenschrotzimmerung niedergebracht war, wurde der eigentliche Schacht abgebohrt, den man mit 10 mm dicken Rohren ausbaute. Zur Verstärkung der Schachtwand wurden die Ringräume zwischen den einzelnen Verrohrungen vom Tage her mit reinem Zementbrei begossen. Der Schachteinbau wird in besonderen Spannringen, die fest gegen die Schachtwand verkeilt sind, angebracht und hierdurch gleichzeitig die Schachtwand selbst verstärkt.

Einige Schwierigkeiten ergaben sich bei dem Abteufen durch einen Sanddurchbruch, der nach dem Verfahren von *Sonnenschein*[3]), Gleiwitz, mit Hilfe von Zement abgedichtet wurde.

Das Braunkohlenflöz selbst wurde durch eine besondere Ausbruchstür vom Schachte aus angefahren und der Füllort gegen den Schacht hin betoniert, um ein Durchbrechen von Sand zwischen Schachtausbau und Kohle zu verhindern. Die Kosten für das Schachtabteufen nach dem *Zänsler*-Verfahren können bei 50 m tiefen Schächten auf 400 bis 500 *RM*, bei 100 m tiefen Schächten auf 600 bis 700 *RM*/m angenommen werden. Die Kohle wird durch einen Kübel von 0,5 t Fassungsvermögen aus dem Schacht gefördert, der leicht auf Seilfahrt umgestellt werden kann. Nach den bei der Bewag gemachten Erfahrungen erscheint das Niederbringen derartiger Bohrschächte mit 1 bis 1,5 m Dmr. für die Wetterführung und unter Umständen auch für eine Förderung mit Hilfe von Kübeln oder Becherwerk durchaus wirtschaftlich.

[N 2615] *Pr.*

[1]) Z. Bd. 67 (1924) S. 383. [2]) „Braunkohle" Bd. 27 (1928) S. 1141.
[3]) „Glückauf" Bd. 60 (1924) S. 559.

Trocknung von Braunkohle im Röhrentrockner

Die mit 50 bis 60 vH Wassergehalt gewonnene Rohbraunkohle muß vor dem Verarbeiten zu Preßlingen auf etwa 16 vH Wassergehalt heruntergetrocknet werden. Hierzu wird im allgemeinen die mittelbare Trocknung mittels Dampf in Teller- oder Röhrentrocknern benutzt. Der Einfluß der verschiedenen Betriebsbedingungen auf die Leistung

des Trockners ist neuerdings von *O. Schmitt*[1]) eingehend untersucht worden. Es wurden hierbei eine Reihe von Möglichkeiten zur Steigerung der Trockenleistung im Röhrentrockner festgestellt:

1. Möglichst hoher Heizdampfdruck im Trockner (bis 5 at),
2. möglichst feine und gleichmäßige Körnung der Rohkohle,
3. reichliche Belüftung der Rohre, um die Verdampfgeschwindigkeit zu erhöhen,
4. möglichst hohe Rohrfüllung und gleichmäßige Verteilung der Kohle über das ganze Rohr.

Eine gleichmäßige und weitgehende Füllung der einzelnen Rohre ist durch die Hickethier-Bleche nicht in dem Maße möglich, wie durch die Einblasevorrichtung von *Rolf*, die gleichzeitig eine gute Belüftung herbeiführt und gestattet, mit beliebig fein aufbereiteter Rohkohle zu arbeiten. Die von *Schmitt* entwickelte Stauleiste besonderer Bauart ermöglicht eine gleichmäßige Trocknung von Knorpel- und Feinkohle und ferner eine Erhöhung der Durchsatzleistung des Trockners. [N 2613] *Pr.*

[1]) „Braunkohle" Bd. 27 (1928) S. 1005.

Eisenhüttenwesen

Roheisen- und Rohstahlerzeugung 1928

Im Jahre 1928 wurden in Deutschland (deutsches Zollgebiet) 11,804 Mill. t Roheisen (13,103 Mill. t 1927) 14,517 Mill. t Rohstahl (16,311 Mill. t) und 11,562 Mill. t Walzwerkerzeugnisse (12,872 Mill. t) hergestellt. Im Dezember 1928 waren 184 Hochöfen mit einer mittleren Leistung von 53 990 t in 24 h vorhanden; hiervon waren 101 in Betrieb, 11 gedämpft, 47 in Ausbesserung und 25 standen zum Anblasen fertig. Die saarländische Gewinnung, die in den vorstehend genannten Zahlen nicht mit eingerechnet ist, betrug 1,936 Mill. t Roheisen, 2,073 Mill. t Rohstahl und 1,718 Mill. t Walzwerkerzeugnisse. 31 Hochöfen waren vorhanden, von denen vier in Ausbesserung waren und einer zum Anblasen fertig stand. Die mittlere Leistung betrug 5970 t in 24 h.

In Luxemburg wurden im Jahre 1928 2,77 Mill. t Roheisen und 2,572 Mill. t Stahl erzeugt. Belgiens Erzeugung betrug 3,885 Mill. t Roheisen, 3,934 Mill. t Rohstahl und 3,373 Mill. t Fertigerzeugnisse. Am 1. Februar 1929 waren 62 Hochöfen mit einer Erzeugung von rd. 11 100 t in 24 h vorhanden. In Frankreich wurden 10,097 Mill. t Roheisen, 9,386 Mill. t Rohstahl erzeugt. Am 1. Januar 1929 waren 221 Hochöfen vorhanden, davon standen 153 im Feuer; 21 waren außer Betrieb und 47 im Bau oder in Ausbesserung. Englands Erzeugung betrug 6,609 Mill. t Roheisen und 8,662 Mill. t Rohstahl; im Januar 1929 waren 139 Hochöfen in Betrieb. Nach vorläufiger Schätzung wurden in den Vereinigten Staaten von Amerika 38,437 Mill. t Roheisen und von sämtlichen Stahlwerkgesellschaften 50,651 Mill. t Rohstahl erzeugt. Im November 1928 waren 194 von 337 Hochöfen in Betrieb. („Stahl und Eisen" 5. Januar 1929 S. 25, 17. Januar 1929 S. 87, 31. Januar 1929 S. 170, 7. Februar 1929 S. 199, 21. Februar 1929 S. 266) [M 2684 e] *Gw.*

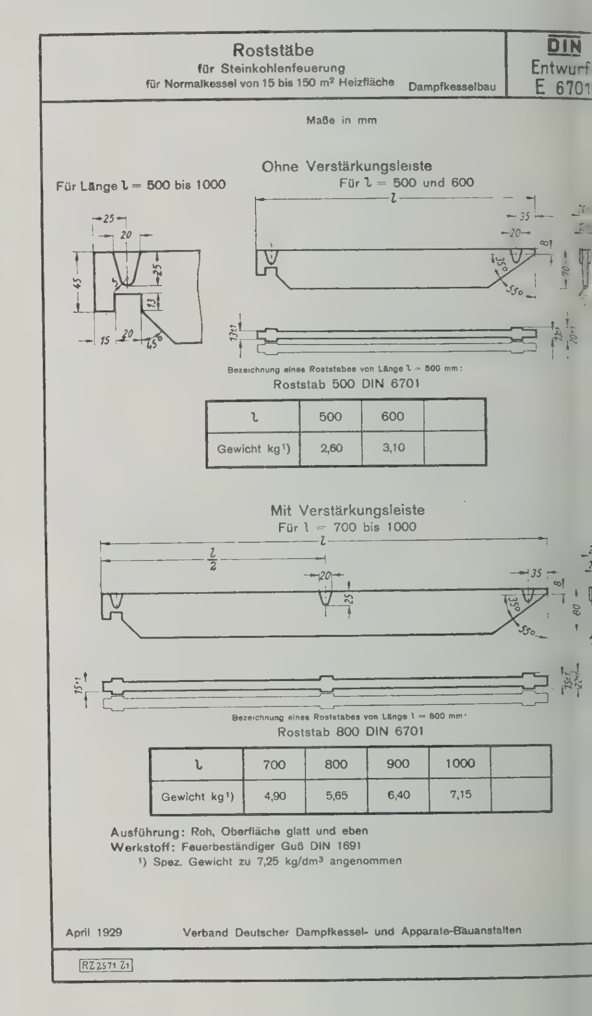
Normung

Normblattentwürfe für Roststäbe

(Einspruchzuschriften in doppelter Ausfertigung und … jeden Entwurf gesondert unter genauer Angabe der im re… ten oberen Felde des Normblattes enthaltenen Blattbezei… nung an den Deutschen Normenausschuß, Berlin NW 7, Do… theenstraße 47 erbeten.

Einspruchsfrist: 15. Mai 1929

Der Deutsche Normenausschuß unterbreitet den f… den Normblattentwurf der Öffentlichkeit zur Beurte… Das Blatt wurde vom Großwasserraumkessel-Verband … gestellt. [M 257…



Roststäbe
für Steinkohlenfeuerung
für Normalkessel von 15 bis 150 m² Heizfläche — Dampfkesselbau — DIN Entwurf E 6701

Maße in mm

l	500	600	
Gewicht kg[1])	2,60	3,10	

l	700	800	900	1000	
Gewicht kg[1])	4,90	5,65	6,40	7,15	

Ausführung: Roh, Oberfläche glatt und eben
Werkstoff: Feuerbeständiger Guß DIN 1691
[1]) Spez. Gewicht zu 7,25 kg/dm³ angenommen

April 1929 — Verband Deutscher Dampfkessel- und Apparate-Bauanstalten

RZ 2571 Z1

Kleine Mitteilungen

Drehen von Nockenwellen

Zum Bearbeiten von Nocken auf Nockenwellen lohnt sich für Fabriken, die in der Stunde mehr als fünf Nockenwellen herstellen, eine Sonderdrehbank. Bemerkenswert ist die Melling-Nockendrehbank, die die Walcott Machine Comp., of Jackson (Michigan), herstellt. Die Maschine dreht alle Nocken gleichzeitig sowohl aus der vollen wie aus der vorgeschmiedeten Welle heraus. Eine genau geschliffene Nockenwelle dient als Schablone für die Werkzeuge, und ein zweiter Satz von Nocken stellt die Drehstähle auf den richtigen Schnittwinkel ein. Zuerst werden die Nocken vorgeschruppt und dann mit einem feinen Span mit einer Schleifzugabe von 0,04 mm geschlichtet.

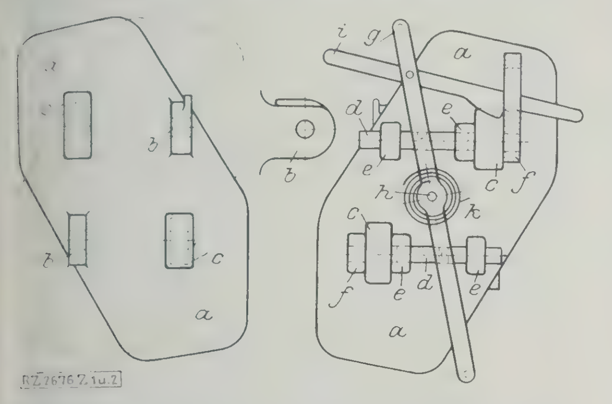
Die Drehbank ist mit drei Vorschüben in den Grenzen von 0,2 mm bis 0,04 mm versehen. Der Antriebmotor leistet 5 PS. Je nach der Größe der Nockenwelle bearbeitet die Drehbank bei 140 bis 200 U/min des Arbeitstückes stündlich 25 bis 45 Wellen. Die Maschine wird in drei Größen für Wellen bis 711 mm, bis 1016 mm und bis 1270 mm Länge hergestellt. („Engineering" 15. Februar 1929 S. 215*) [M 2684 d] *Schr.*

Messung der Kolbentemperature… an Kraftfahrzeugmotoren

R. N. du Bois hat die Temperaturen der vier … metallkolben eines Fahrzeugmotors mittels einer Ei… tung gemessen, die sich bis zu Drehzahlen von 2200 … im Dauerbetriebe gut bewährt hat. Von den 11 T… metern wurden vier über den Kolbenboden und siebe… die verschiedenen Abschnitte des Kolbenmantels v… Die 22 mit Seide besponnenen und mit Schella… strichenen Drähte wurden an einem Bronzestück zusa… geführt, das am unteren Kolbenende festgeschraubt… Von hier führte das Kabel mit den 22 Leitern dur… Stahlrohr unten aus dem Kurbelgehäuse heraus. Das… war im Winkel abgekröpft, damit es dem Kurbelarm … im Wege war. Am unteren Ende des Rohres wurd… Kabel mittels eines möglichst leichten Hebels zu … festen Drehpunkt geführt, von dem aus die Drähte na… Meßgeräten verteilt wurden. Zur Nachprüfung der M… gen wurden im Boden und Mantel eines andern K… Pfropfen aus Legierungen von bekannten Schmelzp… eingeführt.

Aus den vielen Messungen an dieser Versuchsanlage ergab sich, daß bei der Nenndrehzahl von 1600 U/min die Temperaturen am Kolbenboden mit zunehmender Vorzündung etwa linear zunehmen; diese Zunahme, die mehr als ... Kolbentemperatur in der Mitte des Kolbenbodens erreichte, setzt sich auch beim Überschreiten der für die Motorleistung günstigsten Vorzündung von 40° Kurbelwinkel fort. Auffallend waren Unterschiede der Temperaturen an zwei um 90° gegeneinander versetzten Stellen des Kolbenbodens. Diese Unterschiede, die etwa 20° betragen, rühren von der Kühlung des Kolbens durch das einströmende Gemisch her. Außerdem ist aber auch der den Kolbenbolzen tragende Teil des Mantels um rd. 40° wärmer als der um 90° dagegen versetzte, weil der Kolbenbolzen die Bodenwärme auf die Zylinderfläche ableitet. („Automotive Industries" 19. Januar 1929 S. 90/94*) [M 2684 c] *H.*

Die selbsttätige Boirault-Kupplung für Eisenbahnfahrzeuge



Die Boirault-Kupplung ist in Frankreich bereits in ziemlichem Umfang eingeführt[1]). Ihre Konstruktion und Wirkungsweise ist folgende, vergl. Abb.: Die Grundplatte *a* trägt zwei Augen *b* und zwei rechteckige Vertiefungen *c*. Die Gegenplatte ist genau gleich ausgebildet. Die Augen der einen Platte greifen also in die Vertiefungen der andern ein. Bolzen *d* gleitet in den Bohrungen *e* und *f*. Hebel *g*, um Zapfen *h* drehbar, greift mittels Zapfen an den Bolzen *d* an und wird mittels des Riegels *i* in der gezeichneten Lage gegen die Rückstellkraft der Feder *k* festgehalten. Stoßen die Platten gegeneinander und dringen die Augen *b* in die Vertiefungen *c* ein, so wird dabei Riegel *i* angehoben; Hebel *g* dreht sich dank der Federkraft und nimmt die Bolzen *d* mit; indem die Bolzen nun so die Bohrungen der Augen und Vertiefungen verbinden, sind die Platten und damit die Wagen gekuppelt. Mittels Kettenzuges, der an den Enden der Hebel *g* angreift, lassen sich die Wagen entkuppeln, ohne daß die Bedienung zwischen die Wagen treten muß. („The Engineer" 22. Februar 1929 S. 216*)
[M 2684 a] *Ro.*

[1]) Vergl. Z. Bd. 57 (1913) S. 1898.

Adsorptions-Kühlmaschine für Eisenbahn-Kühlwagen

Zum Befördern von Fischen von Boston nach Texas dienen Eisenbahn-Kühlwagen der Safety Car Heating & Lighting Co., bei denen die Kühlwirkung durch Adsorptions-Kühlmaschinen[1]) mit schwefliger Säure erzielt wird. Die beiden abwechselnd als Aufnehmer und Austreiber für das adsorbierte Gas dienenden Bündel senkrechter Rohre von 1,9 cm Dmr., die unten geschlossen sind und oben in Sammlern enden, enthalten im Mittel 454 kg kolloidaler Kieselsäure. Diese Rohrbündel sind in einem Gerüst so aufgehängt, daß sich die unteren Rohrenden frei ausdehnen und zusammenziehen können. Das Gerüst ist mit Isolierstoff ausgekleidet, unter den Rohren befinden sich vier Brenner. Als Brennstoff wird Propan benutzt, das unter gewöhnlichen Verhältnissen flüssig ist und in zwei Behältern unter dem Wagen aufbewahrt wird. Die Brenner arbeiten gewöhnlich fünfmal in 24 h je 35 min, doch ist es möglich, diese Zahl zu verdoppeln. Die Brenner regeln sich selbsttätig in Abhängigkeit von der Temperatur im Wagen. Die Kondensatorschlangen sind auf dem Wagendach in der Fahrtrichtung angeordnet. Sie werden durch ein Dach vor Sonnenstrahlen geschützt.

Bei Stillstand des Wagens sinkt die Wirkung des Kondensators, doch ist die Oberfläche groß genug, um ein unzulässiges Ansteigen des Gasdruckes zu verhüten. Auch die Schnelligkeit der Adsorption wird durch die Wagenbewegung beeinflußt.

Mit 1 kg kolloidaler Kieselsäure, die bis zu 25 vH ihres Gewichtes an Gas aufnehmen kann, kann man in 24 h 1 bis 1,5 kg Eis erzeugen. Der Brennstoffverbrauch beträgt im Mittel 60 kg für 1 t Eis. Bei 11 000 kcal/kg Heizwert des Gases beträgt der Wirkungsgrad weniger als 10 vH. („Power" 8. Januar 1929 S. 49*) [M 2684 b] *Le.*

[1]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1437.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204).

Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkesselbetriebes. Von *Georg Herberg*. 4. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 447 S. m. 84 Abb. Preis 23,50 *RM*.

In der vorliegenden Auflage wird der Verfasser der Entwicklung der Dampftechnik in den letzten Jahren, der Einführung der Kohlenstaubfeuerung und des Hochdruckdampfes gerecht. Im allgemeinen Abschnitt über Wärme und Verbrennung ist zu begrüßen, daß die Formeln auf die neuen Dampftabellen von *Knoblauch*, *Raisch* und *Hausen* umgestellt und vor allem die neuen „Richtlinien" berücksichtigt wurden. Allerdings ist dadurch dieser Abschnitt noch etwas umfangreicher geworden, doch ist durch vorteilhafte Anordnung des Stoffes die Übersichtlichkeit gewahrt und eine Zusammenstellung von Formeln und Schaubildern geschaffen, die für alle Betriebsfälle ausreichend sein dürfte. Für den Ingenieur in der Praxis bieten viele durchgerechnete Beispiele eine wirksame Unterstützung.

Die Ausführungen über Kohlenstaubfeuerungen im Abschnitt dürften nicht mehr ganz dem heutigen Stand in Deutschland entsprechen. Z. B. werden die für die Haltbarkeit des Mauerwerkes angegebenen Brennstundenzahlen jetzt um ein Vielfaches überschritten. Das ganze Werk kennzeichnet sich durch das Bestreben des Verfassers, den Kesselbetrieb und seine Einrichtungen (Überhitzer, Vorwärmer, Einmauerung usw.) nicht als Sondergebiet darzustellen, sondern den engen Zusammenhang zu zeigen, der zwischen Kesselbetrieb und dem gesamten Gebiet der Wärmewirtschaft besteht. Das ist wertvoll, weil infolge der Spezialisierung der Ingenieur leicht die großen Richtlinien übersieht, wenn er z. B. den Wirkungsgrad einzelner Hilfseinrichtungen ohne Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage zu verbessern sucht.

Die niedrig beanspruchten Flammrohr- und Wasserrohrkessel mit kleiner Heizfläche und niedrigem Druck haben zwar infolge ihrer großen Zahl noch heute wirtschaftliche Bedeutung; es wäre aber zweckmäßig, auch auf die Hochleistungskessel der letzten Jahre in einem Umfang einzugehen, der ihrer Wichtigkeit entspricht. Auch die Angaben über Kesselheizfläche, Rauchgasvorwärmer, Überhitzer und Einmauerung sind hauptsächlich auf mittlere Verhältnisse zugeschnitten, so daß der rechte Zusammenhang mit dem Hochdruckdampfbetrieb eigentlich fehlt. Die Beispiele von Hochleistungskesseln sind nicht mehr zeitgemäß, was allerdings auch dem außerordentlich schnellen Fortschreiten der Dampfkesseltechnik zuzuschreiben ist. Auch die Luftvorwärmung bei hochbeanspruchten Kesseln verdient erweiterte Angaben.

Durch Abschnitte über Dampf- und Heißwasserspeicher und Elektrotechnik ist das behandelte Gebiet im Sinne der umfassenden Darstellung von Dampferzeugung und Abwärmeverwertung gut abgerundet. [E 2465]

Dipl.-Ing. *Hanns Seidel*.

Handbuch der Appretur. Von *Josef Bergmann*. Ergänzt und herausgeg. von *Chr. Marschik*. Berlin 1928, Julius Springer. 321 S. m. 286 Abb. Preis 36 *RM*.

Das vorliegende Buch gibt einen umfassenden Überblick über die bei der Appretur der Gewebe aus tierischen und pflanzlichen Gespinsten verwandten Maschinen. Dabei werden unter Appretur alle notwendigen Arbeiten aufgefaßt, die dem Gewebe in erster Linie für den Benutzungszweck und in zweiter Linie für die Verkaufsfähigkeit gewisse Eigenschaften verleihen, die es von Natur aus gar nicht oder nicht in hinreichendem Maße besitzt oder durch die Vorarbeiten in der Spinnerei und Weberei zum Teil eingebüßt hat. Der

Inhalt gliedert sich also in die Reinigungsarbeiten, die Arbeiten zum Vergleichmäßigen und Verdichten des Gefüges und zum Erzeugen gleichmäßiger Oberflächen auf dem Gewebe, Erzeugen glatter und glänzender Gewebeoberflächen, Fixieren und Abziehen des Glanzes sowie Herstellung erhabener Flächenverzierungen, Nach- und Vollendungsarbeiten und einen Anhang über chemische Appreturverfahren.

Eine Fülle von Zeichnungen erleichtert es dem Ingenieur, ohne das Studium weitschweifiger Erklärungen in den Stoff einzudringen. Die einzelnen Appreturvorgänge sind durch Ausführungsbeispiele erläutert. So bringt z. B. das Kapitel „Rauhen" Bauarten der Stabrauhmaschine, der Verstreichmaschine, der Doppelrauhmaschine mit Rauhstäben und endloser Warenführung, der Rollkardenmaschinen, ferner Maschinen zum Rauhen endlos gewebter Filze, Kratzenmaschinen, vereinigte Rauhmaschinen und Maschinen zum Einrauhen von Mustern. Die Bauarten verschiedener Hersteller konnten natürlich nicht alle einzeln einander gegenübergestellt werden. Der Stoff ist aber so ausgewählt, daß sich der Fachmann auf Grund des Dargebotenen ohne weiteres auch in andre Bauarten hineinfindet. [E 2411] *Schr.*

Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung. Herausgeg. von *Philipp Frank* und *Moritz Schlick*. 3. Bd.: **Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit.** Von *Richard von Mises.* Wien 1928, Julius Springer. 189 S. Preis 9,60 *RM*.

Das vorliegende Buch löst in kunstvoller und exakter Weise die Aufgabe, das für Lebens- und Naturerkenntnisse wichtige Gebiet der Wahrscheinlichkeitslehre als rechnerisch zu erfassendes Problem einem größeren Kreise von Gebildeten zugänglich zu machen und zugleich mit überholten, irrigen und verworrenen Anschauungen aufzuräumen. Wenn der Verfasser in der Einleitung sagt, das Buch setze beim Leser keine besonderen mathematischen Kenntnisse voraus, so muß doch darauf hingewiesen werden, daß es bei dem ernsthaften Leser die volle Anstrengung der Vorstellung und der Logik in Anspruch nimmt.

Wer sich bisher mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht näher befaßt hat, ist erstaunt über die große Anzahl von Aufgaben des praktischen Lebens, deren Lösung hier zu finden ist. Natürlich kommt das Versicherungswesen in den Beispielen zur Sprache, auch wird beiläufig der Beweis erbracht, daß man durch Glückspiele auf die Dauer niemals reich werden kann. Über alle Sonderfälle hinausgehend hat sich der Verfasser die Aufgabe gestellt, die Gesamtheit der Wahrscheinlichkeitsprobleme grundsätzlich zu behandeln und der Wahrscheinlichkeitsrechnung ihre Stellung in der Wissenschaft überhaupt zuzuweisen. Daß dabei die Kausalitätsvorstellung fallen muß, dürfte als wichtigstes Ergebnis der Untersuchungen zu bezeichnen sein. Scharf herausgearbeitet wird als Ziel dieser wie aller Wissenschaft die Voraussage zukünftiger Geschehnisse, und deutlich abgegrenzt werden alle diejenigen Vorgänge, bei denen mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung oder Statistik niemals eine solche Voraussage möglich ist. Der Inhalt umfaßt Begriffsbestimmungen, Problemdarstellungen, Zuständigkeitsfeststellungen, Methoden und Anwendungen.

[E 2392] Dr.-Ing. *H. Haake*

Luftfahrt ist not! Herausgeg. von *Ernst Jünger.* Berlin 1928, Wilhelm Andermann. 399 S. m. Abb. Preis 49,50 *RM*.

Dieses allgemein verständliche Werk über Luftfahrt gibt in seinen einzelnen Abschnitten einen Überblick über die Entwicklung und den heutigen Stand der Flugzeuge, der Luftschiffe und aller sonstigen zum Luftverkehr gehörenden technischen Einrichtungen. Man erkennt, daß das bish[er] Geleistete nur unter Einsatz aller wissenschaftlichen, te[ch]nischen und wirtschaftlichen Erfahrungen möglich war. N[ur] unter diesen Bedingungen werden wir eine führende St[el]lung auf dem Gebiete der Luftfahrt behalten. Wenn unse[re] heranwachsende Jugend, unsere Studierenden, dies beh[er]zigen, werden wir auch auf diesem Zweige der Technik u[nd] Wirtschaft das erstrebte Ziel erreichen.

[E 2471] *Gw.*

Dampfturbinen, Berechnung und Konstruktion. Von *Le[on]hard Roth.* München und Berlin 1929, R. Oldenbou[rg]. 103 S. m. 61 Abb. Preis 6 *RM*.

Kompressorlose Dieselmotoren und Semidieselmotoren. V[on] *M. Seiliger.* Berlin 1929, Julius Springer. 296 S. [m.] 340 Abb. und 50 Zahlentaf. Preis 37,50 *RM*.

Die Instandsetzungen an elektrischen Maschinen und Tra[ns]formatoren, insbesondere die Herstellung von **Ankerwic[k]lungen und Transformatorenwicklungen.** Von *Fritz R[a]kop.* Berlin 1929, Hermann Meußer. 342 S. m. 165 Ab[b.] Preis 9,80 *RM*.

Gewerbe- und Industrie-Kommentar, 5. Bd. 1. Lfg.: **Pate[nt]gesetz und Gebrauchsmusterschutzgesetz.** Von *Edua[rd] Pietzcker.* Berlin und Leipzig 1929, Walter de Gruyt[er] & Co. 427 S. Preis 28 *RM*.

Monographien aus dem Gebiete der Fett-Chemie. Herausge[g.] von *K. H. Bauer.* 11. Bd.: **Die trocknenden Öle.** V[on] *K. H. Bauer.* Stuttgart 1928, Wissenschaftliche Verlag[s]gesellschaft. 354 S. m. 20 Abb. Preis 27 *RM*.

Die Theorie der Gewichtsstaumauern. Von *K. Kammüll[er].* Berlin 1929, Julius Springer. 60 S. m. 25 Abb. Pre[is] 5,40 *RM*.

The Motor Ship Reference Book for 1929. Comp. by t[he] Staff of „The Motor Ship". London 1929, Temple Pre[ss] Ltd. 253 S. m. 68 Abb. Preis 5 s.

Berichtigungen

Berechnung der Kranmotoren für aussetzenden Betrieb

Prof. *W. Suchowiak,* Warschau, weist uns darauf h[in], daß es in Z. Bd. 72 (1928) Nr. 12 auf S. 409 l. Sp. 22. Ze[ile] richtig heißen muß: Die Übersetzung ergibt sich für d[as] Planetengetriebe mit $\frac{Z_2}{z_2}$ oder $\frac{122}{12}$. Hiernach sind entspr[e]chend die Werte für φ_2, n und v zu berichtigen. Das Übe[r]setzungsverhältnis $\frac{Z_2}{z_2} - 1$ ist an sich richtig, wenn der A[n]trieb des Planetenrades vom Umlaufsystem unabhängig i[st]; im vorliegenden Fall ist aber der zu berechnende Antri[eb] auf der mit der Planetenradachse umlaufenden Kranpla[tt]form angeordnet.

Der Verfasser des Aufsatzes, Studienrat Dipl.-In[g.] *R. Richter,* Hagen, bemerkt hierzu, daß er den Fehler b[e]reits bald nach der Veröffentlichung bemerkt hätte. Er ha[be] aber von einer besonderen Berichtigung abgesehen, da [er] diese Unstimmigkeit beim Drehwerk nicht für so wicht[ig] ansah und es für besser hielt, in einem zweiten inzwisch[en] fertiggestellten Aufsatz nebenbei diese Berichtigung in For[m] einer ausführlichen Ergänzung zu veröffentlichen, in der [er] neben der rechnerischen auch die meßtechnische Bestimmu[ng] der Gesamtübersetzung für Hub- und Drehwerk behande[ln] wollte. [N 2589]

Diesel-elektrische Lokomotive für 2660 PS

In Z. Bd. 73 (1929) Nr. 1 S. 34 muß es statt: „Der Bren[n]stoff wird mittels Druckluft eingespritzt" heißen: „D[er] Brennstoff wird mittels D r u c k z e r s t ä u b u n g , also lu[ft]los, eingespritzt". [N 2446]

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

. 73 SONNABEND, 16. MÄRZ 1929 Nr. 11

us der neuen Physik

Von MAX PLANCK, Berlin

getragen in der öffentlichen Kundgebung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in Dresden, am 2. Dezember 1928

Die physikalische Weltanschauung befindet sich hinsichtlich der Natur der Elektronen in einer Krisis. Das Elektron verhält sich nicht wie ein einzelnes fliegendes Projektil, sondern viel eher wie eine über den ganzen unendlichen Raum gleichmäßig ausgedehnte Welle von bestimmter Periode, und der Kreislauf eines Elektrons um den Atomkern gleicht der Drehung eines allseitig symmetrischen Ringes in sich selbst. Für die Massenpunkte, die sich in einem nach außen abgeschlossenen physikalischen Gebilde befinden, lassen sich, prinzipiell genommen, keine bestimmten Lagen und Geschwindigkeiten zu einer bestimmten Zeit feststellen; denn jede Messung bedeutet einen mehr oder weniger groben Eingriff. Wohl bleiben Begriffe und Sätze der älteren, klassischen Physik bestehen, aber der Rahmen der bisherigen Physik muß erweitert werden. Die physikalischen Vorgänge lassen sich nicht durch Aneinanderreihen einzelner örtlicher Erscheinungen darstellen, sondern man muß ein physikalisches Gebilde als Ganzes betrachten; das Meßgerät darf nicht vom gemessenen Gegenstand getrennt werden.

Wer sich von der vielseitigen Wirksamkeit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft eine zu-r fende Vorstellung bilden will, der kann nichts Besseres u als sich einmal nach Möglichkeit in einzelne der schiedenartigen Leistungen zu vertiefen, die sie n Interesse der wissenschaftlichen Forschung vollbracht s oder gegenwärtig vollbringt. Es gibt kaum ein ein-es Wissenschaftsfach, in dessen Betrieb die Notgemein-aft seit der Zeit ihrer Begründung nicht schon segens-ch eingegriffen hat. Ganz besonders wichtig und ü einen gesunden Fortschritt unentbehrlich ist aber fnbar ihre Bedeutung für diejenigen Wissenschaften, li sich gegenwärtig in einem Wendepunkt ihrer wicklung befinden; und da zu diesen auch die Physik ört, so wollen wir einige der neuen Ideen, die in ügster Zeit in diese Wissenschaft eingedrungen sind, ir betrachten.

Krisis der physikalischen Weltanschauung

Es ist keine Übertreibung, wenn man sagt, daß die isis, in der sich die physikalische Weltanschauung te befindet, an Tiefe und an Schroffheit alle voran-angenen übertrifft, und das um so mehr, weil sie ge-e in einem Augenblick eingesetzt hat, wo die physi-ische Wissenschaft dem höchsten Grad ihrer Voll-ung ganz nahe zu sein schien. Bis vor kurzem noch w man vollauf zu der Annahme berechtigt, daß die P sik sich auf dem geraden Wege zu ihrem idealen Elziel befinde, nämlich der befriedigenden Erklärung d gesetzlichen Ablaufs aller physikalischen Erschei-ngen auf der Grundlage der Mechanik und der Elektro-amik. Das Jahrhunderte alte Rätsel der Gravitation w gelöst, die Gesetze der Strahlung von Licht und rme aufgedeckt, sogar die seltsamen radioaktiven Er-einungen wenigstens grundsätzlich verständlich ge-rden, die Atomistik hatte unerhörte Erfolge zu ver-ehnen, man schien dem Verständnis des Baues der Ame und der feinsten Vorgänge in ihnen ganz nahe-ückt. Und die Befriedigung über diese Erfolge wurde n h erhöht durch den Befund, daß sich im Mikrokosmos d nämlichen Gesetze gültig zeigten, mit denen man in d großen Dimensionen des Himmelsraumes seit Jahr-nderten vertraut war. Wie die Planeten um die Sonne, s sollten die negativen Elektronen um den positiven Amkern kreisen. Was in dem einen Fall die Gravi-tion, das leistete in dem anderen Fall die Anziehung entgegengesetzten elektrischen Ladungen. Einige übrigbleibende grundsätzliche Unterschiede, wie z. B. der, daß die Elektronen immer nur auf ganz bestimmten, diskret voneinander verschiedenen Bahnen kreisen können, während bei den Planeten keine einzelne Bahn vor einer anderen von vornherein bevorzugt erscheint, hoffte man später einmal irgendwie klären zu können.

Aber diese Hoffnung ging nicht in Erfüllung, man kam bei der weiteren Entwicklung der Theorie in der eingeschlagenen Richtung nicht um einen Schritt weiter vorwärts. Weder von der Einwirkung der Elektronen aufeinander, die doch wegen ihrer gleichnamigen Ladungen in einer starken Abstoßung hätte bestehen müssen, noch von der Periode ihres Umlaufs um den Atomkern, noch von dem Ort, an dem sie sich jeweils befinden, war das Geringste zu bemerken. Keine dieser Größen ließ sich direkt oder indirekt durch Messungen nachweisen. Im Gegenteil: was sich durch Beobachtung feststellen ließ, waren Dinge, die hindeuteten auf eine gänzlich neuartige Auffassung von der

Natur der Elektronen.

So verhält sich ein mit bestimmter Geschwindigkeit sich bewegendes freies Elektron gar nicht wie ein einzelnes fliegendes Projektil, sondern viel eher wie eine über den ganzen unendlichen Raum gleichmäßig ausgebreitete Welle von bestimmter Periode. Das zeigt sich am unmittelbarsten bei der Reflexion eines Strahls von zahlreichen Elektronen an einem Metallkristall, z. B. Nickel, die nach ganz ähnlichen Gesetzen erfolgt wie die Reflexion eines Röntgenstrahls von ganz bestimmter Wellenlänge, indem auch hier die nämlichen Interferenz- und Beugungserscheinungen beobachtet werden. Dabei interferieren aber nicht etwa die verschiedenen Elektronen miteinander, sondern jedes Elektron für sich bedingt das vollständige Beugungsbild, interferiert also gewissermaßen mit sich selbst. Aus der Wellennatur eines Elektrons ergibt sich auch unmittelbar ein Verständnis für den Umstand, daß die Elektronen eines Atoms nur in ganz bestimmten Bahnen um den Kern kreisen können. Denn da eine jede Bahn in sich zurückläuft, so ist klar, daß sie immer gerade eine ganze Anzahl von Wellenlängen umfassen muß, ebenso wie die Länge einer zu einem vollständigen Ring geschlossenen Kette niemals einer gebrochenen, sondern stets nur einer ganzen Zahl von Gliederlängen gleich sein kann. Aus dieser Bedingung ergeben sich gerade die bekannten Gesetze der sog. stationären Elektronenbahnen. Darnach gleicht der Kreislauf eines

Elektrons um den Atomkern weniger der Bewegung eines einzelnen Planeten um die Sonne, als vielmehr der Drehung eines allseitig symmetrischen Ringes in sich selbst.

Aber wenn nun, so muß man fragen, ein einzelnes Elektron durch eine nach allen Richtungen des Raumes ausgebreitete Welle dargestellt werden soll, wo bleibt dann der physikalische Sinn des speziellen Ortes, an dem sich das Elektron befindet? — Die Antwort auf diese Frage ist, so paradox sie klingt, charakteristisch für die neue Theorie. Sie lautet ganz einfach: ein Elektron, das eine bestimmte Geschwindigkeit besitzt, nimmt überhaupt keinen bestimmten Ort ein. Das kann man sich entweder so denken, daß die Ladung des Elektrons gewissermaßen verwischt und über seine ganze ringförmige Bahn hin ausgebreitet ist, oder noch radikaler, aber einstweilen wohl zweckmäßiger so, daß das Elektron zwar punktförmig ist, daß es aber prinzipiell kein Mittel gibt, seine Lage zu bestimmen.

In diesem Satze offenbart sich wie kaum in einem andern der schroffe Gegensatz der neuen zu der alten Physik. Es ist ein Gegensatz, der tief in unsere elementaren Anschauungen, ja bis zu den Wurzeln unseres Erkenntnisvermögens hinabreicht, und der die schwierige Aufgabe mit sich bringt, das Gebäude der physikalischen Theorie auf teilweise verändertem Grunde neu zu errichten.

Bisher galt es als Ausgangspunkt alles kausalen physikalischen Denkens, daß, wenn in einem nach außen abgeschlossenen physikalischen Gebilde die Lagen und die Geschwindigkeiten aller darin befindlichen Massenpunkte, einschließlich der Elektronen, und das sie umgebende elektromagnetische Feld zu irgendeiner Zeit bestimmte Werte haben, sämtliche innerhalb des Gebildes sich abspielenden Vorgänge für alle folgenden Zeiten eindeutig bestimmt sind und sich aus einer hinreichend vollständig entwickelten Theorie berechnen lassen.

Einfluß der Messung auf physikalische Gebilde

Diesen Satz gibt die neuere Physik preis und setzt ihm den folgenden entgegen: für die in einem nach außen abgeschlossenen physikalischen Gebilde befindlichen Massenpunkte lassen sich, prinzipiell genommen, überhaupt keine bestimmten Lagen und Geschwindigkeiten zu einer bestimmten Zeit feststellen. Denn eine solche Feststellung könnte nur durch eine Messung erfolgen, und eine jede Messung ist mit einem mehr oder minder groben äußeren Eingriff in den Zustand des Gebildes verbunden, so daß das Ergebnis der Messung stets auch etwas von der Art ihrer Ausführung abhängt. Solange das Gebilde wirklich nach außen abgeschlossen ist, fehlt jede Wechselwirkung mit dem Beobachter, und wir können überhaupt keinerlei Kenntnis von seinen Eigenschaften erlangen. Daher ist es prinzipiell unmöglich, den Zustand eines physikalischen Gebildes im Sinne der bisherigen Theorie unabhängig von jedem Meßinstrument vollständig zu definieren.

Man wird zunächst zugeben müssen, daß eine derartige Auffassung in gewissem Sinn ihre Berechtigung hat. Sie ist auch an sich gar nicht neu. Denn daß einer jeden Messung eine Ungenauigkeit anhaftet, ist von jeher bekannt, und auch der weitere Umstand, daß durch das angewendete spezielle Meßverfahren eine Veränderung der zu messenden Vorgänge und dadurch möglicherweise eine Fälschung der Ergebnisse bewirkt wird, ist als eine unvermeidliche und oft gefährliche Fehlerquelle schon zu allen Zeiten von jedem gewissenhaften Beobachter in Betracht gezogen und nach Möglichkeit berücksichtigt worden. Man half sich aber dann bisher stets damit, daß man das zu messende Objekt möglichst behutsam anzufassen suchte, und gab sich im übrigen der Hoffnung hin, daß mit der unablässig fortschreitenden Verfeinerung, einerseits der Meßmethoden, anderseits der von der Theorie gelehrten Berichtigungen, die erzielten Resultate sich in steigendem Maß als unabhängig von der Art der Messung erweisen würden. War man doch sogar in manchen Fällen schon in der Lage, eine physikalische Größe auf theoretischem Wege viel genauer zu berechnen, als sie überhaupt jemals gemessen werden kann. So ist z. B. bekannt, daß die Verteilung der Elektrizität auf der Oberfläche eines geladenen leitenden Ellipsoids sich theoretisch mit einer Genauigkeit bestimmen läßt, welche von e unmittelbaren Messung niemals erreicht werden wi

Das Befremdende der neuen Theorie besteht aber darin, daß nach ihr der Meßgenauigkeit eines j physikalischen Zustandes eine ganz bestimmte pr zipielle Schranke gesetzt ist. Für einen Massenp läßt sich diese dahin formulieren, daß die Unsicher in der Messung seiner Lage im umgekehrten Verhä steht zu der Unsicherheit in der Messung seiner schwindigkeit. Je genauer die Geschwindigkeit messen wird, desto ungenauer fällt die Messung Lage aus, und wenn die Geschwindigkeit absolut ge gemessen ist, was wenigstens prinzipiell nicht geschlossen wäre, so bleibt die Lage vollständig bestimmt. Dies ist der Sinn der oben von mir geführten Behauptung bezüglich des unbestimmba Orts eines Elektrons, dessen Geschwindigkeit genau kannt ist.

Umgekehrt wird die Messung der Geschwindig um so unsicherer, je genauer die Lage bestimmt v Auch dafür noch ein Beispiel. Die direkteste und fei Messung der Lage eines Massenpunktes geschieht optischem Wege, entweder durch direktes Anvisi mit dem bloßen oder bewaffneten Auge oder durch photographische Aufnahme. Dazu muß man den P beleuchten. Dann wird die Abbildung um so schä also die Messung um so genauer ausfallen, je kür Lichtwellen angewendet werden. Für gewöhnlich man die Einwirkung des Lichtes auf das beleuchtete jekt vernachlässigen. Anders ist es aber, wenn man Objekt ein einzelnes Elektron wählt. Denn jeder L strahl, der das Elektron trifft und von ihm zur geworfen wird, erteilt demselben einen merkli Stoß, und zwar um so heftiger, je kürzer die Lichtw ist. Daher wächst mit der Kürze der Lichtwelle z die Schärfe der Ortbestimmung, aber auch im sprechenden Verhältnis die Unschärfe der Geschwin keitsbestimmung.

Es ist keine Frage, daß durch derartige Gedan gänge in manche bisher vollkommen klare Begr bestimmung der physikalischen Wissenschaft, ebenso in die Beweiskraft mancher bisher ohne weiteres leuchtenden Gedankenexperimente eine unheimliche wirrung gebracht wird, ja daß damit auf den ersten blick der Aufbau der ganzen theoretischen Physi seinen Fundamenten erschüttert erscheinen muß. haben hier wieder ein eindrucksvolles Beispiel für tiefen Sinn der besonders von *Ernst Mach* beto Lehre, daß man sich stets hüten soll, physikalische griffe auf etwas anderes zu gründen als auf ausf bare Messungen, d. h. auf konkrete sinnliche Erlebn

Indessen darf man anderseits nach meiner Mein auch nicht über das Ziel hinausschießen, indem man nun ganz auf den positivistischen Standpunkt zur zieht und die Annahme einer hinter der Sinnen stehenden und von ihr unabhängigen realen Wirklich fallen läßt. Im Gegenteil: diese Wirklichkeit, in der Menschenwesen mitsamt unserer Sinnenwelt, ja mits unserm ganzen Planeten nur ein verschwindendes Ni bedeuten und von deren Erhabenheit wir uns nie einen erschöpfenden Begriff werden machen kön hat sich uns jetzt von einer neuen, für unser Fassu vermögen zunächst allerdings etwas unbequemen S bemerklich gemacht und nötigt uns damit, das I welches wir uns bisher von ihr entworfen haben angemessener Weise umzuformen.

Die unveränderten Grundsätze des Weltbildes

Wohlverstanden handelt es sich dabei nicht um die Vernichtung des bisherigen und die Anfertig eines ganz neuen, sondern vielmehr um eine fei Ausführung und teilweise Verbesserung des bisher seitig bewährten Bildes. Denn für die physikalisc Vorgänge in größeren Dimensionen, für die sog. ma skopische Welt, bleiben die Begriffe und Sätze älteren, klassischen Physik sämtlich bestehen; ja mit Bezug auf die feinen mikroskopischen Einzel gänge haben die bisherigen Untersuchungen gezeigt, viele wesentliche Züge des gewohnten Bildes ganz

…dert auch in das neue Weltbild mit hinübergenom-… werden können und müssen. Unverändert bestehen …n die großen Prinzipien der Erhaltung der Energie …les Impulses, die sich auch neueren, sehr delikaten …ungen gegenüber wiederum bewährt haben, was nicht … selbstverständlich war; unverändert bleiben die …sätze der Thermodynamik, insbesondere die Zu-…führung des zweiten Hauptsatzes auf die Gesetze …r Statistik, unverändert bleibt das Prinzip der Re-…tivität und die mit ihm verbundene großartige Ver-…eitlichung der physikalischen Begriffsbildung, un-…dert bleiben schließlich die greifbarsten Zeichen für …Existenz einer realen Welt: die universellen Natur-…tanten, deren Zahl sogar noch um eine vermehrt …cheint, das elementare Wirkungsquantum, das …oben geschilderten Grenze der Meßgenauigkeit den …pel der Realität aufdrückt und darüber hinaus eine …e von neuen Zusammenhängen offenbart, um die zur …i noch ein gewisser Schleier gebreitet ist.

Erweiterung der physikalischen Grundsätze

…Eines steht freilich fest: Der Rahmen der bisherigen …sik muß erweitert werden, damit die neuentdeckten …achen darin Platz finden; und wenn ich mich nicht …r wird diese Erweiterung in der Richtung liegen, …l hinfort ein Satz fallen muß, den man bisher stets …illschweigend als selbstverständlich allen physikalischen …achtungen zugrunde legte. Das ist der Satz, daß …l physikalischen Vorgänge sich darstellen lassen als …n Aneinanderreihung von einzelnen örtlichen Vor-…iren. Die physikalische Welt ist nicht einfach eine …me von räumlich und zeitlich nebeneinander ge-…erten Einzelwelten, und manche Erscheinungen ent-…een sich dem Verständnis, wenn man ein physi-…sches Gebilde nicht als ein Ganzes betrachtet; ebenso wie sich ein Gemälde nicht dadurch erschöpfend beschreiben läßt, daß man jede einzelne Stelle unter die Lupe nimmt und haarscharf analysiert. Nur auf diese Weise scheint die Behauptung der neuen Physik verständlich zu werden, daß das Meßinstrument sich nicht prinzipiell trennen läßt von dem gemessenen Objekt, insofern beide dem nämlichen physikalischen Gebilde angehören.

Die wenigen Bruchstücke der neuen Physik, die ich hier vorgeführt habe, werden gezeigt haben, mit welch tiefgehenden Problemen diese Wissenschaft gegenwärtig zu ringen hat; sie werden aber auch, wie ich hoffe, den Eindruck erweckt haben, daß die Umwandlung, die hier an manchen Stellen vor sich geht, nicht etwa einer gewissen modeartig wechselnden Laune spekulierender Theoretiker entspringt, sondern daß sie durch das Ergebnis sorgfältiger Messungen gebieterisch gefordert wird. Denn jeder eigentliche Fortschritt in der physikalischen Erkenntnis kann sich immer nur in engster Anlehnung an die Erfahrung vollziehen.

Ich brauche an dieser Stelle nicht noch hervorzuheben, daß ein solcher Fortschritt auch für die Technik und somit für die materielle Wohlfahrt unseres Volkes von hoher Bedeutung werden kann. Das ist eine gerade in der jüngsten schweren Zeit immer wieder erprobte und bewährte Wahrheit. Aber die heutige experimentelle Arbeit erfordert kunstvolle Instrumente, kostspielige Materialien und vor allem geschulte und hinlänglich unabhängig gestellte Forscher. Möge die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft stets in der Lage sein, zur Erfüllung dieser Anforderungen ihre hilfreiche Hand zu leihen und den dringendsten Bedürfnissen nach dieser Richtung in ausreichendem Maß entgegenzukommen.

[B 2645]

…ie kurzwelligen Strahlen des Nordlichts

Das Polarlicht ist eine elektromagnetische Erscheinung. …a seine Größe und Häufigkeit sowohl eine jährliche …ankung — Höchstwert im Frühjahr und Herbst — als …e einen periodischen Wechsel von 11 Jahren wie die Son-…flecken aufweisen, haben wir die Ursache auf der Sonne …uchen.

Außer den mit Licht bezeichneten, sichtbaren …romagnetischen Strahlen von der Schwingungszahl …$)^{12}$ bis $8 \cdot 10^{12}$ in der Sekunde gibt es noch unsichtbare, …samer und schneller schwingende Strahlen. Abb. 1 zeigt …r Übersicht über die bisher festgestellten Strahlen. Die …wingungszahlen sind einmal als Oktaven des roten …ts, ein andermal als Potenzen von 10 aufgetragen. Es …daran erinnert, daß die x-te Oktave zur Grundschwin-…gszahl im Verhältnis 2^x steht. Die sichtbaren Strahlen …hen nur den Bereich einer Oktave ein. Mit der Schwin-…gszahl wächst das Durchdringungsvermögen oder die …ärte" der Strahlen.

Dr. *Elmer A. Smith*[1]) berichtet, daß es gelungen sei, …lichtstrahlen festzustellen, die an Härte die Röntgen-…hlen weit übertreffen, da sie noch fast 13 Fuß (rd. 4 m) …es Blei durchdringen, während Röntgenstrahlen schon …e einer rd. 1,5 mm dicken Bleischicht fast vollständig ab-…iert werden. Die Versuche fanden in den Jahren 1923 …is 1927 im Hackensack-Fluß in Secaucus N. J. (Ver. St. A.) …a. Man baute ein Betonrohr von rd. 1 m Dmr. mit blei-…ttertem Mantel und Deckel in den 31 m tiefen Fluß ein …n ließ darin die Elektroskope und andre hochempfind-…e Meßgeräte bis zum Flußbett hinunter. Die Messun-…e wurden mit großer Sorgfalt ausgeführt. Um einwand-…e Ergebnisse zu erhalten, brachte man die Meßgeräte in …chooten zum Betonschacht.

E. A. Smith berichtet über das Ergebnis der Unter-…ungen nur allgemein und verweist auf die in Vorberei-…ung befindliche Veröffentlichung der abgelesenen und be-…rechneten Zahlenwerte[2]). Festgestellt wurde, daß von den …enden Streifen des Nordlichts äußerst kurzwellige sowie langwellige elektromagnetische Strahlen ausgehen. Die Strahlenmenge hängt von dem Zustand der Lufthülle und von der Stärke der Sonnenlichtschwankungen ab. Ein Teil der kurzwelligen Strahlen geht schon auf dem Wege durch die Lufthülle, ein weiterer Teil im salzhaltigen Wasser des Hackensack, der Rest im Flußgrund in langwellige elektromagnetische Strahlen über (Compton-Effekt), die sich dann nach allen Richtungen fortpflanzen. Da die Absorptionsfähigkeit der Lufthülle etwa der von 8,5 m Seewasser entspricht, vermögen also die Strahlen rd. 40 m Seewasser zu durchdringen.

Nach der Schwingungszahl in Abb. 1 eingereiht, würden die neuentdeckten Strahlen etwa ebensoweit über den Röntgenstrahlen liegen, wie diese über den Lichtstrahlen. Wie man an den γ-Strahlen erkannt hat, werden kurzwellige Strahlen ausgesandt, wenn ein Atom in ein anderes übergeht. Die neuentdeckten Strahlen würden etwa denen entsprechen, die bei der Bildung von Helium aus Wasserstoff entstehen. Die neuen Strahlen wirken ionisierend wie die γ-Strahlen, sind jedoch viel kräftiger und durchdringungsfähiger: „härter", als diese, da sie auch durch schwere Metalle von beträchtlicher Dicke hindurchgehen.

Die Untersuchungen am Hackensack haben den Einfluß des Polarlichts auf elektromagnetische Vorgänge unserer Erde aufs neue bestätigt. Sowohl die kurzwelligen als auch die durch Streuung daraus entstehenden elektromagnetischen Strahlen wirken bei ihrem Eindringen in die unteren Schichten der Lufthülle störend auf Hochspannungs- und Schwachstromleitungen ein und beeinträchtigen stark die drahtlose Nachrichtenübermittlung.

Auch von deutschen Forschern ist die durchdringende Höhenstrahlung untersucht worden. *Kolhörsters* und *Büttners* Beobachtungen am Jungfraujoch[3]) erstrecken sich u. a. auf die genaue Aufzeichnung der täglichen Schwankungen von Höhenstrahlen, die von den Kraftzentren des Weltalls, den Fixsternen, ausgesandt werden. [M 2533]

Spandau Dipl.-Ing. *Max Zorn*

[1]) Proc. of the Indiana Academy of …ice Bd. 37 (1928).

[2]) Wir werden s. Zt. auf die endgültige …eröffentlichung zurückkommen.

[3]) „Naturwissenschaften" Bd. 15 (1927) S. 159.

Abb. 1
…bersicht über die bisher festgestellten Strahlen.

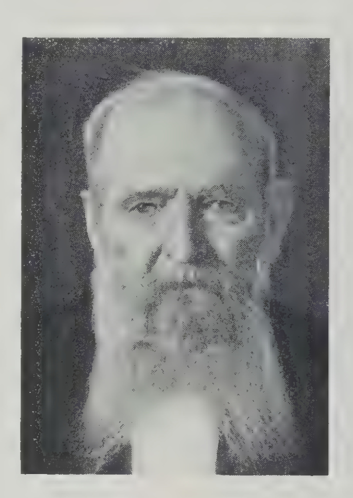
Heinrich Ehrhardt †

Wenige Tage nach Vollendung seines 89. Lebensjahres ist am 20. November 1928 *Heinrich Ehrhardt* in seiner Geburtstadt Zella St. Blasii im Thüringer Wald gestorben. Er war am 17. November 1840 als Sohn eines kleinen Waldbauern geboren und schon seit seinem dritten Lebensjahr verwaist. Aus der Volksschule kam er zu einem Schmied in die Lehre. In seiner freien Zeit beschäftigte er sich mit der Mathematik und Physik, um vorwärts zu kommen. 1859 arbeitete er als Mechaniker und Maschinenschlosser in der Erfurter Eisenbahnwerkstatt und dann bei einem Glockengießer, wo er Matrizen für Nudelmaschinen anfertigte. Vom Jahre 1860 ab finden wir ihn in den Dreyseschen Werken in Sömmerda, in denen u. a. Zündnadelgewehre hergestellt wurden. 3½ Jahre später trat er bei der Firma Bonsack, Hansen & Co., Gotha, als Schlosser und Maschinenbauer ein.

Bis zu seinem 26. Lebensjahr hat er dann noch bei verschiedenen Firmen, u. a. auch bei der Maschinenfabrik von Richard Hartmann in Chemnitz, gearbeitet; hierbei gelang es ihm, infolge seines Ehrgeizes und seiner großen Geschicklichkeit, immer höhere Stellungen zu bekleiden, so daß er Ersparnisse machen und einen selbständigen Betrieb eröffnen konnte. Drei Jahre später mußte er jedoch infolge ungünstiger Verhältnisse seinen Betrieb stillegen.

Seine Arbeiten erstreckten sich bis dahin auf die Stahlverarbeitung; in seiner neuen Tätigkeit im Stahlwerk von König & Reunert in Annen bei Essen beschäftigte er sich auch mit der Stahlherstellung und der Verbesserung dieses Werkstoffes; man gestattete ihm auch, seine Erfolge bei andern Werken auszuwerten. Als man ihm den Posten eines technischen Direktors des Werkes abschlug, trat er kurz entschlossen aus und ließ sich 1873 in Düsseldorf als Zivilingenieur nieder.

Seine Zeichnungen und Konstruktionen auf dem Gebiete des Werkzeugmaschinenbaues haben ihn dann schnell bekannt gemacht, so daß er nach Angaben seiner Lebensbeschreibung „Hammerschläge"[1]) bald 100 000 ℛℳ und mehr jährlich verdiente. Diese Tätigkeit sagte ihm jedoch noch nicht ganz zu; er gründete daher, und zwar wiederum in seiner Heimatstadt, Zella St. Blasii, im Jahre 1878 eine Werkzeugmaschinenfabrik, in der er seine vielseitigen Pläne praktisch erproben konnte. Infolge seiner Zivilingenieurtätigkeit in Düsseldorf war er gezwungen, sein Werk in Zella den größten Teil des Jahres aus der Ferne zu leiten.



Heinrich Ehrhardt
geb. 17. November 1840
gest. 20. November 1928.

In jenen Jahren wurden in allen Ländern die Eisenbahnstrecken bedeutend ausgebaut. *Ehrhardt* schuf für den Eisenbahnbau Werkzeugmaschinen und leicht beförderbare Maschinen, die auf die Strecke mitgenommen werden konnten und mit denen die Schienen zugeschnitten, gebohrt und gebogen wurden. Hierbei entstanden die ersten Kaltsägen mit umlaufendem Sägeblatt. Nach der Durchbildung einer fahrbaren Schienensäge entwickelte er eine Hochleistungsdrehbank für die Bearbeitung von Eisenbahnwagen und Lokomotivrädern, deren Leistung nach endgültiger Durchbildung das fünffache der alten Raddrehbänke betrug. Ferner wurden in seiner Fabrik Werkstoff-Prüfmaschinen, Waagen, Winkeleisen, Richtmaschinen, Abgratmaschinen und Einrichtungen zur Herstellung überlappt geschweißter und spiralgeschweißter Rohre gebaut. Die bei dem damaligen Stande der Technik hierbei auftretenden Schwierigkeiten ließen ihn nicht ruhen. Abhilfe fand er in dem nach ihm benannten *Ehrhardtschen* Preß- und Ziehverfahren, wobei nahtlose Hohlkörper gepreßt[2]) und die Hohlkörper zu dünnen, langen Rohren ausgezogen wurden. Eine große Anzahl weiterer Patente beziehen sich auf die Vervollkommnung dieser beiden Erfindungen. In der Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik, gegründet 1889 in Düsseldorf, wurden dann nach dem *Ehrhardtschen* Preßverfahren stählerne Schrapnell- und Granathüllen hergestellt. Vermögen, Titel und Orden waren die äußerlichen Ergebnisse dieser Arbeiten. Alle Industriestaaten der Welt wandten das *Ehrhardtsche* Preßverfahren an.

Um sich von seinen vielen Stahllieferanten unabhängig zu machen, gründete er 1892 in Rath bei Düsseldorf die Stahlfabrik Ehrhardt & Heyn, die 1896 an die Firma Rheinmetall A.-G. überging. Um die Aufträge des Kriegsmin riums auf Munitionswagen ausführen zu können, sch 1896 die Fahrzeugfabrik Eisenach, in der auch Fahr und Kraftwagen erbaut wurden. 1899 entstand die und Walzwerks-A.-G. in Düsseldorf-Reisholz, um na gewalzte Kesselschüsse nach seinem Preß- und verfahren herzustellen. Da jedoch die Banken das wendige Geld für den Ausbau des Werkes nicht wollten, verkaufte er dies an *August Thyssen.*

Die zweite umwälzende Erfindung *Ehrhardts,* die falls seinen Namen über die ganze Welt verbreitete, m er bei der Herstellung von Kanonenrohren. Sie führte dazu, sich gründlich und eingehend mit der Konstru der Geschütze überhaupt zu befassen. Nach jahrela schwierigen, kostspieligen Versuchen und zahlreichen probungen entstand das Rohrrücklauf-Geschütz, wobei nach seinen Plänen die für die Herstellung der einz Teile notwendigen Sondermaschinen in seinen Werken baut wurden. *Ehrhardtsche* Rohrrücklauf-Geschütze w bald bei der Feldartillerie der ganzen Welt eingeführt dem Eisenacher Werk wurden die Munitonswagen, Pr und Lafetten gebaut. In Düsseldorf und Rath wurde Rohre einschließlich der Einrichtung des gesamten rücklaufes hergestellt, wobei einzelne Teile des Rohr laufes in Eisenach gepreßt wurden. In den Werke Zella wurden die Rohrverschlüsse angefertigt. Der Ko war ferner auf die Herstellung von Infanteriegesch und von Schrapnell- und Granath eingerichtet. Aber Geschosse und Munition sind noch keine vollstä Munition. Es fehlen die Sprengla und die Zünder. Daher gliederte e Jahre 1901 seinem Konzern die tions- und Waffenfabrik A.-G., vorm kolaus von Dreyse, Sömmerda, an, i er vor 40 Jahren selbst als einfache beiter tätig war. Hier wurden die der hergestellt, so daß die Geschütze allem Zubehör in seinen Werken a führt werden konnten.

Am 7. Mai 1914 beging die Rhein Metallwarenfabrik, in der damals 800 beiter beschäftigt wurden, ihr 25jäh Jubiläum; gegen Ende des Weltkri nach Ausbau der Werke aus eigenen teln, war dort die sechsfache Arbeite tätig. Schon während des Krieges bes tigte sich *Ehrhardt* mit der Umste seiner Werke auf Friedensarbeit. De glückliche Ausgang unseres Ver gungskrieges, den er nicht ahnte, he jedoch die Entwicklung. Der Bau Lokomotiven, Eisenbahnwagen, land schaftlichen Maschinen, Verladebrü Schachttürmen und ähnlichen Eise struktionen wurde mit Erfolg aufge men. 1921 legte er sein Amt als Vorsitzender des Aufs rates von Rheinmetall nieder und siedelte nach Zella Hier in seinen Werken beschäftigte er sich mit der Ve kommnung von Hochleistungs-Werkzeugmaschinen b ders für den Eisenbahnbau und Erfindungen auf s engeren Fachgebiet der Formgebung von Eisen und

Ehrhardt war seit 1873 Mitglied des Vereines deut Ingenieure. Der Mittelthüringer Bezirksverein hat ihn zu seinem Ehrenmitglied ernannt. Trotz vieler Ehr — er war Ehrendoktor der Technischen Hochschule nover, Inhaber der goldenen Medaille der Preußi Akademie des Bauwesens, Inhaber der Carl-Lueg-I münze des Vereines deutscher Eisenhüttenleute, Ehrenb seiner Vaterstadt, Inhaber hoher Ordensauszeichnunge ehrenvoller Anerkennungsschreiben — blieb er imme schlichte Mann, der freundschaftlich mit seinen Arb verkehrte. In Zella hat er ihnen eine Siedlung g denen, die selbst bauen wollten, lieh er das für den Ba die Einrichtung notwendige Geld. Strebsame Leute h stets und gern unterstützt. Viele junge Leute haben seine Hilfe ihr Studium beenden können. Er besaß einer unerschütterlichen Gesundheit bis in sein hohes eine unverwüstliche Arbeitskraft.

Der arme, früh verwaiste Knabe, der sich seine K nisse ohne jeden Studiengang recht mühsam Stück um erwerben mußte, ist ein großer Ingenieur und Erfinde wesen, ein gottbegnadeter Könner und Schöpfer am der Technik. [P 26

Berlin *Gos*

[1]) *Heinrich Ehrhardt,* Hammerschläge, 70 Jahre deutscher Arbeiter und Erfinder, Leipzig 1922. [2]) DRP 67921 vom 28. Januar 1891.

Maschinenteile — Neue Forschungen und Erfahrungen

Von Prof. Dr.-Ing. HEIDEBROEK, Darmstadt

In der Tagung des Ausschusses für Maschinenelemente beim Verein deutscher Ingenieure ergab sich ein eingehender Meinungs- und Erfahrungsaustausch zwischen Forschern und Praktikern. In dem hier folgenden Bericht des Vorsitzenden der Tagung sind die wichtigsten Gesichtspunkte aus den Vorträgen und der Aussprache zusammengefaßt. Berichtet wurde über Untersuchungen an Schraubengewinden, Beanspruchung von Schrauben an Schubstangenköpfen, Kerbwirkung bei Schrauben- und Ventilspindeln, Schraubengetriebe, Berechnung von Pleuelstangen, Kurbelmaschinen, Versuchsanlagen für Maschinenteile, über Flugzeugteile, Zylinderdeckel, Zahnräder und Treibriemen.

…ie letzte wissenschaftliche Tagung des Ausschusses für …inenelemente beim Verein deutscher Ingenieure fand …nschluß an die Getriebetagung[1]) am 25. und 26. September 1928 in Dresden statt und war von vielen Vertretern …r Wissenschaft und Praxis besucht. Die Tagesordnung …also vorgesehen, daß zwölf kurze Berichte von je 20 bis … inuten Dauer erstattet wurden, an die sich eingehende …prachen anschlossen[2]). Der Wert dieser Tagungen, in …m die Vertreter der Wissenschaft unmittelbar mit erfah…n Praktikern in Fühlung kommen, beruht im wesent…tn auf diesem Gedankenaustausch, durch den einerseits …stand der wissenschaftlichen Erkenntnis klargelegt, an…rits aus der Praxis heraus die Aufmerksamkeit der …chung auf dringliche Aufgaben der Praxis gelenkt wird.

Prof. Dr.-Ing. *Berndt*, Dresden, sprach über

Untersuchungen an Schraubengewinden[3]),

…n bisher erreichte Genauigkeit und den Einfluß dieser …uigkeit auf die Festigkeit der Verbindungen. Er er…te zunächst die bisherigen M e ß v e r …r e n und wies an der Hand zahlreicher …rsuchungen auf die Fortschritte der …ren Meßtechnik gegenüber den älteren …ahren mit Flankenmikrometer hin. Das …ihm eingehend untersuchte Dreidraht…hren ist für die im Betrieb notwendige …genauigkeit ein geeignetes einfaches …ittel. Wesentlich vollkommener sind …optischen Meßgeräte — Gewindemeß…parator und Universal-Meßmikroskop … Zeiß[4]); diese gestatten bei A u ß e n …i n d e n eine M e ß g e n a u i g k e i t

für den Flankendurchmesser F von

$$0{,}5 + \frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}} + \frac{F}{50000}\,\mu,$$

für die Steigung über Meßlänge E von

$$0{,}5 + \frac{0{,}375}{100\,\frac{\alpha}{2}} + \frac{E}{50000}\,\mu$$

und für den halben Flankenwinkel

$$\frac{\alpha}{2} \text{ von } 3 + \frac{3}{L} \text{ min},$$

…ei L die Flankenlänge ist.

Es ist in letzter Zeit gelungen, auch für …n e n g e w i n d e ein brauchbares Meß…t zu entwickeln, dessen Genauigkeit nur …esentlich kleiner ist als die oben für … Komparator angegebene. Für die Messung der Steigung … Innengewinden steht eine Meßmaschine von Zeiß[5]) zur …fügung, ferner gibt es geeignete Fühlhebel, z. B. von … pp, zu Vergleichsmessungen. Über Messungen an Innen…inden wird demnächst von *E. Bock* berichtet werden[6]).

Weiterhin behandelte der Vortragende die Frage, wie…t d a s i n d e r W e r k s t a t t h e r g e s t e l l t e G e …n d e e i n e K o p i e d e r S c h n e i d z e u g e darstellt. … schneidende Werkzeuge liefern recht genaue F l a n …n w i n k e l, und zwar Gewindebohrer mit einer Genauig… von 10 bis 30 min, die fast stets quetschenden Schneid…n mit rd. 2° bis 3°. Außerordentlich genau, mit Ab…chungen von etwa 1 bis 2 μ je Gang, wird die S t e i …n g der Gewindebohrer übertragen, während sie bei …neideisen in der Regel zu klein ausfällt infolge der Er…mung des Werkstoffes.

Der Flankendurchmesser wird je nach dem Werkstoff um 0 bis 150 μ freigeschnitten, bei Bolzen kleiner, bei Muttern größer. Auch der Außendurchmesser der Muttern wird freigeschnitten um 40 bis 1000 μ, während der Kerndurchmesser der Bolzen mit $\pm 20\,\mu$ gleich dem entsprechenden des Nachschneideisens ausfällt. Diese Zahlen ändern sich indessen leicht mit der Konstruktion der Schneidzeuge und sind deshalb nicht allgemein gültig. Ähnlich steht es mit dem Außendurchmesser des Bolzens und dem Kerndurchmesser der Mutter. Hierfür gilt im allgemeinen, daß bei kleinen Schraubeneisen und großen Kernlöchern der Werkstoff verquetscht wird, während bei großem Bolzendurchmesser und kleiner Bohrung Freischneiden eintritt. Diese Frage ist insbesondere von Wichtigkeit für die Herstellung der Stehbolzen-Gewindebohrer. Die Untersuchungen zeigten ferner, daß man Steigung und Flankenwinkel austauschbarer, dampfdichter Gewinde am Gewindebohrer prüfen kann, so daß man an den damit geschnittenen Gewindelöchern nur noch Flanken-, Außen- und Kerndurchmesser mittels geeigneter Grenzlehren zu prüfen braucht. Bei den Gewindeschneidzeugen hat es nur Zweck, Toleranzen für die Steigung und den halben Flankenwinkel aufzustellen, während die Durchmesser an den Werkstücken geprüft werden müssen.

Die Prüfung des Z u s a m m e n h a n g e s z w i s c h e n d e n G e w i n d e t o l e r a n z e n u n d d e r F e s t i g k e i t von Schraubenverbindungen ist in einer Doktorarbeit von *K. Mütze*[7]) in Angriff genommen worden, und zwar zunächst für Schrauben von rd. 1 Zoll Dmr. bei ruhender, stetig veränderlicher Last. Untersuchungen für dynamische Beanspruchung sind in Aussicht genommen. Aus den Versuchen scheint hervorzugehen, daß der Bolzen auch bei völliger Ausnutzung der Grobtoleranz immer im Kern bricht, daß nie das Gewinde abgeschert wird und daß dabei die bisherige Mindesttragtiefe des Gewindes von 1,3 mm auf 0,8 bis 0,9 mm verkleinert werden kann. Dies würde die Möglichkeit geben, die jetzige Toleranz für den K e r n d u r c h m e s s e r d e r M u t t e r etwas zu vergrößern und vor allem, sie nach größeren Durchmessern hin zu verschieben. Dann kann man auch die Toleranzen für den K e r n d u r c h m e s s e r d e s B o l z e n s in derselben Richtung über das theoretische Maß hinaus verrücken, womit der Vorteil größerer Kernquerschnitte und höherer Festigkeit erreicht wird.

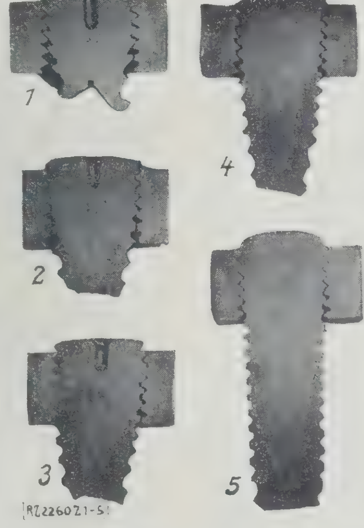


Abb. 1 bis **5**
Längsschnitte durch Mutter und Bolzen. Die Formänderungen infolge der Belastung sind deutlich zu erkennen.

Die Toleranz des F l a n k e n d u r c h m e s s e r s sollte man dagegen nicht wesentlich vergrößern; es ist möglich, daß sie durch einen Winkelfehler, d. h. durch unvollständiges Anliegen der Flanke, teilweise aufgebraucht wird, so daß dann bei Belastung das Gewinde möglicherweise abgeschert wird. W i n k e l f e h l e r sind von verhältnismäßig großem Einfluß auf die Festigkeit, dagegen hat sich gezeigt, daß Schrauben mit S t e i g u n g s f e h l e r n eine größere Festigkeit aufweisen als solche mit übereinstimmender Steigung von Bolzen und Mutter.

Die übliche Ausführung der S c h r a u b e n m u t t e r n, die auf ihrer unteren Fläche aufliegen, ist g a n z f a l s c h, weil dabei d e r B o l z e n n u r a u f Z u g, d i e M u t t e r a u f D r u c k b e a n s p r u c h t wird, also beide entgegengesetzte Formänderungen erleiden. Hierbei muß der e r s t e Gewindegang den weitaus größten Teil der Beanspruchung aufnehmen, während die folgenden Gänge nur noch in geringem Maß elastisch gedehnt werden. Versuche mit verschieden hohen Muttern haben gezeigt, daß eine M u t t e r h ö h e v o n 0,8 d e s B o l z e n d u r c h m e s s e r s die v e r h ä l t n i s m ä ß i g b e s t e A u s n u t z u n g ergibt und daß eine Vergrößerung der Mutterhöhe über 0,8 d keinen Zweck hat.

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1933.
[2]) Sieben Berichte sind im Fachheft „Maschinenelemente" des …chinenbau" Bd. 8 (1929) Heft 2 veröffentlicht; infolgedessen konnte …vorliegende Bericht auf das Wichtigste beschränkt werden.
[3]) Dieser Vortrag, dessen genauer Titel „Messung der Schrauben…inde, ihr Verhältnis zu den Schneidzeugen und die Festigkeit der …raubenverbindungen in Abhängigkeit von den Gewindetoleranzen" …et, soll in einem späteren Heft des „Maschinenbau" erscheinen.
[4]) „Maschinenbau" Bd. 5 (1926) S. 445.
[5]) *Berndt* „Die Gewinde" S. 447, Berlin 1925.
[6]) Dissertation T. H. Dresden (erscheint später).
[7]) Dissertation T. H. Dresden 1928.

Prof. *Berndt* ist ferner der Ansicht, daß es sich empfiehlt, die Gewindelänge des Bolzens nicht zu kurz zu halten und seinen Schaft nicht dicker als den Gewindedurchmesser zu wählen, da andernfalls die Einschnürung des Bolzens bei übertriebener Zugbelastung sich auf den in der Mutter befindlichen Gewindeteil ausdehnt und dann infolge zu geringen Aufliegens der eingeschnürten Gewindegänge das Gewinde abgeschert wird, ehe der Kern reißt. Abb. 1 bis 5 zeigen Längsschnitte durch Mutter und Bolzen und lassen deutlich die Formänderungen infolge der Belastung erkennen.

Die

Beanspruchung von Schrauben an „Marineköpfen"

von Schubstangen behandelte Obering. *Salingré*, Berlin[8]). Kleine Abweichungen von der senkrechten Lage des Bolzens bewirken zusätzliche Biegungsbeanspruchungen im Gewinde, z. B. bewirkt eine Verschiebung der Mutterauflage um nur ein Viertel des Kerndurchmessers Biegungsspannungen, die doppelt so groß sind wie die Zugbeanspruchung. Im Hinblick auf die Kerbwirkungen im Gewinde müssen solche Bolzen naturgemäß leicht einreißen. Um die Bolzen nicht auf der ganzen Länge einpassen zu müssen, sind meistens besondere Paßabsätze vorhanden unter dem Kopf, in der Teilfuge und dicht unter dem Gewinde; der Bolzen wird zwischen diesen Stellen auf den Kerndurchmesser hinterdreht. Die Übergangstellen zwischen den verschiedenen Durchmessern müssen mit sehr großem Halbmesser ausgeführt und in der Werkstatt sehr sorgfältig bearbeitet werden, damit keine Drehriefen übrig bleiben. Wesentlich größere Festigkeit gegen Dauerschlag ergibt auch bei sorgsam geschliffenen Bolzen die Anwendung des Kruppschen Ätzverfahrens[9]), wobei die Bolzen mehrere Stunden mit Salzsäure oder schwefliger Säure gebeizt werden. Hierbei rundet die Säure die scharfen Einkerbungen ab, die noch vom Schleifen übrig geblieben sind. Es erscheint ferner zweckmäßig, den oberen Paßabsatz unmittelbar unter dem Gewinde fortzulassen, damit unter dem Gewinde eine möglichst große Dehnungslänge erhalten bleibt. Das Gewinde läßt man zweckmäßig erst rd. 5 mm über der unteren Kante der Mutter beginnen. Kugelige Unterlegscheiben erleichtern die seitliche Einstellung der Bolzen. In manchen Fällen empfiehlt es sich, die ganze Länge des Bolzens auf den Kerndurchmesser abzudrehen und auf das Einpassen ganz zu verzichten. Die seitliche Verschiebung von Deckel und Stange muß dann durch andere Mittel verhindert werden.

Große Schwierigkeiten treten infolge mangelhafter Bedienung im Betriebe auf, namentlich durch ungleiches Anziehen bei ausgelaufenen Lagerschalen. Bei Druckölschmierung wird das Klopfen erst hörbar, wenn das Lagerspiel bereits unzulässig groß geworden ist.

Als Werkstoff für die Schraubenbolzen wurde früher vorwiegend Puddelstahl mit sehniger Faserung verwendet, bei dem ein erster Anriß sich schwer von einer Sehne zur anderen fortpflanzt. Bei dem heute fast ausschließlich verwendeten Flußstahl ist dagegen Dauerbruch über den ganzen Querschnitt unvermeidlich, wenn einmal ein Anriß eingetreten ist. Man verwendet Flußstahl mit 34 bis 50 kg/mm², häufig auch Baustahl von 50 bis 60 kg/mm² Festigkeit mit hoher Streckgrenze. Es sind aber Brüche von Schubstangenbolzen bei allen diesen Werkstoffen aufgetreten, obwohl man die Beanspruchung auf 3,5 kg/mm² und darunter herabgesetzt hat. Dies führte in dem Betrieb des Vortragenden dazu, eine Kennzahl aufzustellen, die der Arbeitsweise der Maschine, namentlich ihrer Drehzahl n und ihrem Hub s, Rechnung trägt. Auf Grund zahlreicher Untersuchungen gebrochener Bolzen gelangt der Vortragende für d o p p e l t wirkende Maschinen zur K e n n z a h l $s\,n^2$, die bei angetriebenen Maschinen unter 10 bis 11 000, bei Dampfmaschinen unter 12 000 bleiben soll, bei Zugrundelegung einer Festigkeit von 34 bis 41 kg/mm² und einer zulässigen Beanspruchung von etwa 4 kg/mm² für Flußstahl. Untersuchungen haben ergeben, daß unterhalb dieser Kennzahl Brüche von Schubstangenbolzen nicht aufgetreten sind.

Eine weitere Ursache für die Unsicherheit der Berechnung liegt in der ungleichen Beanspruchung der einzelnen Gewindegänge sowohl im Bolzen, als auch in der Mutter, wenn man die elastischen Dehnungen berücksichtigt. Wie schon die Versuche von Prof. *Berndt* gezeigt haben, werden die untersten Gänge des Gewindes in der Mutter am stärksten belastet und gedehnt. Die oberen Gänge kommen nur in geringem Maße zum Anliegen, wenn die unteren sich durchgereckt haben. Diesem Übelstand begegnet man, wenn man die Mutter als H a l s m u t t e r ausführt und ihre A u f l a g e nach o b e n verlegt, so daß auch der darunter befindliche Teil des Muttergewindes auf Zug beansprucht wird. Auf jeden Fall sind bei der Übertragung der Belastung vom Bolzenkern auf die Gewinde Randspannungen zu erwa die im Hinblick auf die Kerbwirkung des Gewinde hohen Überbeanspruchungen führen müssen.

Alles dies hat die Firma des Vortragenden veran die offenen Marineköpfe nur dann zu verwenden, wenn Schubstange nur einseitig auf Druck beansprucht wird den meisten anderen Fällen wendet sie den „R i e g k o p f", Abb. 6 und 7, an. Hierbei fallen die hochbelas Schrauben ganz fort. Die Riegelköpfe haben sich auch reits bei anderen großen Maschinenanlagen bestens bew Der Riegelkopf ist zwar in der Bearbeitung teurer, jedenfalls zuverlässiger. Der Vortragende schloß mit Hinweis, daß über die wirklichen Beanspruchungen in artigen hochbeanspruchten Schrauben noch große Un heiten bestehen, die eingehende Forschungsarbeiten schenswert erscheinen lassen.

Im Anschluß hieran erörtert Prof. Dr.-Ing *Wew* Stuttgart, die Bedeutung der

Spannungserhöhung infolge der Kerbwirkung[10]).

Die Kerbwirkung wird heute noch meist nur gefühlsm berücksichtigt. Zur Ermittlung der wahren Sicherhei aber auch die Kenntnis der absoluten Werte der Spann erhöhung erforderlich. Die vorliegenden, rechnerischen tersuchungen und Spannungsmessungen ermöglichen in allen Fällen eine Abschätzung der Spannungserhöhun folge der Kerbwirkung. Diese steigt z. B. im Schra gewinde bei Dauerbelastung um 25 vH. Sie wird im schluß an die bisherige Festigkeitsrechnung durch führung eines „Faktors der Spannungserhöhung" sprechend dem amerikanischen „stress concentration fac

$$\alpha = \frac{\sigma_{max.}}{\sigma_{mittl.}}$$

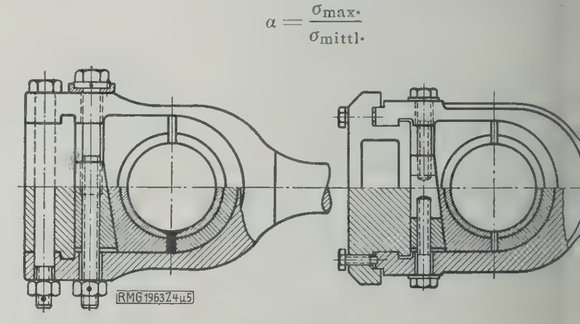


Abb. 6 und 7
Riegelköpfe für Schubstangen

berücksichtigt, der rechnerisch oder durch Versuche in hängigkeit von der besonderen Formgebung ermittelt Der Vortragende verweist insbesondere auf die Abrundu an Querschnittsübergängen, bei denen die Hohlkehle Kegel überlegen sei.

Ausschlaggebend bei der Bemessung von Masch teilen ist die Verminderung der Dauerfestigkeit infolg Kerbwirkung. Die in Amerika von *Leon*[11]), *Willers*[12]) durchgeführten Dauerversuche an gekerbten Stäben ze daß die Dauerfestigkeit weniger abnimmt, als der tretenden Spannungserhöhung entspricht, und daß wesentlich beeinflußt wird durch die Zähigkeit des W stoffes. Die Versuche geben wohl wertvolle Anhaltsp für den Einfluß der Formgebung auf die Dauerfestig doch sind zur vollständigen Klärung der Kerbwirkung weitere planmäßige Untersuchungen erforderlich[12a]).

Der Vortragende schilderte dann

Dauerbrüche an Ventilspindeln[13])

die bei Regelventilen von Dampfturbinen üblich sind. Abdichtung sind in die Spindeln viele Labyrinthringe gedreht. Es ließ sich ermitteln, daß die Spindeln Schwingungserscheinung unterworfen waren, die mit Drehzahl der Maschine in Resonanz geriet. Bei der Be nung der Eigenschwingungszahl ist ein häufig vernac sigter Umstand zu berücksichtigen, daß die Elastizitä für die verschiedenen Stahlsorten zwar nahezu gleich mit hoher Temperatur aber abnimmt, so daß die E schwingungszahl niedriger wird. Da mit zunehmender peratur gleichzeitig auch die Festigkeit sinkt und die wirkung vergrößert wird, erkannte man dies als Urs des Bruches und konnte geeignete Abwehrmaßna treffen.

In der anschließenden sehr lebhaften B e s p r e c h u die hier nur ganz kurz wiedergegeben werden kann, w

[8]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) S. 785 u. Bd. 8 (1929) S. 39.
[9]) „Stahl und Eisen" Bd. 45 (1925) S. 1589.

[10]) „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Nr. 2 S. 33. Vergl. auch *F. L* Z. Bd. 72 (1928) S. 851.
[11]) „Armierter Beton" Bd. 2 (1909) S. 343.
[12]) Z. f. Math. u. Phys. Bd. 55 (1907) S. 225.
[12a]) Vergl. hierzu *W. Schwinning*, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 10 S. 32
[13]) „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Nr. 2 S. 42.

betont, daß noch große Unklarheit besteht über die Wirkung dynamischer Belastungen auf die Schrauben. Die von Prof. *Berndt* erwähnten Versuche sind sämtlich mit ruhender, langsam veränderlicher Belastung durchgeführt worden, Versuche mit dynamischer Beanspruchung sind in Aussicht genommen.

Entgegen dem Vorschlag, das Gewinde erst einige Millimeter oberhalb der Unterkante der Mutter beginnen zu lassen, wies Hr. *Hagenmüller*, Augsburg, darauf hin, daß man diese Ausführung wieder aufgegeben habe und das Bolzengewinde um 15 bis 20 mm aus der Mutter herausstehen lasse, wobei die Hinterdrehungen am Übergang zum Schaft mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden müssen. Dr.-Ing.

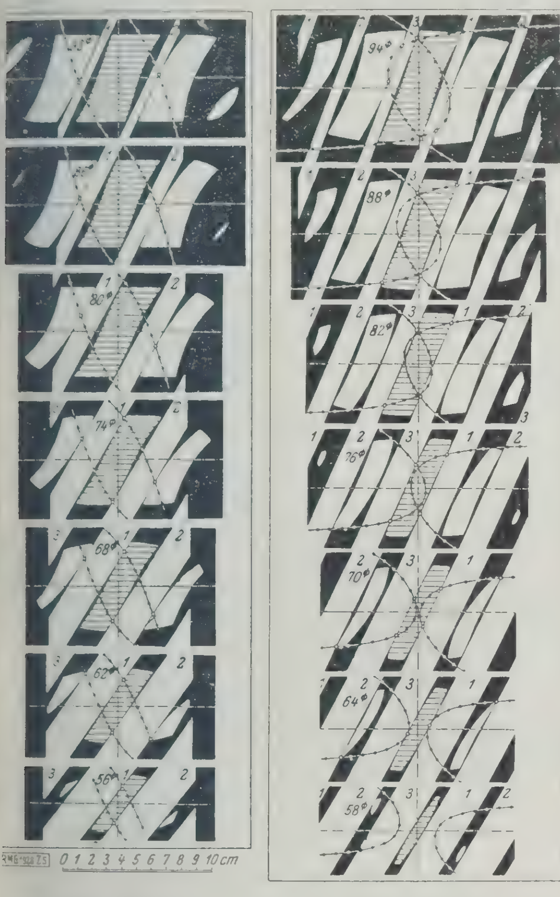


Abb. 8 bis **14**
Evolventenschraube
(Brownsches Getriebe)

Abb. 15 bis **21**
Archimedische Schraube

Abb. 8 bis **21**
Abgewickelte Zylinderschnitte, die koaxial zur Schraubenachse durch die im Eingriff befindlichen Zähne von Schraube (Schnecke) und Rad geführt sind.

Die umgeschriebenen Durchmesser bezeichnen die Durchmesser der Zylinderschnitte, die Zahlen 1, 2 und 3 die Windungen der Schraube. Dazwischen liegen die Zähne des Rades. Das Rad dreht sich von rechts nach links, die Schraube (im Bild) von unten nach oben.

Die punktweise konstruierten Linien sind die Eingrifflinien.

Hersohn, Köln, teilt mit, daß seine Firma grundsätzlich die Schubstangenbolzen nur eine Beanspruchung gleich $^1/_{20}$ der Streckgrenze zulasse.

Von großer Bedeutung und in ihrer Wirkung noch keineswegs geklärt ist der Einfluß der V o r s p a n n u n g. Bei kleineren Schrauben besteht, wie Prof. Dr.-Ing. *Kutzbach* hervorhebt, die Gefahr der Überlastung durch den Monteur, für große Schrauben hält Prof. *Heidebroek* die genaue Berechnung des erforderlichen Drehmomentes und das sorgfältige Anziehen durch eine meßbare, mechanische Anziehvorrichtung für notwendig.

Hr. *Hagenmüller* bezweifelt die Bedeutung der von Herrn *Salingré* aufgestellten Grenzzahl $s\,n^2$. Von andrer Seite wird auf den Unterschied der Beanspruchung zwischen antreibenden und angetriebenen Maschinen hingewiesen. Dr.-Ing. *Modersohn* stellt fest, daß die Grenzzahl $s\,n^2$ für die bei den Motoren vorliegenden Verhältnisse nicht paßt. Dies ist erklärlich, weil es sich dort um einfach wirkende Maschinen handelt, während die Angaben von Hrn. *Salingré* ausschließlich für doppelt wirkende Maschinen in Frage kommen. Prof. *Heidebroek* weist darauf hin, daß in der Grenzzahl $s\,n^2$ das Gesetz der Massenkräfte der hin- und hergehenden Bewegung $m\,r\,\omega^2$ enthalten ist, also eine solche Kennzahl sehr wohl eine Berücksichtigung der in der Maschine auftretenden Massenwirkungen, d. h. der Stoßkräfte, darstellen könne. Die Ermittlung weiterer, ähnlicher Versuchzahlen empfiehlt sich auf jeden Fall.

Hr. *Koehler* weist darauf hin, daß die Konstruktion des Marinekopfes verbessert wird durch Fortlassen der Lagerschalen. Dabei wird das mit dem Anziehen des Kopfes verbundene Biegungsmoment wesentlich verringert. Man kann zu diesem Zweck den Kopf selbst mit Lagermetall ausgießen und die Teilfuge zum Anliegen bringen, ohne beträchtliche Biegungsspannungen hervorzurufen. Er empfiehlt u. U. eine Vergrößerung der Schrauben. Obering. *Salingré* hält dies für unzweckmäßig, da die Bruchgefahr dadurch nicht beseitigt ist. Eine wesentliche Verbesserung ist erst durch den Riegelkopf eingetreten. Prof. *Heidebroek* weist darauf hin, daß manche das obere Bolzenende um ein Stück in der Mutter zurückstehen lassen. Der Grund hierfür wird vorwiegend darin gesehen, daß man dann bei festgebrannten Schrauben leicht Petroleum in das Gewinde eingießen kann. Bedenken wegen der Festigkeit bestehen nicht dagegen, da in der Regel die 0,7- bis 0,8-fache Mutterhöhe genügt, wie die *Berndtschen* Versuche gezeigt haben.

Hr. Dr.-Ing. *Altmann*, Dresden, schilderte sodann seine interessanten

Untersuchungen an Schraubengetrieben[14]),

und zwar den Vergleich der üblichen Schneckengetriebe mit archimedischer Spirale mit den Globoid-Getrieben[15]) nach der Ausführung von David Brown & Sons, Huddersfield, England.

Von den Schraubengetrieben mit rechtwinkliger Achsenkreuzung nimmt das Getriebe mit Zylinderschraube und globoidischem Mutterrad — meist als Schneckengetriebe bezeichnet — für den Antrieb von Fahrzeugen an Bedeutung immer mehr zu. Es hat gegenüber Stirn- oder Kegelrädern den beachtlichen Vorteil der Geräuschlosigkeit bei hohem Wirkungsgrad, wie Versuche mit einem Getriebe von David Brown & Sons gezeigt haben.

Zur Erhöhung des Wirkungsgrades soll die Steigung der Schraube möglichst 30 ° bis 45 ° betragen und die Reibungszahl möglichst klein sein, d. h. es ist Flüssigkeitsreibung durch einen tragfähigen Ölfilm zwischen den Zahnflanken anzustreben[16]).

Da die bisher übliche „archimedische Schraube"[17]) — der Längsschnitt durch die Schraubenachse ist eine Gerade, der Stirnschnitt senkrecht zur Schraubenachse eine archimedische Spirale — andere Flankenform hat als die „Evolventenschraube"[18]) — bei der Schraube von Brown & Sons ist der Stirnschnitt eine Evolvente — so schien es geboten, festzustellen, ob die eine oder andere Flankenform zur Erzeugung einer Schmierschicht zwischen den Zähnen geeigneter ist.

Maßgebend für die Ölfilmbildung zwischen zwei Flächen ist ihre Anschmiegung. Die Umständlichkeit der Formeln für die Berechnung und die Ungenauigkeit der Zeichnung ließen es zweckmäßig erscheinen, die Anschmiegung der Flanken festzustellen und zu veranschaulichen, indem man die Anschmiegung in Zylinderschnitten untersuchte, die koaxial zur Schraubenachse des Getriebes durch die im Eingriff befindlichen Zähne geführt werden, Abb 8 bis 21. Das Wandern des Berührungspunktes stellt ein W ä l z e n der beiden Zähne aufeinander dar, das sich dem G l e i t e n der Flanken überlagert. Je nachdem sich diese Bewegungen stärken oder schwächen (gegebenenfalls aufheben), stellt sich ein mehr oder minder starker Druck in dem keilförmigen Ölfilm ein. Anders ausgedrückt besagt dies: Überlagern sich beide Bewegungen günstig, so bestehen weit größere Aussichten auf Ölfilmbildung auch bei großen Pressungen als im entgegengesetzten Falle. Bei genauer Untersuchung des Wanderns der Berührungspunkte auf den Flanken zeigt sich nun, daß die Evolventenschraube für die Bildung und Erhaltung eines tragfähigen Ölfilmes günstiger erscheint als die archimedische Spirale. Dagegen wird diese Ölfilmbildung bei der Evolventenschraube durch die überlagerte Wälzbewegung rückgängig gemacht, während sie bei einem Teilgebiet der archimedischen Spirale begünstigt wird. Infolgedessen kann man die eine Schraube gegenüber der andern bezüglich der Ölfilmbildung kaum höher bewerten.

Zwei gleiche Getriebe, die sich nur in der Flankenform ihrer Schrauben unterscheiden, sonst aber vollkommen übereinstimmen (d. h. gleiche Abmessungen wie Schraubenstei-

[14]) „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Nr. 2 S. 44.
[15]) Automobile Worm Gearing S. 16 (Druckschrift von Brown & Sons).
[16]) „Hütte" 25. Aufl. Bd. 2 S. 212.
[17]) „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Nr. 2 S. 45 Abb. 3a.
[18]) „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Nr. 2 S. 45 Abb. 3b

gung usw. und gleiche Werkstoffe haben und in gleicher Weise werkstattmäßig bearbeitet — z. B. geschliffen — sind), werden demzufolge praktische Unterschiede in den Verlusten kaum aufweisen.

In der Aussprache weist Prof. Dr. *Schiebel*, Prag, darauf hin, daß er die Schmiegungsverhältnisse der Flanken genau untersucht habe und zu ähnlichen Ergebnissen gelange wie Dr.-Ing. *Altmann*. Es sei ein Irrtum, anzunehmen, daß bei der Globoidschnecke zwei Flächen sich in einer geraden Linie berühren könnten. Die Berührung könne nur in einer Kurve erfolgen, wenn ein konkaver Teil dem konvexen gegenüberliege. Der hohe Wirkungsgrad lasse sich auch bei anderen Schnecken erreichen, wenn man auf genügend großen Durchmesser der Schnecke achte. Prof. Dr.-Ing. *Kutzbach* spricht sich dahin aus, daß die Frage des Wirkungsgrades dieselbe sei wie die Erzeugung eines genügend tragfähigen Ölfilmes. Hier stehen zwei Anschauungen einander gegenüber. Während die eine eine hohe Gleitgeschwindigkeit als günstige Vorbedingung für die Erzeugung des nötigen Öldruckes ansieht, erblickt die andere in der zu großen Gleitgeschwindigkeit der außen liegenden Teile des Eingriffsfeldes einen Nachteil und möchte die Wirkung des Ölfilmes eher in der keilförmigen Annäherung bei der Wälzbewegung erblicken. In Wirklichkeit sind beide Bewegungsarten überlagert, und es finden sich bei beiden Schneckenarten in dem Eingriffsfeld Stellen, in denen das Verhältnis der Wälz- zur Gleitbewegung gleichartig ist. Wichtig ist auch die Frage der Schleiffähigkeit der Schnecke. In beiden Fällen kommt man mit einem Ersatzschliff aus, der der wirklichen Fläche nur angenähert ist.

Dr.-Ing. *Altmann* spricht seine Ansicht dahin aus, daß der Schliff der Brownschen Schnecke mit einer ebenen Schleiffläche denkbar ist, während von anderer Seite eine Umdrehungsfläche als Schleifwerkzeug für richtiger gehalten wird. Prof. Dr.-Ing. *Berndt* weist darauf hin, daß beim Schleifen von Gewindelehren ähnliche Verhältnisse vorliegen und daß dort bei Verwendung der gewöhnlichen Schleifscheiben die Annäherung so groß ist, daß auch bei vierzigfacher Vergrößerung eine Abweichung nicht festzustellen sei. Prof. Dr.-Ing. *Brandenberger*, Zürich, und Prof. Dr. *Schiebel*, Prag, sind demgegenüber der Meinung, daß dies nur bei geringer Höhe der Schraubenfläche gegenüber dem Kerndurchmesser möglich sei.

Die Entwicklung der Kraftmaschinen, die zu ständig größerer Schnelläufigkeit fortschreitet, macht es erforderlich, die Erkenntnisse der Forschung, insbesondere auf dem Gebiet der dynamischen Festigkeit, möglichst schnell zur praktischen Anwendung zu bringen.

Den Weg, den die Motorenfabrik Deutz zu diesem Ziel eingeschlagen hat, schilderte Dr.-Ing. *Modersohn*, Köln-Deutz, an dem Beispiel der

praktischen Berechnung von Pleuelstangen[19]).

Ganz planmäßig werden für die Berechnung der Motoren drei Hauptgrundsätze aufgestellt:

1. Grundsätzlich wird nur die Festigkeit des „lebenden" Werkstoffes (Streckgrenze und Dauerfestigkeit) den Beanspruchungen zugrunde gelegt, nicht die Festigkeit eines zerstörten Werkstoffes, wie sie durch die Bruchgrenze oder Zugfestigkeit gekennzeichnet wird. Für ruhende Belastungen kommt also lediglich die Streckgrenze des Werkstoffes zur Geltung.

2. Nicht auf die Beanspruchung des Werkstoffes in kg/cm² kommt es an, sondern auf den „Sicherheitsgrad", d. h. das Verhältnis der rechnungsmäßigen Beanspruchung zu dem Festigkeitswert des lebenden Werkstoffes. Dieser Sicherheitsgrad muß für alle Festigkeitsrechnungen durchgeführt werden. Er ist das eigentliche Vergleichmaß für die Sicherheit aller Konstruktionen, die je nach ihrer Wichtigkeit in verschiedene Klassen des Sicherheitsgrades eingereiht werden können. Unabhängig von der Festigkeit des Werkstoffes bietet dieser Sicherheitsgrad einen absoluten Vergleichmaßstab.

3. Für die Bruchsicherheit im Dauerbetrieb wird lediglich die dynamische Festigkeit zugrunde gelegt; diese ist entscheidend, nicht die statische. Die Berechnung wird mit Rücksicht auf die Verhältnisse beim Anfahren der Maschine sowohl auf statische Festigkeit durchgeführt, als auch auf dynamische Festigkeit im Hinblick auf den Dauerzustand. Als Dauerfestigkeit verwendet die Motorenfabrik Deutz die Schwingungsfestigkeit gegen Biegung, die man mangels ausreichender Versuchsergebnisse nach der Striebeckschen Formel $D_r = 0{,}28\,(\sigma_B + \sigma_S)$ ermittelt; (σ_B = Zugfestigkeit, σ_S = Streckgrenze). Der vorgeschriebene Sicherheitsgrad richtet sich gänzlich nach der im Einzelfalle vorliegenden Beanspruchungsart. Bei Zug-Druck-Wechselbeanspruchung wird ein um etwa 50 vH, bei Drehungs-Wechselbeanspruch ein um 80 vH höherer Sicherheitsgrad als bei Biegun Wechselbeanspruchung vorgeschrieben.

Bei der statischen Berechnung der Pleuelstange darauf Rücksicht zu nehmen, daß der Schlankheitsg $\lambda = \frac{l}{i}$ (l = Knicklänge in cm, i = kleinster Trägheitsha messer in cm) bei den üblichen Abmessungen der Motor schubstangen die Verwendung der Eulerschen Formel in meisten Fällen verbietet, da die Eulersche Formel nur Werte von $x > 100$ gültig ist[20]). Die Schlankheitsgrade meisten Schubstangen liegen zwischen 60 und 100, wofür Tetmajersche Formel gilt. Für Schlankheitsgrade unter braucht die Schubstange überhaupt nicht mehr auf Knick berechnet zu werden. Bei der dynamischen Festigke berechnung des Stangenschaftes werden unter Berücks tigung der Massenkräfte Druck- und Zugbeanspruchung mittelt. Die größere von beiden, also bei einfach wirken Motoren in der Regel die Druckbeanspruchung, wird Verhältnis gesetzt zu der durch Versuche ermittelten Da festigkeit des Werkstoffes und ergibt den rechnungsmäßi Sicherheitsgrad gegen Dauerbruch.

Für die Schrauben am Stangenkopf — Marinekopf — ein außerordentlich hoher Sicherheitsgrad erforderlich. Beanspruchung darf in der Berechnung grundsätzlich n mehr als $^1/_{20}$ der Streckgrenze erreichen. Diese Rechnur art befriedigt aber sehr wenig, zumal sich zweifellos Spannungen über den Schraubenquerschnitt nicht gle mäßig verteilen. Hier sind eingehende Forschungen dring notwendig, die der Praxis eine brauchbare Lösung o umständliche Rechnungen geben müssen.

In der Aussprache bezweifelt Prof. *Bach*, Chemn die Zuverlässigkeit der Striebeckschen Formel, deren werte noch näher untersucht werden müssen. Ebenso ersche ihm die Tetmajersche Knickformel ihrer Entstehung n für die vorliegenden Fälle nicht ausreichend, namentlich Hinblick auf die Stangenquerschnitte, die oft rechteckig o I-förmig sind. Bei der Berechnungsart von Dr.-Ing. *Mo sohn* wird an Stelle der üblichen Knicksicherheit von 10 20 nur eine etwa drei- bis fünffache zugrunde gelegt, die allgemeinen auch genügt. Für Querschnitte mit versch denen Trägheitsmomenten ist aber auch diese Sicherheit n nicht ausreichend. Obering. *Salingré* weist darauf hin, daß seiner Firma vorwiegend gefräste Stangen mit rechteckig Querschnitt verwendet werden, wobei über die schm Kante mit acht- bis zehnfacher, hochkant mit sechzehn- zwanzigfacher Knicksicherheit gerechnet wird, Hr. *Sc* macht den Einwand, daß für Abnahmeversuche der Er der Bruchfestigkeit durch die Streckgrenze große Streitig ten verursachen könne, da die genaue Ermittlung der Stre grenze sich nur in gewissen Grenzen durchführen lasse daher Auslegeschwierigkeiten zu erwarten seien. Dr.- *Modersohn* weist darauf hin, daß die Zugfestigkeit selbstv ständlich nach wie vor ermittelt werde, daß sich aber Vorstellungswelt des Konstrukteurs nur auf das Gebiet elastischen Formänderung erstrecken solle. Von versc denen Seiten wird nachdrücklich betont, wie notwendig a giebige Versuchswerte über die Dauerfestigkeit und ihre hängigkeit von den verschiedenen Einflüssen gebrau werden.

Im nächsten Vortrage berichtete Dir. Dr.-Ing. E. *Krauß*, Ludwigshafen, über

Erfahrungen aus dem Betriebe von Kurbelmaschinen

vom Standpunkt der abnehmenden Industrie aus. Die nahme, als ob die üblichen Bauarten von Dampf- und G maschinen mit Kurbelgetriebe als abgeschlossene Konstr tionen zu betrachten seien, ist hinfällig. Die Dauerbelast im Betriebe zeigt, daß das Kurbelgetriebe häufig V anlassung zu Betriebstörungen gibt. In den Großbetrie der chemischen Industrie ist der mittelbare Schaden, durch Betriebstörungen entsteht, von ganz besonderer deutung und übersteigt den unmittelbaren um ein Vielfac Das Lichtbild eines zerstörten Kompressors mit 1000 Leistungsaufnahme zeigt die außerordentlichen Gefah solcher Brüche, die im vorliegenden Fall auf Werkst fehler zurückzuführen waren.

Die Betriebserfahrungen haben dazu geführt, daß v Standpunkt des Betriebes aus ganz neue Berechnungen Änderungen der Getriebeteile vorgenommen werden müs Die Größe und die Beanspruchung der Maschinen ergibt ber für die Montage große Schwierigkeiten, z. B. bei der ordnung eines fünfstufigen Kompressors von großer l länge. Es ist richtiger, an Stelle der starren Verbindun nachgiebige Lagerung einzuführen, etwa in der Form, die Kolbenstangen der ersten und der dritten Stufe kugelig lagert werden. Sowohl an den Kolben wie auch an den Tr

[19]) „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Nr. 2 S. 37.

[20]) Hütte, 25. Aufl. Bd. 1 S. 572.

.en der Kreuzköpfe sind kugelige Auflageflächen gefen worden, ebenso an den Lagern der Schubstangen. ommt man zu Konstruktionen, die von den üblichen abweichen. Der Betrieb hat aber den Erfolg der Ängen bestätigt. Die Erfahrungen mit Schubstangen-n bestätigen den Inhalt der Ausführungen von Obering. *gré*. Der Riegelkopf ist bei Kompressoren allgemein führt worden. Für die Verbindung der Kolbenstange dem Kreuzkopf ist man von der Keilverbindung ganz angen und zu einer Flanschverbindung mit Schrauben gangen. Die Vorspannung der großen Schrauben wird lem Montagekran mit einer zwischengeschalteten Wage u gemessen.

Besonderer Wert muß auf die dauernde Prüfung der beanspruchten Schrauben gelegt werden.

Von der Annahme ausgehend, daß jede Schraube bei rbelastung einmal brechen muß, werden sämtliche hochspruchten Schrauben nach einer bestimmten Belastungs- d. h. Zahl der Belastungswechsel, untersucht. Die n, mikroskopisch kaum bemerkbaren Haarrisse werden n eine besondere optische Prüfeinrichtung festgestellt, i der Bolzen einer Biegungs-Dauerbeanspruchung unteren wird. Die Risse treten in der Regel an den ersten indegängen auf und können manchmal nur dadurch festellt werden, daß Öl in sie eingesogen wird. Sind auf e Weise die Anzeichen für einen beginnenden Dauerh festgestellt, so wird der Bolzen ohne weiteres ausechselt. Durch die sonst üblichen Überholungen der hinen können Neubeanspruchungen auftreten, wenn er und Bolzen nicht genau wieder in die gleiche Stelle itzen kommen.

Geht man in dieser Weise systematisch vor und betet jede Maschine als eine Einrichtung für Dauerstung, so kann man mit Erfolg vorbeugende Maßnahmen Verhütung von großen Betriebsschäden einleiten.

Dipl.-Ing. *Herttrich*, Dessau, schilderte einige

ersuchsanlagen für Maschinen und Maschinenteile[21]),

in letzter Zeit von der Bamag-Meguin z. T. in Gemeinft mit Dr. *Vieweg* entwickelt worden sind. Als Beispiel ndelt er das *Viewegsche* Torsionsdynamometer[22]), dessen genauigkeit bis auf 0,001 Skalenendwert verbessert worist. Der Werkstoff der Meßstäbe und ihre Einspannung iteten große Schwierigkeiten. Nach langwierigen Veren wurde ein Werkstoff gefunden, der in bezug auf pfungsfähigkeit und möglichst geringe Abhängigkeit Hystereseerscheinungen allen Anforderungen an die genauigkeit genügt. Durch einen zweckmäßigen Luftutz wird bei hohen Drehzahlen der Luftwiderstand eschaltet, optische Ablesung mit umlaufenden Linsen ichtert die Beobachtung auch bei hohen Drehzahlen. Bei

[21]) „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Nr. 2 S. 48.
[22]) Z. Bd. 69 (1925) S. 353 u. „Maschinenbau" Bd. 3 (1924) S. 1023.

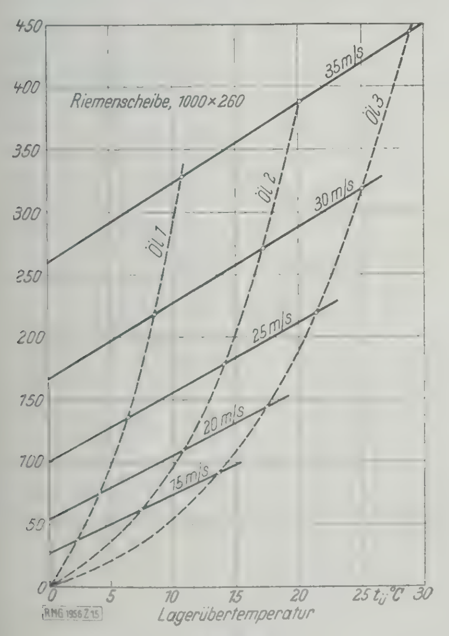


Abb. 22
Ermittlung des Luftwiderstandes einer Riemenscheibe von 1000 mm Dmr. und 260 mm Breite bei verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten und verschiedenen Ölen zur Lagerschmierung.

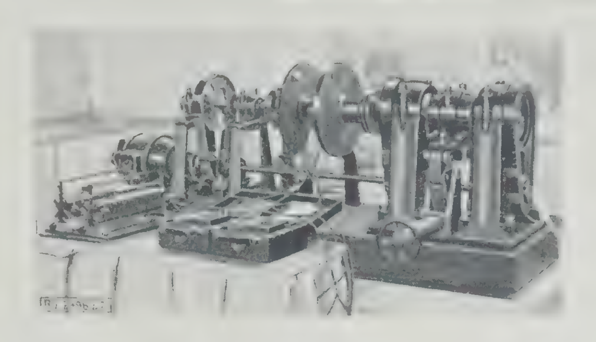


Abb. 23
Lagerprüfmaschine der Bamag-Meguin mit Torsionsdynamometer nach *Vieweg*.
Die Lagerschalen der Hilfslager laufen im Sinne der Wellendrehung um, so daß ihre Relativbewegung zur Welle annähernd null wird und keine Reibungsarbeit in den Hilfslagern entsteht.

nicht zu großer Geschwindigkeit läßt sich das Gerät für die Aufzeichnung veränderlicher Momente verwenden. Für ganz hohe Drehzahlen benutzt man eine elektrische Ablesevorrichtung mit Spannungsteiler. Dadurch wird auch Fernablesung möglich und eine Genauigkeit von ein Tausendstel des Skalen-Endwertes erreicht.

Um den Reibungswiderstand bzw. die Leistungsaufnahme eines umlaufenden Versuchsgegenstandes für sich allein zu erhalten, bedient man sich des kalorimetrischen Verfahrens von *Vieweg*[23]), das die Beziehung zwischen der Übertemperatur des Lagers und seinem Leistungsbedarf benutzt. Zu diesem Zweck wird das betreffende Lager mit verschiedenen Ölen von bekannter Zähigkeit untersucht und die Kurven auf den angenommenen Zustand der Übertemperatur null extrapoliert.

Die Anwendung des Verfahrens auf die Untersuchung des Luftwiderstandes von Riemenscheiben zusammen mit dem Torsionsdynamometer gestattet eine genaue Analyse der Einzelverluste, Abb. 22. Besondere Vorteile für die Untersuchung von Lagerwiderständen bietet nach Ansicht des Vortragenden die Lagerung der Versuchswelle in zwei Hilfslagern, Abb. 23, deren Lagerschalen so verdreht werden, daß ihre Relativgeschwindigkeit zur Welle annähernd null wird. Dann tritt keine Reibungsarbeit an den Hilfslagern auf; die in der Versuchswelle verbrauchte Leistung ist nur dem belasteten Versuchslager zuzuschreiben und kann durch das Dynamometer unmittelbar gemessen werden. Als zweckmäßig hat sich ergeben, die Hilfslagerschalen gegenläufig mit einer kleinen Relativgeschwindigkeit zur Welle umlaufen zu lassen, da im Bereich der niedrigen Geschwindigkeiten eine starke Veränderlichkeit des Reibungswertes zu befürchten ist und demnach doch ein Drehmoment entstehen kann. Bei geringer gegenläufiger Relativgeschwindigkeit der Hilfslager heben sich diese Momente ziemlich genau auf. Eine große Maschine dieser Art dient zur Untersuchung der Rollenlager für je rd. 60 t Lagerdruck für das Schiffshebewerk Niederfinow[24]).

Über die dynamische Festigkeit bei Flugzeug-Konstruktionsteilen

berichtete Dipl.-Ing. *Brenner*, Berlin[25]).

In der Aussprache wird erwähnt, daß sich als besonders gefährlich die Ermüdungserscheinungen bei Motorwellen erwiesen haben. Prof. Dr.-Ing. *Heidebroek* bringt zur Sprache, daß außer den vorwiegend behandelten Drehschwingungen bei gewissen Wellenformen die Biegungsschwingungen und Längsschwingungen eine gefährliche Rolle spielen. Durch Versuche in der Technischen Hochschule Darmstadt wurden starke Resonanzerscheinungen in der Längsrichtung der Welle deutlich festgestellt, deren Frequenz bei den Massenverhältnissen von Motor und Flugzeug sehr leicht in den Betriebsbereich der Maschinen geraten kann. Jede Drehschwingung muß infolge des Luftschraubenschubes einen Längsstoß hervorrufen, der im gleichen Takt wie die erregende Ursache der Drehschwingungen auftritt. Es wird ferner erörtert, inwieweit die Ermüdungsfestigkeit legierter Stähle der von hochwertigen Kohlenstoffstählen soweit überlegen sei, daß der erheblich höhere Preis der legierten Stähle gerechtfertigt ist. Hr. *Brenner* erwähnt dazu, daß nach den Feststellungen der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt die legierten Chromnickelstähle eine wesentlich höhere Ermüdungsfestigkeit aufweisen als Kohlenstoffstähle. Prof. Dr.-Ing. *Kutzbach* weist auf die Dämpfungs-

[23]) „Maschinenbau" Bd. 5 (1926) S. 291.
[24]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 3 S. 73.
[25]) Der Vortrag ist in Z. Bd. 72 (1928) S. 1881 erschienen.

fähigkeit, d. h. die Aufnahme innerer Arbeit im Leder für Treibriemen hin, das trotz niedriger Festigkeit eine ganz außergewöhnlich hohe Dämpfungsfähigkeit hat.

Prof. Dr.-Ing. *Rötscher,* Aachen, behandelte dann die vielumstrittene Frage der

einheitlichen Bezeichnungen der Festigkeitsbegriffe[26])

im Hinblick auf die bekannten neuen Vorschläge des Ausschusses für Einheiten und Formelzeichen (AEF). Auf Grund der Äußerungen, die zu den Aufsätzen von *Unold* und *Melchior*[27]) eingegangen sind, legt Prof. *Rötscher* folgende Bezeichnungen vor:

Zusammenstellung 1

Beanspruchungsart	Beizeichen	Festigkeit S, T	Zulässige Beanspruchung s, t	Wirkliche Spannung σ, τ
Zug	z	S_z	s_z	σ_z
Druck	d	S_d	s_d	σ_d
Biegung	b	S_b	s_b	σ_b
Abscheren	s	S_s	s_s	σ_s
Schub	s	(T_s)	t_s	τ_s
Drehung	t	T_t	t_t	τ_t
Knickung	k	S_k	s_k	σ_k
Flächenpressung . .	p	—	s_p	p

Über die Zweckmäßigkeit dieser Bezeichnungen entspann sich eine lebhafte Aussprache, in der viel gegensätzliche Meinungen zum Ausdruck kamen. Die überwiegende Anschauung ging dahin, daß die Festsetzung der Bezeichnungen durch den deutschen Normenausschuß unter dem Einfluß der Anforderungen des Ingenieurbaues übereilt erfolgt sei und daß die Frage nochmals aufgegriffen werden müsse. Die Vertreter der Praxis insbesondere weisen darauf hin, daß jede Änderung auch in die international üblichen Bezeichnungen eingreife. Wenn keine Einigung zu erzielen sei, so wäre es besser, es bei den bisher üblichen Bezeichnungen zu belassen, es ist aber unerträglich, daß in einem Taschenbuch verschiedene Bezeichnungen nebeneinander gebraucht werden. Insbesondere wird die Aufnahme von einheitlichen Bezeichnungen für Dauerfestigkeit und andre neue Begriffe zu großen Schwierigkeiten führen. Prof. *Meyenberg* wird die Ansicht der anwesenden Vertreter der Praxis und Wissenschaft dem Normenausschuß und dem AEF vortragen und ihre nochmalige Bearbeitung anregen. Hierbei soll insbesondere auch versucht werden, das Eisenbahnzentralamt zu bewegen, von den neuen Bezeichnungen wieder abzugehen.

Prof. *Schenck* (†), Breslau, sprach über die Berechnung der

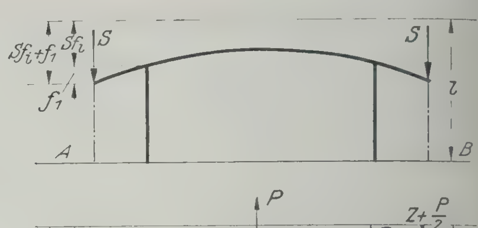
Vorspannungen an Zylinderdeckeln.

Unter Annahme einer verhältnismäßig einfachen Anordnung von Zylinder und Deckel mit der üblichen Flanschverbindung und Dichtung führt er die Beanspruchungen auf die Grundlagen der Festigkeitslehre zurück, indem er die elastischen Formänderungen von Deckel, Schraube und Dichtung durch Federkräfte ersetzt und Flansch und Deckel als belasteten Balken darstellt, Abb. 24 und 25. Das Verfahren gestattet einen vollständigen Einblick in das elastische Verhalten der einzelnen Teile des Trägersystems und erzieht den Anfänger im Konstruieren dazu, neben der einfachen Festigkeitsberechnung vor allem den Einfluß elastischer Formänderungen zu berücksichtigen, durch die sich die Spannungsverhältnisse gegenüber der statischen Annahme wesentlich ändern.

In der Aussprache wurde darauf hingewiesen, daß für den erfahrenen Konstrukteur ein derartiges Verfahren zu umständlich sei. Es kann aber nicht bestritten werden, daß für den Anfänger im Konstruieren und auch für den mittleren Konstrukteur in der Praxis eine derartige systematische Behandlung durchaus notwendig ist und daß sie die Aufmerksamkeit auf Beanspruchungen lenkt, die sonst nicht beachtet werden.

Besondere Beachtung findet bei dieser Erörterung wiederum die Vorspannung der Schrauben, über die noch vielfach unklare Meinungen herrschen, insbesondere über den Einfluß der Überlagerung von Betriebsbelastung und Vorspannung. Prof. *Kutzbach* führt ein einfaches graphisches Verfahren zur Kenntlichmachung dieser Spannungen vor, während Prof. *Schulze-Pillot,* Danzig, auf die Veröffentlichung von *Camerer* aufmerksam macht[28]). Gegen die darin wiedergegebene Auffassung bestehen indessen erhebliche Bedenken.

[26]) „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Nr. 2 S. 53.
[27]) „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) S. 308.
[28]) Z. Bd. 44 (1900) S. 1063.



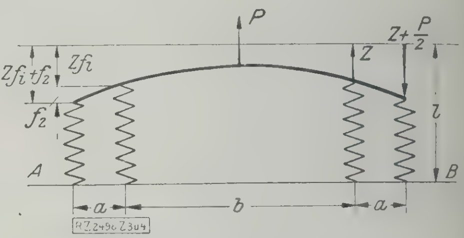


Abb. 24 und **25**
Berechnung der Vorspannung an Zylinderdeckeln: die elastischen Formänderungen sind durch Federkräfte ersetzt.

$$l - S f_i - f_1 - S f_a + \left(\frac{P}{2} + Z\right) f_a - l - Z f_i - f_2$$

S Schraubenkraft
P Ersatzkraft für den Dampfdruck
Z Auflagerdruck
l Länge der ungespannten Schrauben im unbelasteten System
A-B Symmetrielinie als starre Abgrenzung des Systems
f_a Federung der Schrauben für 1 kg Schraubenkraft
f_i „ „ Auflager für 1 kg Auflagerdruck
f_1 Senkung des Balkenendes gegenüber dem Auflager infolge der Schraubenkraft S
f_2 Senkung des Balkenendes bei Wirkung der Kräfte P und Z

Prof. Dr. *Schiebel,* Prag, sprach über den

Einfluß der Ausführungsfehler und Abnutzung auf di[…] Festigkeitsbeanspruchung der Zähne an Zahnrädern[29])

Er legt eine neue Gleichung vor, die sich in der F[…] von der *Kutzbachschen* Darstellung[30]) etwas unterschei[…] und erörtert die Bedeutung dieser Gleichung gegenüber […] bisher üblichen Berechnungsverfahren für Zahnräder. P[…] *Kutzbach* ist seinerzeit bei der Ableitung seiner Gleich[…] von der Annahme ausgegangen, daß die durch Teilun[…] fehler entstehenden Stöße den Verlauf einer Sinusschw[…] gung aufweisen. Diese Annahme stellt einen Sonderfall […] gegenüber der allgemeinen Lösung, wie Prof. *Schiebel* […] gibt. Er geht davon aus, daß Ausführungsungenauigk[…] und Abnutzung fehlerhaften Zahneingriff bedingen, du[…] den dynamische Wirkungen hervorgerufen werden. […] Zahnbelastung an den Wälzkreisen kann man sich dann […] sammengesetzt denken als die Summe der Umfangskraft[…] der Arbeitsübertragung und einer Kraft P_m, die die dyna[…] sche Wirkung darstellt. Der Stoß der unmittelbar beteil[…] ten Zahnrädermassen wird durch die Federung der Zä[…] aufgefangen unter teilweiser Dämpfung durch die Ölschic[…] Da die Masse des Ritzels im allgemeinen klein ist gegenü[…] der Masse des großen Rades und der daran hängenden w[…] teren Massen, fällt der Hauptanteil der Abfederung […] Ritzelwelle zu; die Federung wird in der Formel durch […] Unveränderliche c ausgedrückt. Unter Benutzung der a[…] gemeinen Stoßgleichung ergibt sich eine Gleichung für […] Stoßkraft

$$P_m = \frac{\pi}{30} \sqrt{c \frac{J_1}{\frac{J_1}{J_2}\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 + 1}} \frac{n_1 \delta}{R_1};$$

zur Berechnung von δ läßt sich die Formel[14]) ableiten

$$\delta = \sqrt{\frac{\Delta t}{R_1} \cdot \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2}{\sin^2 \alpha}\left(1 + \frac{1}{z_1}\right)\frac{1}{z_1}}} - \frac{1}{1 + \frac{z_2}{z_1}}}}.$$

J_1 und J_2 sind die Massenträgheitsmomente der umlauf[…] den Teile an der Ritzel- (1) und der Radwelle ([…]
n_1 „ n_2 die Drehzahlen des Ritzels (1) und des Rades ([…]
R_1 der Halbmesser des Ritzelteilkreises,
z_1, z_2 Die Zähnezahlen,
t die Teilung,
α der Eingriffswinkel,
$\delta = \frac{\Delta v}{v}$ der Geschwindigkeitsunterschied der bei[…] Räder bei fehlerhaftem Eingriff.

[29]) „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Nr. 2 S. 47.
[30]) Z. Bd. 65 (1921) S. 1304; vergl. auch Hütte 25. Aufl. Bd. 2 S. 18[…]
[14]) Technische Blätter (Prag) Bd 42 (1910) S. 15.

.. beiden Gleichungen ermöglichen die Berechnung der .kraft aus den Abmessungen; aus ihnen geht hervor, .hen Einfluß einerseits die Drehzahl, anderseits die .ezahlen auf die Stoßwirkung ausüben.

In der Aussprache erörtert Prof. *Kutzbach* den Unter-.d zwischen seinen und den Annahmen von *Schiebel* .e den Einfluß der elastischen Formänderungen der .e bei Stößen, die Überbeanspruchungen hervorrufen. .. die Frage des Tönens der Räder bereitet Schwierig-.n. Prof. *Kutzbach* vermutet die Ursache in Über-.gung von Wälz- und Gleitbewegung der Zahnflanschen . einander, einem dem „Geigen“ ähnlichen Vorgang, .rend Prof. *Dörfel*, Prag, annnimmt, daß die Abplattung . Zähne eine elastische Druckwelle in den Werkstoff .et und diese Druckwellen u. U. in tönende Resonanz ge-.. *Kluge*, Karlsruhe, bemerkt dazu, daß bei Schiffs-.eben sich ein Spiel von einigen Zehntel Millimetern als .s Mittel zur Beseitigung der Geräusche bei reichlichem .lster bewährt hat. Prof. *Kutzbach* empfiehlt möglichst .e Massen in den Kranz des Rades zu legen.

Den letzten Vortrag der Tagung hielt Prof. Dr.-Ing. .*bach*, Dresden, über

praktische Riemenversuche

. deren vorläufige Ergebnisse[31]). Diese Versuche wurden .ler Dresdener Technischen Hochschule mit der neuen .uchseinrichtung durchgeführt, die aus Mitteln der Not-.einschaft der Deutschen Wissenschaft eingerichtet wor-. ist. Nach seiner Ansicht ergibt sich nunmehr eine Klä-. der verschiedenen Anschauungen über die Bean-. chung der Treibriemen in dem Sinne, daß die Forschung . auf folgende Eigenschaften des Riemens besonders ein-.t:

die Hafteigenschaften des Riemens, die man durch den

$$\text{Durchzugsgrad} = \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} = \frac{k_n}{k_a}$$

ausdrücken kann[32]);

die Biegungsverluste oder Einfluß der Scheibengröße auf die zulässige Gesamtspannung;

die Lebensdauer bei verschiedener Gesamtspannung und ihren Einfluß auf die allgemein zulässige Gesamtspannung.

Über die Hafteigenschaften liegen Versuche an .s Riemen des deutschen Ledertreibriemen-Verbandes .[33]), die vor allem den ausgesprochen günstigen Einfluß . Haarseite gegenüber der Fleischseite als Auflagefläche .iten, da sich die Haarseite im Dauerbetrieb besser an-.hiegt und sich vielleicht auch für die Wirkung der Fet-. günstiger verhält. Bei einem Schlupf von 2 vH wurden .der Haarseite Durchzugsgrade von 80 bis 98 vH erreicht, . der Fleischseite nur 50 bis 77 vH. Der Durchzugsgrad .il also auf der Haarseite so hoch, daß auch Haftmittel .en Vorteil mehr geboten hätten. Die Güte des Riemens, .von der Art der Gruben- oder Faßgerbung abhängt und . die Lebensdauer von Einfluß ist, hatte auf den Durch-.grad keinen wesentlichen Einfluß. Riemengeschwindig-.en zwischen 4 und 16 m/s waren günstig für den Durch-.grad.

Die Biegungsverluste wurden für eine größere Zahl . Riemen von Dr. *A. Müller*[34]) untersucht mit dem Er-.is, daß der Spannungsverlust durch die innere Reibung . Biegung

$$k_i = B\,k^m \left(\frac{d}{D}\right)^n,$$

. B im Mittel = 15, $m = 0{,}5$ und $n = 1{,}6$ war. Der Wert . B, der ja nach dem Fettungszustand des Riemens stark .ankt, bildet einen Maßstab für die Eignung des Rie-.s für kleine Scheiben. Beim Lauf auf der Fleischseite .en die Biegungsverluste bei niedriger Spannung etwas .ner, bei den üblichen Betriebspannungen aber etwas .ßer als beim Lauf auf der Haarseite. Die inneren Rei-.gsverluste, die bei Be- und Entlastung des Riemens als .steresisverluste auftreten, wurden dadurch ausgeschieden, .a die Biegungsversuche bei Leerlauf vorgenommen wur-. Luftreibungsverluste und Klebeverluste (bei Haft-.eln) wurden getrennt festgestellt, haben aber auf die .ensdauer des Riemens keinen Einfluß. Auch ergaben . die Biegungsverluste im untersuchten Bereich als un-.bhängig von der Riemengeschwindigkeit, wie sich ja auch .e Metallen die innere Dämpfung als unabhängig von der .chwindigkeit erweist.

Die Lebensdauer Z in Sekunden ist eine Ermü-.ngserscheinung der schwächsten Stelle, weshalb man nach größter Gleichmäßigkeit des Riemens streben muß. Ist k_i der durch innere Reibung entstehende Spannungsverlust in kg/cm², v die Riemengeschwindigkeit in m/s und l die Riemenlänge in cm, so ist die in der Lebensdauer Z von 1 cm³ des Riemens zu leistende innere Arbeit

$$A_i = \frac{k_i\,v}{l}\,Z \text{ mkg}.$$

Der Wert A_i bildet also ein Maß für die Güte des betreffenden Riemenstoffes, wobei k_i durch Zugspannungsschwankungen[35]) oder aus Biegungsverlusten[36]) oder aus beiden ermittelt werden kann. Man kann die Versuchszeit Z durch Erhöhung des Verhältnisses $\frac{v}{l}$ und besonders von k_i vermindern, läuft dabei allerdings Gefahr, den Bereich der üblichen Betriebspannungen und Temperaturen (infolge der Erwärmung) zu weit zu überschreiten. Immerhin dürften die Ergebnisse zum Vergleich der verschiedenen Riemen Gültigkeit haben. Versuche werden neuerdings mit verschiedenen Dauerprüfmaschinen gemacht und führen hoffentlich in absehbarer Zeit zu vergleichbaren Werten.

In der Aussprache wies Prof. *Schulze-Pillot*, Danzig, darauf hin, daß es durch sorgfältige Versuche im Laboratorium der Technischen Hochschule Danzig gelungen ist, die Reibungswerte für den Riemen auf der Scheibe auch bei Annahme eines geringen Schlupfes sehr genau zu bestimmen. Versuche über die innere Arbeitsfähigkeit der Riemen sind ebenfalls im Gange, jedoch mit ruhendem Riemen, um die beim Umlauf auftretende Luftkühlung zu vermeiden. Die Zulässigkeit eines gewissen Gleitschlupfes sei unbestreitbar und die Übertragungsfähigkeit des Riemens dabei zweifellos günstiger. Jedoch sei gute Durchfettung des Riemens notwendig. Die Lebensdauer des Riemens werde sehr häufig durch die Beschaffenheit der Stoßstelle bedingt, an der zuerst Abblätterungen auftreten. Es müsse stets darauf geachtet werden, daß die Stoßstellen rückwärts über die Scheibe laufen. Es sei verwunderlich, daß das amerikanische Verfahren, den Riemen auf der Haarseite laufen zu lassen, nicht auch in Deutschland angewandt werde. In diesem Fall ergibt die glatteste Scheibe den besten Durchzug. Prof. Dr.-Ing. *Alt*, Dresden, hält die Untersuchung der Riemen auf der Spannungsmaschine mit wechselnder Be- und Entlastung ebenfalls für geeignet, ein Bild über die Tragfähigkeit zu geben. Prof. *Kutzbach* bezweifelt dies, weil rd. ein Zehntel der Zerreißfestigkeit ausgenutzt wird. Prof. *Bach* erinnert daran, daß die Spannung des Riemens beim Lauf etwa der natürlichen Spannung der Haut am lebenden Tier entsprechen soll. Prof. *Kutzbach* mißt diesem Umstand wenig Bedeutung bei, da für die natürliche Krümmung des Felles lediglich die Balligkeit der Scheibe einen Ausgleich bietet. Prof. *Schulze-Pillot* macht darauf aufmerksam, daß genauer Rundlauf der Scheibe sehr wichtig ist und daß hohle Stellen auf dem Umfang den Arbeitswinkel unterbrechen und somit den Durchzugsgrad erheblich herabsetzen können. [M 2496]

[31]) Der Bericht wird im „Maschinenbau“ erscheinen, sobald noch .ere Ergebnisse vorliegen.

[32]) „Hütte“ 25. Aufl. Bd. 2 S. 221.

[33]) *Kutzbach*, Neuere Treibriemenversuche, Z. Ledertreibriemen und .n. Lederartikel, Jahrg. 1928, Heft 7 und 8.

[34]) Erscheint als Forschungsheft Nr. 318 des Vereines deutscher .nieure.

[35]) Nach Prof. *Skutsch*. [36]) Nach Prof. *Kutzbach*.

Speisewasser-Rauchgasvorwärmer auf Seeschiffen

Durch eine bessere Führung der Heizgase in den drei Foster-Wasserrohrkesseln, die auf dem amerikanischen Dampfer „City of Joliet“ aufgestellt waren und je 290 m² Heizfläche haben, sowie durch den Einbau von Rauchgasvorwärmern für das Speisewasser, hat man die bei diesen Kesselanlagen vielfach unzureichende Brennstoffausnutzung beträchtlich erhöht. Man nahm jedes zweite Rohr in den beiden unteren Rohrreihen fort und änderte die Abdeckplatten so, daß die Rauchgasführung im Rohrsystem der Kessel verbessert und der strahlenden Wärme des Feuers eine größere Einwirkung auf den Kessel ermöglicht wurde. Außerdem ersetzte man die vier älteren Ölbrenner durch drei neue Dahl-Brenner. Die in den Rauchfang jedes Kessels eingebauten Speisewasservorwärmer von je 420 m² Heizfläche bestehen aus zweizölligen, etwa 2,5 m langen Rohren, auf die gußeiserne Lamellenringe aufgeschrumpft sind; infolgedessen wird die Wirksamkeit ihrer Oberfläche etwa auf das Sechsfache erhöht. Bei den Versuchen zeigte sich eine bedeutende Verbesserung der Heizwirkung. Die aus dem Kessel austretenden Heizgase hatten eine Temperatur von etwa 150 °C, das Speisewasser wurde auf 133 ° vorgewärmt. Es gelang, die Dampfleistung so zu verbessern, daß die neun neuen Brenner, die die gleiche Größe der früheren zwölf Brenner hatten, vollkommen ausreichten, um den erforderlichen Dampf für volle Leistung der Maschine zu liefern. (Marine Journal, New York, Bd. 55 (1928) S. 12; Pacific Marine Review, New York, 1928 S. 246. [N 2618] C.

Die Herstellung von Schokolade

Von Ing. HANSGEORG LOTTES, Dresden

Die Herstellung der Schokoladenmasse und ihre Formgebung werden geschildert. Für die Herstellung der Masse wendet man in neuzeitlichen Fabriken Kollergänge, Walzenmühlen und Reiber (Verfeinerungsmaschinen) an. Die Formgebung erfordert Formenfüllmaschinen, Klopfbahnen zum Einstampfen der Masse in die Formen und Kühlschränke mit selbsttätigem Formenlauf. Zwei Verfahren der Herstellung von Hohlkörpern werden beschrieben. — Zukunftsaussichten.

Ebenso, wie bei der Erzeugung des Kakaopulvers[1]) zwei große Arbeitsabschnitte: die Herstellung und das Vermahlen des Preßkuchens, zu unterscheiden sind, teilt sich auch die Schokoladenerzeugung in zwei Abschnitte: Zubereitung und Formgebung.

Zubereitung der Schokoladenmasse

Das Wichtigste neben der geschmacklichen Zusammensetzung ist äußerst feines Vermahlen und Vermengen der gebrochenen Kakaobohnen mit dem Zucker und den Zusatzstoffen wie Milch, Sahne oder Mokka. Nüsse und andere feste Bestandteile können erst nach dem Vermahlen zugesetzt werden. Um die Maschinen zu schonen, soll man den Zucker stets in Staubform beifügen.

Zum ersten Mischen der Masse bedient man sich heute meist noch eines Mischers (Melangeur), der nach Art eines Kollergangs gebaut ist. Der mit Dampf beheizte Bodenstein wird in Umdrehung versetzt, während das Achsenkreuz, das die mit Aushebung versehenen Läufersteine trägt, feststeht. Kollergänge, bei denen der Bodenstein feststeht und die Läufersteine umlaufen, werden fast garnicht mehr benutzt.. Besonders geformte Bleche drängen die nach außen strebende Masse unter die Läufer, so daß sie nicht nur vermahlen, sondern auch gut gemischt wird. Läufer und Bodenstein bestehen aus Granit. Nach kurzem Bearbeiten hat das Mahlgut eine teigige Beschaffenheit angenommen. Zum Entleeren senkt man ein schräg stehendes Messer in die kreisende Masse. An Stelle dieses Mischers bedienen sich viele Firmen zur Vorarbeit der aus dem Bäckereiwesen bekannten Mischmaschinen, in die man aber die schon flüssige, von der Drillings- oder der Walzenmühle kommende Kakaomasse einfüllt.

Die Hauptarbeit beim feinsten Vermahlen der Masse leisten die Walzenmaschinen, Abb. 1. Sie bestehen aus mehreren senkrecht übereinander befindlichen Walzen gleichen Durchmessers, von denen die unterste den übrigen des bequemen Einfüllens halber etwas vorgelagert ist. Die Drehzahlen der Walzen sind verschieden; die unterste läuft am langsamsten und jede der folgenden etwas schneller als die vorhergehende. Das Mahlgut wird zwischen die beiden untersten, eng gestellten Walzen eingefüllt, bleibt nun immer an der schneller laufenden Walze haften und wandert zu der obersten Walze, von der es durch ein breites Messer abgestrichen wird. Dabei wird die Masse nicht nur zerdrückt und zerquetscht, sondern wegen der verschiedenen Walzendrehzahlen, auch aufs feinste zerrieben und vermahlen.

Früher bestanden die Walzen ausschließlich aus Granit oder Porphyr, sie sind jedoch von solchen aus Schalenhartguß fast ganz verdrängt worden. Vereinzelt findet man auch Porzellanwalzen, die zwar sehr griffig, aber auch sehr empfindlich gegen äußere Einwirkungen sind. Die Stahlwalzen werden über ihre ganze Länge lichtdicht geschliffen und auch innen ausgedreht, damit man sie gleichmäßig kühlen kann. Das Kühlwasser wird durch die hohlen Achsen zu- und abgeleitet. Da die Wal... sich an den Enden infolge der schlechteren Kühlu... mehr ausdehnen, werden sie ungefähr auf die Dicke ... Stirnwände schwach kegelig gedreht, um so ein Ho... laufen in der Mitte zu verhüten. Man lagert sie ... Bronzebüchsen mit Ring- oder Druckölschmierung. ... neuesten Bauarten werden mit Wälzlagern ausgefüh... Die Übertragungsräder erhalten Schrägverzahnung, ... schnelllaufende Vorgelege häufig Pfeilräder. Zu ... Walzwerken gehören auch die bei der Herstellu...

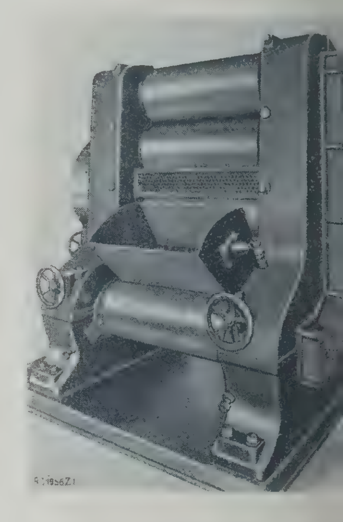


Abb. 1
Fünfwalzenwerk mit verdec... eingebauten Zahnrädern u... Wälzlagern; Simon A.-G., Nossen a. d. Elbe.

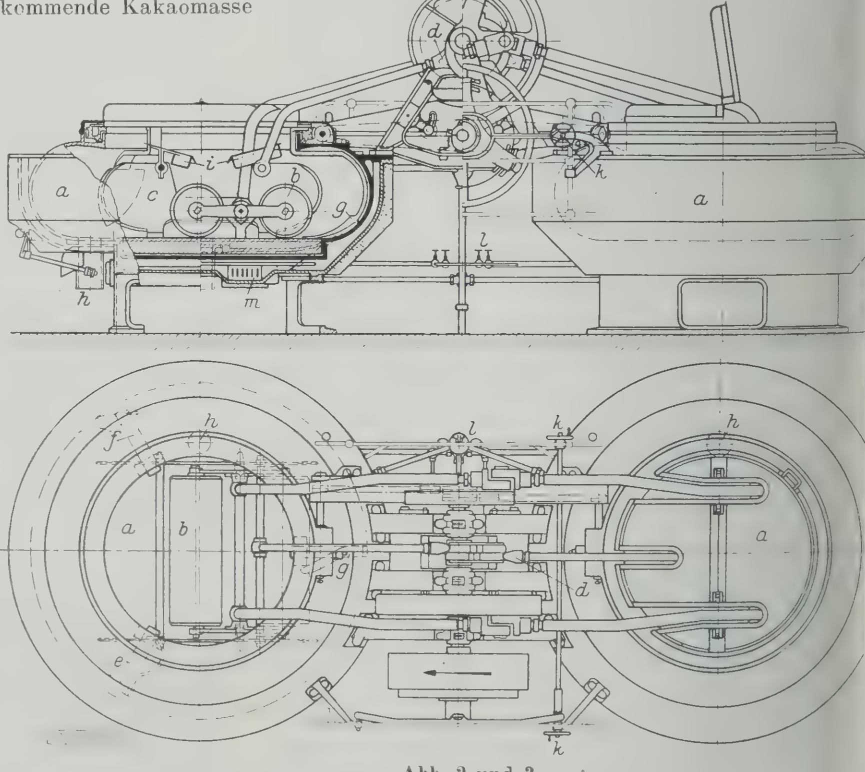


Abb. 2 und 3
Längsreiber mit runden Trögen.

a Tröge
b Walzen
c Seitenscheiben
d Exzenter
e, f, g Abstreichmesser
h Auslauf
i Spritzbleche
k Handrad zum Einrücken
l zur Heizung
m elektrischer Heizkörper

[1]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 2 S. 60

Kakaopulvern erwähnten Walzenmühlen[1a]). Den ıtlichen Mahlwalzen vorgelagert ist hier eine Auf- walze, die den Kakao der Maschine in gleichmäßigen .en zuführt und ein Riffelwalzenpaar, dem das Vor- .einern des gebrochenen Kakaos obliegt.

ie billigsten Blockschokoladen sind nach ein- bis maligem Durchlaufen des Walzwerkes fertig bear- t und können zu Tafeln und Blöcken geformt wer- Bessere Speiseschokoladen schickt man jedoch sechs- chtmal durch die immer enger gestellten Walzen, um n Erzeugnis von feinstem Korn zu erhalten. Im letz- Walzgang wird die Schokolade häufig in kalten ken aufgegeben und von den Walzen abgeschliffen. emäß bezeichnet man diesen Vorgang als Schleifen.

Verfeinern der Schokoladenmasse

Um den beliebten schmelzenden Geschmack der besse- Schokoladen zu erzielen, wird die Masse einem Ver- ungsverfahren unterzogen. Die älteste Maschine für en Zweck ist der Längsreiber. In meist vier wannen- igen Behältern wird durch Kurbel und Schubstange ine zylindrische Walze hin- und herbewegt. Sie treibt flüssige Schokolade vor sich her und bringt sie an gewölbten Stirnseiten der Tröge zum klatschenden rschlagen. Die Behälter werden durch Dampf, Gas elektrischen Strom beheizt. Die Masse wird in diesen chinen 48 bis 96 Stunden bei 60 bis 100 ° ununter- hen bewegt. Es vollzieht sich dabei in ihr eine wandlung, deren Art man noch nicht kennt. Doch int dabei, durch das Überschlagen der Masse beson- unterstützt, die Oxydation mit dem Sauerstoff der eine Rolle spielen. Erwiesen ist jedenfalls, daß aufgewandte Arbeit durch den erreichten Wohlgeschmack so behandelten Schokolade reichlich belohnt wird. Einen eren Längsreiber, der den Vorteil eines großen sungsvermögens mit sauber abstreichbaren Wandun- e vereint, wodurch man hohe Temperaturen erreichen an, stellen Abb. 2 und 3 dar. In den Behältern *a* wird Wagen mit dem Rahmen *b* hin- und herbewegt. Um das iche Ausweichen der Masse vor den Walzen zu ver- ern und sie an den gewölbten Wänden des Troges zum rschlagen zu bringen, laufen zu beiden Seiten der zen die Seitenscheiben *c* mit, die vom Exzenter *d* mit Voreilung vor den Walzen bewegt werden. Beim klauf geben Walzen und Seitenscheiben den Weg für kreisenden Abstreichmesser *e*, *f* und *g* frei, die das rennen der Masse verhindern, die Masse auch noch rcharbeiten und beim Entleeren der Schüssel die se zum Auslauf *h* befördern.

Der Versuch lag nahe, die langwierige, viel Kraft Wärme verbrauchende Arbeit in dem Längsreiber ch ein anderes, schneller wirkendes Verfahren zu er- en, wenngleich viele Fabrikanten der Ansicht sind, die Schokolade eben ihre Zeit zum Reifen braucht. lich wie auch das nach altem Brauch lohgegerbte er besser ist, als das nach modernen Schnellverfahren hergestellte. So entstanden die Rundreiber (Konchen)[2]), die nach verschiedenen mechanischen Verfahren, teils offen, teils mit Luft, die durch die Masse geblasen wird, teils mit Unterdruck arbeiten. Als Vertreter dieser großen Gruppe sei die „Vakuumkonche" erwähnt, Abb. 4 und 5, die für beide Arbeitsverfahren eingerichtet ist. Den in der doppelwandigen Trommel *a* sichtbaren, eigenartig geformten Flügelkörpern *b* kann man mittels der Riemenscheiben *c* und *d* zwei verschiedene Geschwindigkeiten geben, um bei anfänglich harter Masse die Maschine leichter anlaufen lassen zu können. Von oben ragen in die Trommel die Rohre *e* hinein. Soll nun Luft oder ein anderes Gas durch die Masse geleitet werden, so wird das an der Deckelmitte angeschlossene Rohr *f* mit einer Saugluftpumpe verbunden. Durch den in der Trommel entstehenden Unterdruck wird Luft oder ein anderes Gas durch die Rohre *e* in die Masse gesaugt, die dann, in der Trommel nach oben steigend, die Schokoladenmasse durchbrodelt. Sperrt man die Rohre *e* ab, so arbeitet die Maschine mit Unterdruck. Die fertige Masse wird, falls sie flüssig genug ist, durch den Auslauf *h* entfernt; ist sie zu dickflüssig, so muß man den Trog kippen.

Die eigentliche Schokolade ist nun fertig. Sie kann für den Versand an die Großverbraucher in Blöcke gegossen und im Kühlraum gelagert werden. Die Schokolade, die für Tafeln und kleinere Figuren bestimmt ist, wird bis zu ihrer weiteren Verarbeitung im Wärmraum aufbewahrt.

Das Einformen

Das Einformen zerfällt in drei Arbeitsgänge: Temperieren, Einformen und Kühlen. Das Einhalten der richtigen Temperatur sowohl vor als auch nach dem Einformen ist von großer Wichtigkeit für das Aussehen der fertigen Ware. Die Temperiermaschinen lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Die einen haben die Gestalt von flachen oder tiefen doppelwandigen Behältern, zwischen deren Wänden Wasser von rd. 35 ° umläuft. Im Innern des Behälters kreist ein Rührwerk. Diese Maschinen werden zweckmäßig über den Teilmaschinen aufgestellt, in deren Einfülltrichter man die Masse ablaufen läßt.

Die Maschinen der andern Gruppe arbeiten ununterbrochen. Die Masse wird entweder mit Hilfe eines Flügelwerkes durch ein weites, von außen erwärmtes Rohr getrieben oder sie wird über eine Anzahl erwärmter Walzen geleitet. Eine solche Maschine zeigt Abb. 6. Die Masse wird unten in die Maschine eingefüllt und wandert dann zwischen zwei Reihen dünner Walzen zum oberen Ende, wo sie abgestrichen wird und über ein Ablaufblech (Schlotte) in den Einfülltrichter der Teilmaschine abläuft. Das den Walzen durch ihre hohle Welle zugeführte Wasser wird in einer neben der Maschine stehenden Anlage vorgewärmt.

Der größte Teil aller erzeugten Schokolade wird in Tafelform zum Verkauf gebracht. Das Einformen erfolgt in Formen aus Weißblech, die meist zu mehreren in einen Rahmen aus Bandeisen eingelötet sind. Die dem Abteilen

[1a]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 2 S. 62.

[2]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 1025.

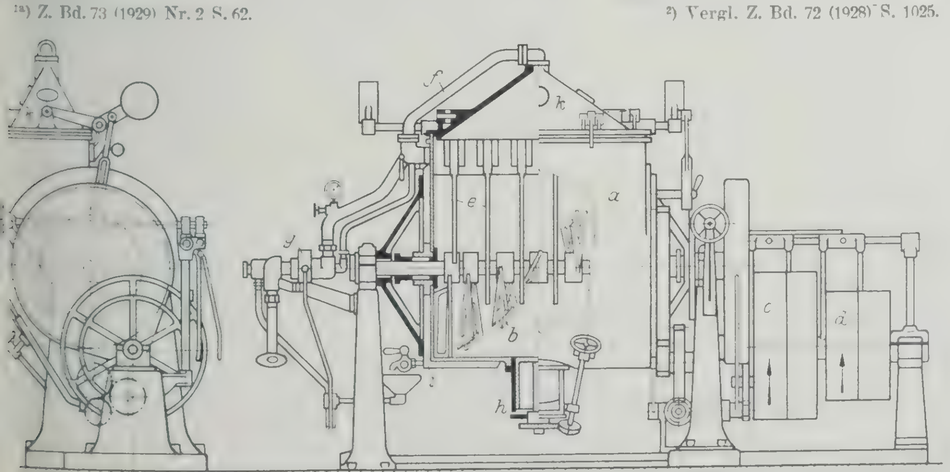


Abb. 4 und 5
Mit Luftdurchwirbelung oder Unterdruck arbeitender Rundreiber. Vakuumkonche der Maschinenfabrik J. M. Lehmann, Dresden.

a Trommel
b Flügelkörper
c Riemenscheibe für Langsamlauf
d Riemenscheibe für Schnelllauf
e Luftzuführungsrohre
f Saugrohr
g Mischgehäuse für die Dampfleitung
h Auslauf
i Heizmantel
k Haube

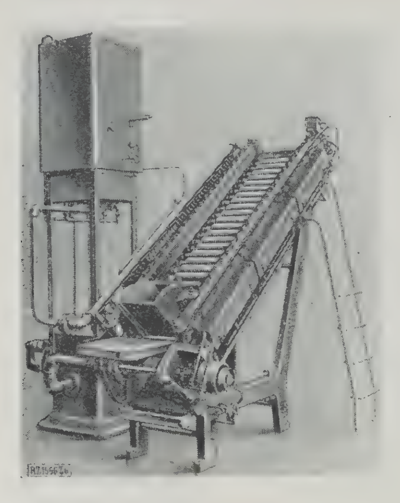


Abb. 6 (links) Temperieranlage mit schräger Walzenbahn und Wasserwärmanlage.

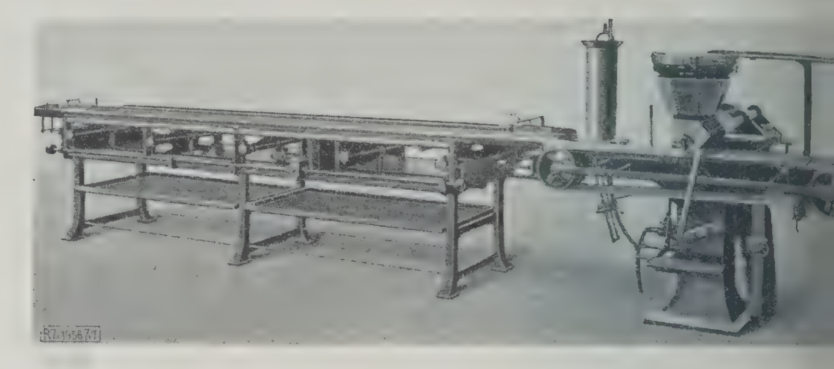


Abb. 7 Eintafelmaschine mit Klopfbahn von *R. Gäbel*, Dresden.

der Masse dienenden Maschinen unterscheiden sich nicht nur durch den Verwendungszweck, sondern auch durch die Art der verarbeiteten Masse. Sie lassen sich in zwei Gruppen fassen: Teilmaschinen, die die Schokolade lediglich in gleiche Gewichtsmengen abteilen, und Formenfüllmaschinen, die die Schokolade gleichzeitig in die Formen einfüllen. Die ersteren sind für kleineren Bedarf und Sonderzwecke bestimmt. Ihre Konstruktionselemente sind meist in den Formenfüllmaschinen enthalten.

Die Formenfüllmaschinen leisten täglich etwa 50 000 Tafeln oder 200 000 Täfelchen (Napolitains). Eine sehr bewährte Eintafelmaschine mit der zugehörigen Klopfbahn zeigt Abb. 7. Einfülltrichter und Teilkopf, die Hauptteile dieser Maschine, sind in Abb. 8 und 9 dargestellt. Im Einfülltrichter *a* befindet sich eine senkrechte Förderschnecke *b*, die die Schokoladenmasse in die am unteren Ende angebaute, mit einem Drehschieber *e* versehene Kolbenkammer hineindrückt. Unter dem Mundstück *f* bewegt sich ein Laufband *h*, auf dem sich die Formen befinden, ruckweise jeweils um die Länge einer Form vorwärts. Die Kolben *d*, deren Hub für verschiedene Gewichtsmengen genau einstellbar ist, drücken die Masse durch einen schmalen Schlitz des Mundstückes *f* und legen sie in breitem, bandförmigem Streifen in die darunter fortwandernde Form ein.

Die Abb. 10 bis 12 zeigen eine besonders für flüssige Massen geeignete Maschine, die nicht nur Tafeln und Täfelchen, sondern auch andere beliebig gestaltete Formen füllt. Sie unterscheidet sich von der eben geschilderten hauptsächlich durch die Art der Gewichtseinstellung. Der Kolbenhub ist hier unveränderlich; gesteuert wird durch den Stangenschieber *a*, der sämtliche Zylinder *b* beim Ansaugen durch seine Schlitze *c* mit dem Einfüllbehälter *e* und beim Drücken durch die Schlitze *d* mit den Auslaufdüsen *f* verbindet. Bestimmte Gewichte werden am Schieber eingestellt, der nach Austritt der vorgesehenen Menge die Zylinder gegen die Düsen abschließt, so daß die überschüssige Schokolade in den Einfüllbehälter zurückgedrückt wird. Die Formen werden unter den Düsen [...] einem Laufband mit zwei beliebig einstellbaren V[...] schüben fortbewegt. Der erste Vorschub ist während [...] Drückens im Gange, so daß die Schokolade in ein[...] Streifen die Form ausfüllt; während des Saugens w[...] die nächste Form herangeschoben. Sobald die vorher e[...] gestellte Menge an Schokolade in die Form gedrückt [...] wird diese mit kurzem Ruck nach unten bewegt, damit [...] Schokoladenfaden abreißt. Mundstücke und Kolbenk[...] mern kann man auswechseln, so daß man die Teilmas[...] nen beliebigen Formenbreiten anpassen kann.

Eine besondere Stellung nimmt die Formenf[...] maschine Abb. 13 ein, mit der Schokoladenplätzchen [...] kleinere Figuren hergestellt werden. Der in der Mitte si[...] bare quadratische Kasten hat am Boden eine auswechs[...] bare Lochplatte und als Deckel einen eingepaßten Kolb[...] Durch Treten auf den Fußhebel wird immer eine [...] stimmte Menge Schokolade aus dem Kasten durch [...] Lochplatte in die darunter gelegten Formen gedrück[...]

Die gefüllten Formen wandern auf eine Klopfba[...] auf der die Schokolade gut in alle Fugen der Form [...] gestampft wird. Die Schlagzahl beträgt 600 bis 800 in [...] Minute, die Schlaghöhe 2 bis 4 mm. Der Schlag w[...] durch Schlagräder oder Exzenter in Verbindung [...] Knie- oder Winkelhebeln erzeugt. Klopfbahnen, auf de[...] die Formen durch Laufbänder weiterbefördert wer[...] sind veraltet. Statt dessen läßt man den Stoß et[...] schräg aufwärts erfolgen. Dadurch hüpfen die For[...] über die ganze Länge der Bahn und machen so Platz [...] die nachfolgenden neugefüllten Formen. Am Ende [...] Bahn wandern die Formen selbsttätig in den Kühlappa[...] Um die Formen zu schonen und das Geräusch etwas [...] dämpfen, bestehen die Bahnen aus Hartholz oder s[...] außerdem mit Hartgummi bezogen. Die in Abb. 7 da[...] stellte Klopfbahn hat, um an Baulänge zu sparen, [...] Bahnen in S-Form. An den Enden werden die For[...] durch Drehscheiben umgeleitet. Diese Bauart gibt glei[...] zeitig guten Gewichtsausgleich, da die mittlere Bahn [...] schwer ist, wie die beiden äußeren zusammengenomme[...]

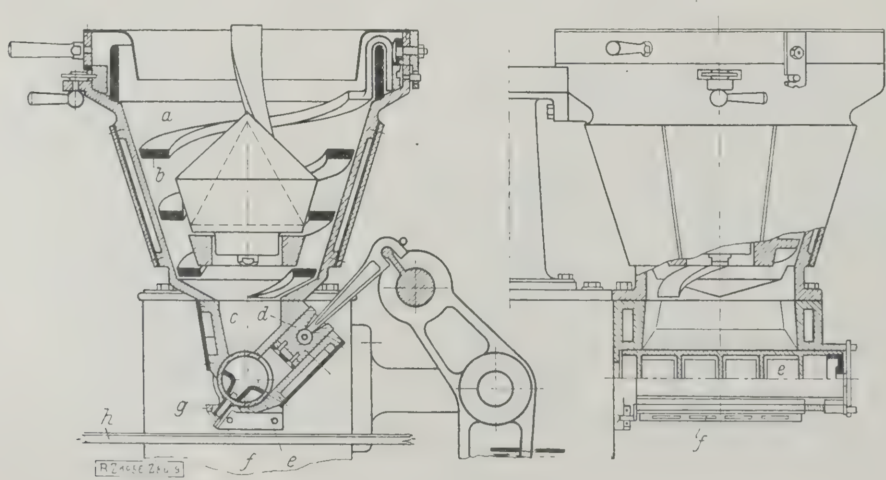


Abb. 8 und 9
Einfülltrichter und Teilkopf [...]
Eintafelmaschine, Bauart *Gäb*[...]

a Einfülltrichter
b Zuführschnecke
c Vorkammer der Kolbenkammer
d Kolben
e Drehschieber
f Mundstück
g Strangabschneider
h Laufband

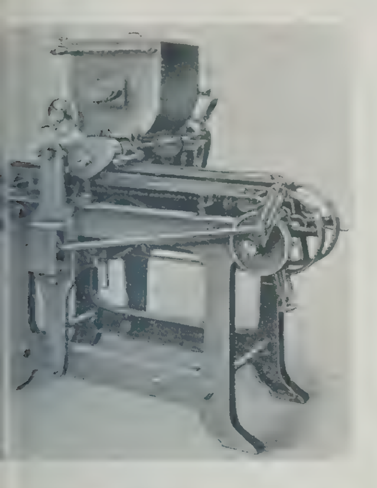


Abb. 10
rmenfüllmaschine für flüssige Massen von J. M. Lehmann.

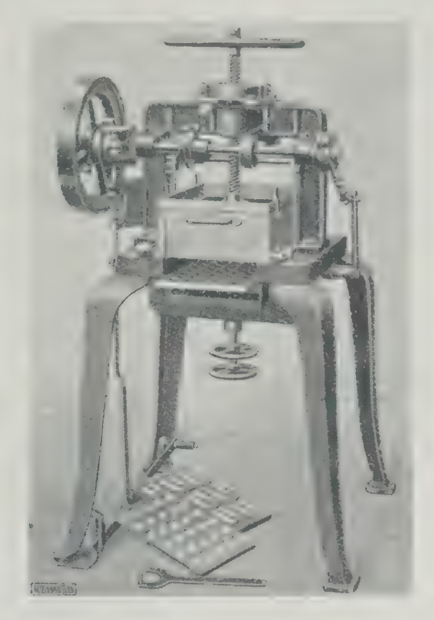


Abb. 13
Maschine zum Einformen von Schokoladenplätzchen. Anton Reiche A.-G., Dresden.

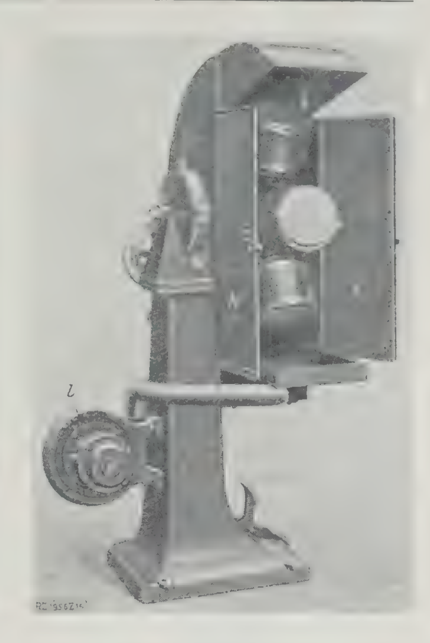


Abb. 14
Hohlformmaschine von Reiche.
i einflügelige Tür
k zweiflügelige Tür *l* Lüfter

afelschokolade kühlt man in grö- n Betrieben ausschließlich in nken mit selbsttätigem Formen- r In diesen werden die von der bahn kommenden Formen durch Lattenförderband oder ein sol- aus Drahtgeflecht aufgenommen und langsam bis an ndere Ende des Schrankes befördert, wo sie ihn ge- durch einen Spalt verlassen. Die durch eine unter n Laufband befindliche Kühlrohrschlange erzeugte uft wird durch einen Ventilator nach dem Gegen- verfahren in stetem Umlauf gehalten. Die Kühldauer ankt zwischen 15 und 25 Minuten. Schneller zu küh- st nicht angängig, da sonst die Haltbarkeit der Scho- e leiden und sich häßliche rote Flecke auf ihr bilden ten. Wegen dieser erzwungenen Kühldauer und der zum Wiederanwärmen der Formen braucht man, inen ununterbrochenen Arbeitsgang zu gewährleisten, bis 3000 Formen. Die großen Schokoladenblöcke wer- n Kühlräumen gekühlt und aufbewahrt.

ohlkörper aus Schokolade werden auf verschiedene e in zweiteiligen Formen aus Weißblech erzeugt. iens füllt man die Formen durch besondere Vorrich- n bis zum Rand mit dünnflüssiger Masse und läßt sie af wieder leerlaufen. Die darin haften gebliebene ite bildet nach dem Erstarren den Hohlkörper.

ach einem andern Verfahren arbeitet die Hohlform- hine, Abb. 14. In einem mit der Achse *a*, Abb. 15, baren Gehäuse *b* sind sechs Spindeln *c* gelagert. Auf n Spindeln sitzen, axial verschiebbar, die Kegelräder *d*, ich bei Drehung des Gehäuses auf den feststehenden zahnkranz *e* abwälzen. Mit den inneren Enden der ln sind die Steigräder *f* verschraubt, die durch Fe- uck an ihre im Gehäusekern befestigten Gegenräder *g* ückt werden und bei der Drehung der Spindeln immer e Zahn überschnappen. Die auf den äußeren Enden pindeln befestigten Behälter *h* führen eine Planeten- ung aus und werden durch die Steigräder ruckartig

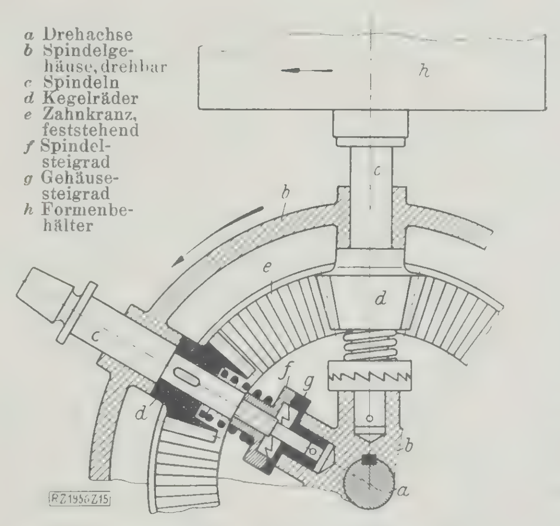


Abb. 15
Spindelgehäuse der Hohlformmaschine.

Abb. 11 und 12
Schnitt durch die Kolbenkammer der Formenfüllmaschine, Bauart Lehmann.

a Stangenschieber
b Zylinder
c Saugschlitze im Schieber
d Druckschlitze im Schieber
e Einfüllbehälter
f Auslaufdüsen
g Formen
h Rührwerk

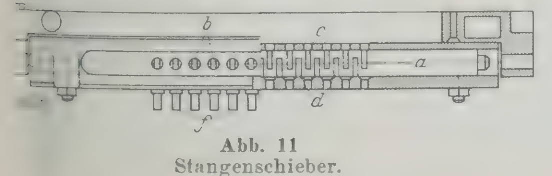


Abb. 11
Stangenschieber.

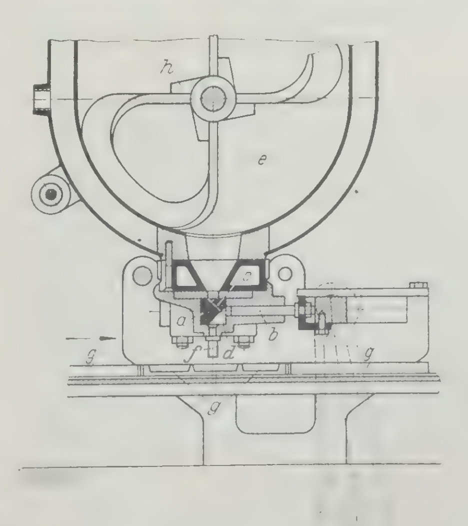


Abb. 12
Teilvorrichtung.

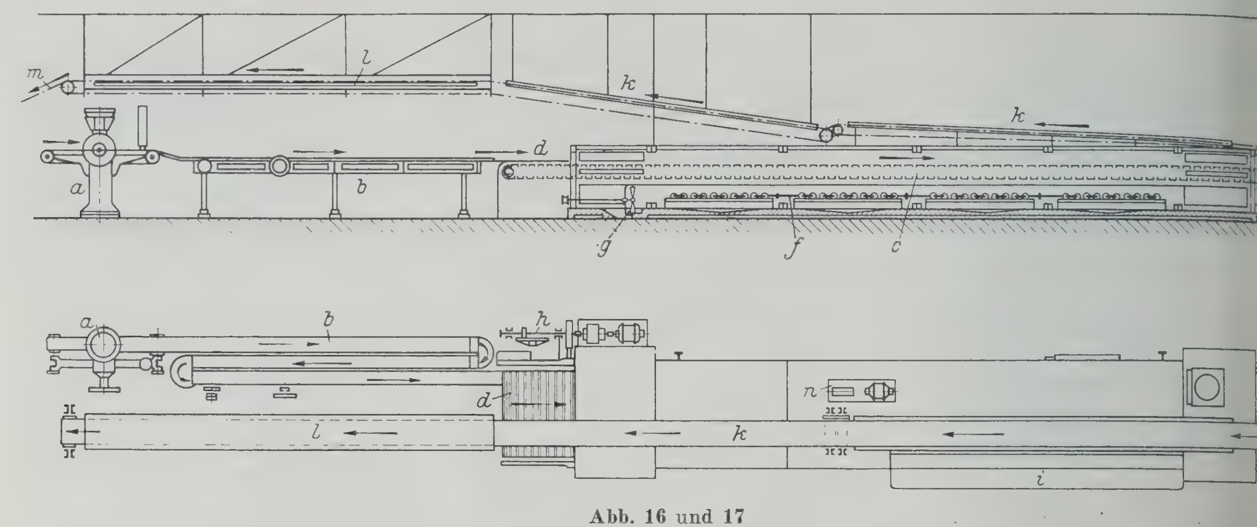


Abb. 16 und 17
Halbselbsttätige Eintafelanlage der Maschinenfabrik C. G. Haubold A.-G., Chemnitz.

a Formenfüllmaschine
b Klopfbahn
c Kühlschrank mit selbsttätigem Formenlauf
d Aufgabe der gefüllten Formen
e Abnahme der gekühlten Formen
f Kühlrohre
g Lüfter
h verstellbarer Antrieb des Kühlbandes
i Ausschlagbrett
k Laufbänder zum Rückfördern der geleerten Formen
l Vorrichtung zum Anwärmen der geleerten Formen
m Rutsche für die angewärmten Formen
n Antrieb des Rückförderungsbandes

erschüttert. Sie sind mit den zweiteiligen Hohlformen gefüllt, die vorher durch eine Abfüllmaschine mit einer kleinen Menge Schokolade, die gerade ausreicht, um die Innenwand der Hohlform mit einer dünnen Schicht zu überziehen, beschickt worden sind. Die eigenartige Bewegung der Behälter läßt die Schokolade durch ihr Gewicht an jeden Punkt der Hohlform laufen, so daß sie nach dem Ausformen einen nahtlosen Hohlkörper bildet. Vor dem Ingangsetzen werden die Türen *i* und *k*, Abb. 14, geschlossen. Während des Arbeitens bläst der Lüfter *l* zuerst warme und dann kalte Luft durch die Maschine.

Während im Formraum eine Lufttemperatur von 25 bis 30 ° am Platz ist, muß sie im Packraum erheblich tiefer gehalten werden, damit die aus dem Kühlschrank heraustretende Schokolade nicht beschlägt. Die Formen werden mit der Hand abgenommen und dann auf ein Laufrad gelegt, wo sie durch Umwenden mit der Hand und, wenn notwendig, durch leichtes Aufschlagen auf eine Holzplatte entleert werden. Es sind Bestrebungen im Gange, auch dieses Ausformen selbsttätig zu gestalten. Die leeren Formen wandern über ein beheiztes Transportband zurück zur Abtafelmaschine, wo sie richtig angewärmt ihren Kreislauf aufs neue beginnen.

Eine halbselbständige Eintafelanlage, Bauart Haubold, zeigen Abb. 16 und 17. Sie besteht aus Formenfüllmaschine, Klopftisch, Kühlschrank und einer Vorrichtung zum Anwärmen der entleerten Formen. Zur Bedienung genügen ein Mädchen an der Formenfüllmaschine und einige zum Ausschlagen und Reinigen der Formen.

Übersicht

Wie wir sehen, haben die maschinellen Einrichtungen der Schokoladefabriken schon vielfach eine sehr hohe Vollkommenheit erreicht; doch darf man sich nicht der Erkenntnis verschließen, daß es noch viel zu verbessern gibt. Die Kakao- und Schokoladenindustrie hängt vielfach noch sehr am Althergebrachten. Dazu herrscht leider in vielen Fabriken eine recht große Geheimniskrämerei, die eine wissenschaftliche Nachprüfung der alten Gebräuche hindert und so den Fortschritt hemmt. Vielfach wird auch das Studium der Nahrungsmittelgewerbe sehr zu Unrecht von vielen Technikern als eines rechten Ingenieurs nicht würdig angesehen, und doch birgt auch der Bau von Nahrungsmittelmaschinen für einen strebsamen gedankenreichen Ingenieur nicht weniger Möglichkeiten des Fortkommens, als es auf andern Gebieten der Fall ist.

Zur Zeit schenkt man die Hauptaufmerksamkeit der vollständig selbsttätigen, ununterbrochenen Erzeugung. Die Verarbeitung der Bohnen zu Kakaopulver und Schokolade bietet hierfür ein sehr dankbares Feld. Die Verbindung der Maschinen durch Laufbänder, Förderschnecken Becherwerke ist an vielen Stellen auch bereits erre Doch wird der Arbeitsfluß in der Gesamtheit immer durch Maschinen von nicht fließender Arbeitsweise u brochen. Diese Lücken verursachen besonders die maschinen, die Pressen und die Reiber. Doch läßt ganz gut eine unterbrochen arbeitende Röstmaschine ken, besonders wenn, wie das heute ja vielfach gesch nicht so sehr geröstet als stark getrocknet wird. Bei Pressen erscheint eine Lösung dieser Aufgabe schon schwieriger, wenn nicht gar unmöglich. Rundreiber fortlaufenden Arbeitsgang wurden bereits angeboten, begegnet man ihnen bei der jetzigen Hochflut an n Verfeinerungsmaschinen mit einigem Mißtrauen.

Der elektrische Einzelantrieb hat sich bis jetzt teilweise durchgesetzt. Der allgemeinen Einführung elektrischen Beheizung stehen zur Zeit noch, trotz i großen Vorteile, die hohen Stromkosten entgegen. E Ausweg bildet eine Ausführung, bei der der Dampf Grundheizung übernimmt, während die elektrische Zu heizung die Temperatur durch einen sehr empfindli Regler stets auf gleicher Höhe hält. [B 195

Herstellung von Stahl nach einem neuen Verfahren

Das Verfahren beruht darauf, daß man in der B im Siemens-Martin- oder im elektrischen Ofen umgesch zenes Bessemereisen bei einer Temperatur von etwa 153 langsam in ein Bad flüssiger Silikatschlacke mit einer peratur von etwa 1260 °C laufen läßt. Durch die plötz Abkühlung werden kleine Explosionen hervorgerufen, das umgeschmolzene Eisen in kleine erbsengroße Kügel zersprengen, von denen jedes mit einer Schlackensc überzogen ist. Man erhält auf diese Weise die Puddell in großem Ausmaße.

Bei der A. M. Byers Co., Warren, Ohio, die das fahren eingeführt hat, wird das Eisen in einem Ku ofen in Mengen von 18 bis 20 t/h erschmolzen; es ha Zusammensetzung des Bessemereisens. Die Schlacke in einem kippbaren 15 t-Regenerativofen geschmolzen. läßt die Schlacke in eine gußeiserne Pfanne laufen, diese bis zu einer Höhe von 750 bis 900 mm bringt sie zum Eingußplatz des Roheisens, das bis Gewicht von 1000 kg langsam in die Schlacke eingel wird. Ist das Eisen eingegossen, gießt man durch Ki der Pfanne die überflüssige Schlacke ab und behält Puddelstahlluppe zurück, die zur Presse gebracht und dieser sowie auf dem Walzwerk weiter verarbeitet In 20 min werden 900 kg Puddelstahl hergestellt, wäh man beim gewöhnlichen Puddelverfahren zur Herstel von 225 kg 1 h 45 min gebraucht. („Blast Furance Steel Plant" Bd. 17 (1929) Nr. 2 S. 263*) [N 2719] S

..tionalisierung und Standardisierung in der Bauindustrie ..r Vereinigten Staaten von Amerika

Von Reg.-Baum. Dr.-Ing. H. GRIESEL, Berlin

Die wirtschaftlichen Kräfte in den Vereinigten Staaten, die zur Erschließung des Landes und zur Citybildung in den Großstädten drängten, stellten der Bauindustrie ungeahnt große Bauaufgaben; ferner zwangen die gewaltigen Summen des im Bauwesen festzulegenden Kapitals, das baldmöglichst wieder Gewinn bringen sollte, die Bauzeiten möglichst abzukürzen. Diese Aufgaben konnte die Bauindustrie nur durch weiteste Rationalisierung und Standardisierung der Baumaschinen und -geräte, der Baustoffe, Bauentwürfe und -ausführungen lösen.

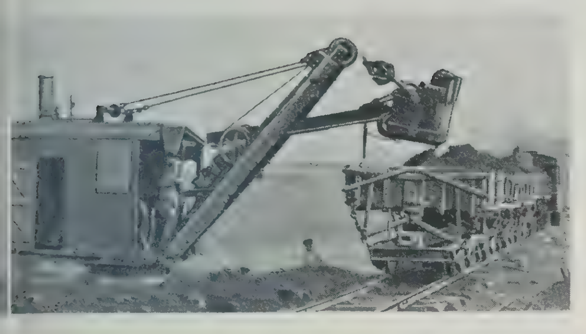


Abb. 1
Kleiner Löffelbagger auf Raupenbändern.

..s in der Nacht des 24. April 1913 zum ersten Male die ..Lichterfülle des Woolworth-Gebäudes in New York .. sichtbar aufleuchtete, war diese soeben fertiggestellte ..hedrale of Commerce“ nicht nur ein Sinnbild für den ..stieg der großen amerikanischen Weltmachtstellung, ..dern auch gleichzeitig der Anfang eines neuen Zeit..hnittes im Bauwesen. Glänzende technische Leistun.. beim Bau von großzügig angelegten Eisenbahnen, ..cken, Eisen- und Hüttenwerken hatten sie bereits vor..itet, und das ehemalige Kolonialland war jetzt wirt..ftlich so weit vorwärts geschritten, daß es nunmehr .. weltumspannenden Ausbreitung seiner Kräfte, die dann ..er innerhalb eines Jahrzehntes die ganze Welt in ..n Bann zogen, schreiten konnte.

Hatte man sich bisher insbesondere für Wohn- und ..chäftszwecke wegen der begrenzt verfügbaren Kapita.. mit verhältnismäßig kleinen und einfachen baulichen ..ngen abgefunden, so führte der sich jetzt schnell an..melnde Reichtum zur immer rascheren Erschließung .. natürlichen großen Hilfsquellen des Landes. Gleich..g wurde ein gewaltiger Ausdehnungsdrang, der wieder .. stärksten Zusammenfassung der Kräfte trieb, ausgelöst, .. mit den verfügbaren Mitteln die erforderlichen großen ..stungen zu ermöglichen. Aus diesem Grund wurde .. das Bedürfnis, die Organisationen des Handels, der ..ustrie, der Banken, des Versicherungs- und Verkehrs..ens auf engstem Raume in den Hauptwirtschaftsmittel..kten zusammenzuziehen, immer stärker, um ihren ge..ten Geschäftsverkehr und -betrieb möglichst zu ver..achen und seine Abwicklung mit dem geringsten Zeit..wand zu erreichen. Diese Bestrebungen waren die Ver..ssung zu der heutigen Citybildung mit den Hoch..ern in den amerikanischen Großstädten. Da mit dieser ..wicklung die für bauliche Zwecke notwendigen Kapi..n ebenso rasch anstiegen — sie erreichten in den letz.. Jahren jährlich etwa 7,8 Milliarden Dollar — war es ..stverständlich, daß, je schneller diese festzulegenden ..italien wieder flüssig gemacht werden konnten, desto ..ßer und rascher auch die wirtschaftlichen Kräfte des ..des wachsen; das hieß: die Bauzeiten mußten soweit .. irgend möglich verkürzt werden. So wurden durch .. diese Triebkräfte dem Bauwesen neue ungeahnte ..gaben gestellt, die nur durch hohe technische Lei..ngsfähigkeit der Bauindustrie zu erfüllen waren und ..ngläufig zur Rationalisierung und Standardisierung[1]) führten, damit man die heutigen Leistungen im Bauwesen, die ihren sichtbarsten Ausdruck in dem amerikanischen Hochhaus gefunden haben, erreichen konnte.

Diese Entwicklung, die im engsten Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis erzielt wurde, vollzog sich nicht nur bei den Baumaschinen und -geräten sowie den Baustoffen, sondern auch in den Bauentwürfen und -ausführungen.

Die Baumaschinen und -geräte

Bei dem großen Bedarf und den hohen Beförderungskosten infolge der großen Ausdehnung des Landes und seiner Unerschlossenheit war es nötig, Einheitsbauten von Baumaschinen und -geräten zu schaffen. Hierdurch wurde nicht nur die Reihenfertigung möglich und die Beschaffung von Ersatzteilen in Lagern auf dem ganzen Erdteil sichergestellt, sondern man konnte auch mit einer einzigen Baumaschine mehrere Bauarbeiten auf einer Baustelle ausführen.

Für das Abgraben und Absetzen von lösbarem oder aufgebrochenem Boden oder Felsen hat die Baumaschinenindustrie eine einheitliche Bauart in dem L ö f f e l b a g g e r [1a]) in Größen von 0,38 bis 3,05 m³ Löffelfassung, mit 24 bis 42 s Spieldauer bei leicht aufnehmbarem Boden entwickelt, Abb. 1. Die kleinen und mittleren Löffelbagger dienen für die Erdarbeiten beim Straßen- und Eisenbahnbau, sowie für die Ausschachtungen über Grundwasser bei den Hoch- und Brückenbauten, die großen Löffelbagger vorzugsweise für die See-, Hafen- und Flußbaggerungen.

Einen weiteren Schritt zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit stellt die konstruktive Durchbildung der kleineren Bagger dar; sie bestehen aus dem Unter- oder Fahrgestell, auf dem die durch einen Drehzapfen um 360° wagerecht drehbare Plattform mit der Kraft- und Antriebmaschine gelagert ist. Gegen diese Plattform ist das Arbeitsorgan, der Ausleger mit dem Löffel, für sich leicht auswechselbar, gelenkartig abgestützt. Infolgedessen bilden das Untergestell mit der Kraft- und Antriebmaschine

[1]) d. h. die Ausbildung von Einheitsbauarten bei den Baumaschinen und konstruktiven Bauteilen, durch die höchste Werkstoffausnutzung und wirtschaftlichste Arbeitsweise erreicht wird.
[1a]) Vergl. hierzu a. *Franke*, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 4 S. 140.



Abb. 2
Löffelbagger mit elektrischem Antrieb für Tunnelbauten.

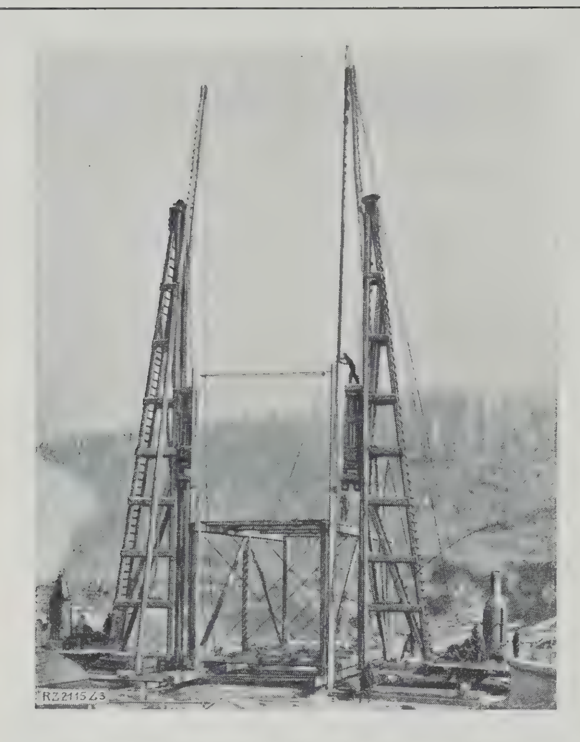


Abb. 3
Hölzerne Dampframme mit aufgesetzter Verlängerung für das Aufrichten langer Spundwandeisen.

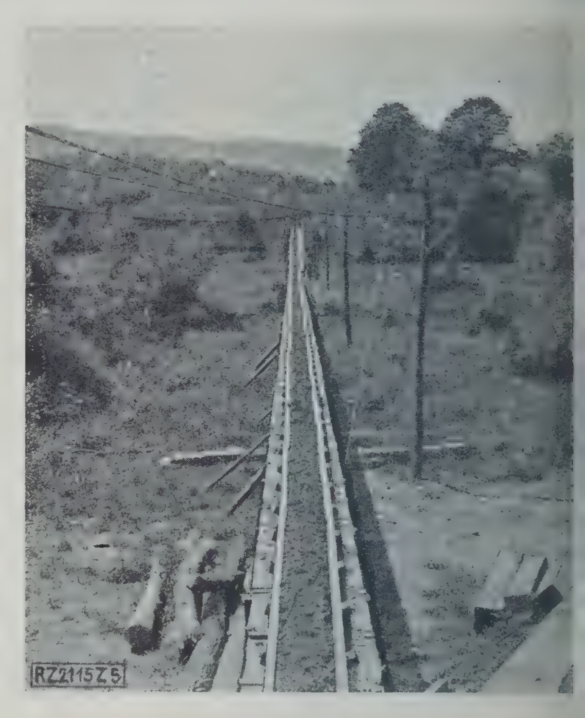


Abb. 5
Förderband in unwegsamen Gebieten mit Gerüst aus unbearbeiteten, meist auf der Baustelle zu gewinnenden Hölzern.

auf der drehbaren Plattform eine maschinelle Einheit, an der der Ausleger mit dem Löffel gegen ein andres Arbeitsorgan rasch ausgewechselt werden kann, mit dem man eine andre Arbeitsausführung gemäß dem Baufortschritt vornehmen will. Eine solche Maschine kann durch Anbau des entsprechenden Arbeitsorgans als Abplanierer (skimmer), Grabenbagger (ditcher), Erdschaufel (dragline)[2]), Greiferbagger, Drehkran und zum Schlagen und Ziehen von Pfählen und Spundwänden benutzt werden.

Infolge dieser vielseitigen Verwendungsmöglichkeit einer Maschine wird nicht nur der Maschinenpark klein und damit das Anlagekapital niedrig gehalten, sondern auch die Beförderungskosten der Baumaschinen nach der Baustelle bleiben auf ein Mindestmaß beschränkt, da man mit einer Maschine und ihren Zubehörteilen verschiedene Arbeiten ausführen kann; ferner sind alle diese Bauarbeiten in rascher Folge und gegenseitiger bester Anpassung durchführbar, weil zu jeder Zeit die entsprechende Baumaschine durch leichte Veränderungen der bisher benutzten zur Verfügung steht.

Zur Krafterzeugung dient in der offenen Baugrube meist der Dampfkessel, in der halb offenen der Verbrennungsmotor und in der geschlossenen, insbesondere bei Tunnelbauten, der Elektromotor, Abb. 2.

[2]) Vergl. a. Z. Bd. 70 (1926) S. 1331.



Abb. 4
Schaber mit seitlich abgehängtem schwenkbarem Förderband, das den abgeschabten Boden sogleich in Schleppzüge verladet.

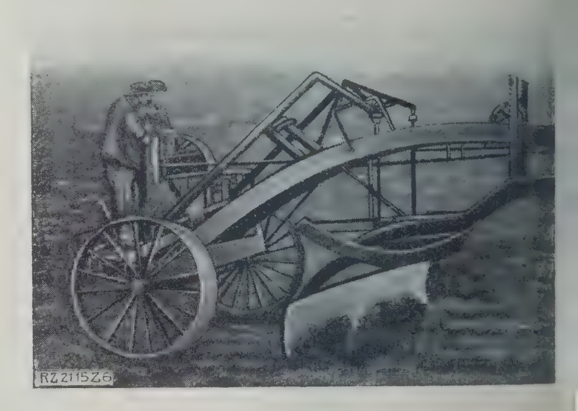


Abb. 6
Einebner, der entweder Selbstantrieb hat oder wie hier vom Schlepper gezogen wird.

Zum Abheben von Mutterboden oder sonstigen dünn Bodenschichten wird der Schaber mit Selbst- oder Schle perantrieb und Selbstverladung des gelösten Bodens Kastenwagen, auf Förderbänder usw. verwendet, Abb.

Für die Stemm- und Bohrarbeiten zur Lösung v Straßendecken, altem Mauerwerk, bei Stollen- u Tunnelbauten usw. hat man den Druckluftbohr oder Stemmhammer mit der leicht bewegbaren und selb fahrenden Kompressoranlage mit Benzinmotor oder d elektrischen Antrieb und für große Felsbrucharbeiten Straßen-, Eisenbahn- und Kanaleinschnitten und in Ste brüchen die Schlagbohrmaschine als einheitlich Bohrgerät durchgebildet. Die Schlagbohrmaschine wi auch zum Bohren von Brunnen für die Grundwasserv sorgung usw. verwendet.

Zum Schlagen von Pfählen und Spundwänden di die Dampframme mit einem zerlegbaren Holzgerü Abb. 3, das auf hölzernen oder eisernen Längs- und Qu schwellen aufgestellt wird und auf hölzernen oder eisern Walzen bewegt wird. Auf diese Weise ist ein leichtes u schnelles Verrücken in jeder Richtung gewährleistet. A Rammbär verwendet man den Dampfhammer, der dann d einzige den verschiedenen Rammarbeiten in bezug auf Schl



Abb. 8
…etongießturm und -gießrinne, die einen Arbeitsbereich von 60 m Dmr. hat.
… Abstützung der Gießrinneneinrichtung dient hier ein eiserner Gittermast,
…ie er zum Zusammenbau von Tragkonstruktionsteilen verwendet wird.

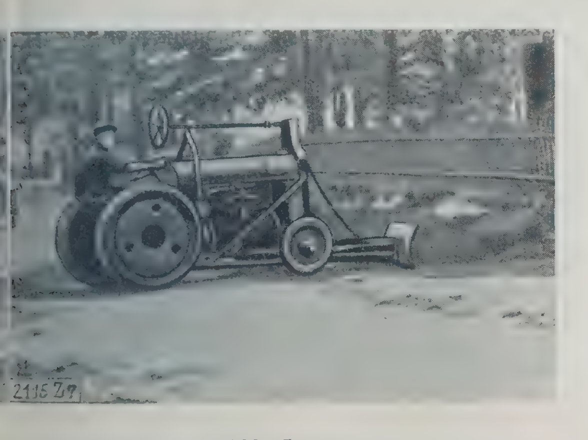


Abb. 7
Schlepper mit Erdschaufel zum Zufüllen von Rohrgräben.

…ht und Schlaggeschwindigkeit anzupassende Organ …ine Sonderausführung dieser Dampfhämmer ermög… das Schlagen von Pfählen und Spundwänden unter …er ohne Jungferung, d. h. ohne Aufsatzstück.

…ür die Bodenbeförderung sind Kastenkipper …okomotivbetrieb, s. Abb. 1, eiserne Kastenwagen mit …stentleerung für Schlepperzüge, Abb. 4, und selbstent…de Lastkraftwagen in Betrieb. Hölzerne Wagen mit …stentleerung für Pferdebespannung trifft man nur in …gegenen Gegenden bei Straßenbauten usw., wo es sich … geringe Bodenbewegungen handelt, an. Die …nkipper bis zu rd. 6,1 m³ Ladefähigkeit entleeren …bei geringer einseitiger Belastung nach der Kipp…vollständig selbsttätig, sobald die Spannketten gelöst …n, und lassen sich dann infolge der genauen zentri… Lagerung des Kastens auf kleinen Wälzflächen, die … leichte Kippfähigkeit gewährleisten und die Ent…ung infolge einseitiger Belastung verhindern, leicht … einen Arbeiter wieder aufrichten, so daß zwei …ter einen solchen Zug von etwa 15 bis 20 Wagen in …n Minuten — auch während der Fahrt — kippen und …r aufrichten können. Kastenkipper von 6,1 m³ und …rer Ladefähigkeit kippt man mit Druckluft einzeln, … der ganze Zug wird auf einmal in 1 bis 2 min ge… und wieder aufgerichtet. Die steile Bodenneigung …n 5 bis 47° und die große Ausschüttöffnung der Kästen … Kippen gewährleisten auch bei stark klebenden Bodenmassen eine vollständige Selbstentleerung. Die Kastenwagen für Schlepperzüge und die Lastkraftwagen sind an keine festen Fahrstraßen gebunden und werden vorzugsweise für die Beförderung des Bodenaushubs in den Städten beim Untergrundbahn- und Häuserbau usw. verwendet. In sumpfigem oder sonst wenig wegsamem Gelände wird das Förderband, Abb. 5, wegen seiner geringen Raumbeanspruchung, guten Geländeanpassung und seinem leichten Aufbau bei der Boden- und Baustoffbeförderung weitgehend benutzt.

Für das Einebnen des aufgeschütteten Bodens dient der Einebner (scraper), Abb. 6.

Zum Herstellen von Rohr- und sonstigen Leitungsgräben ist der Ketteneimerbagger mit Förderband für das seitliche Absetzen des Bodens einheitlich durchgebildet. Zum Zuschütten der Gräben dient die leichte Erdschaufel, Abb. 7.

Der hölzerne oder eiserne Wippmast (Derrick)[3] ist die am meisten verwendete Bauhebemaschine; er wird als Erd- und Baustoffaufzug, Zusammenbaukran, Baggerkran usw. benutzt, da er schnell aufstell- und zerlegbar ist und ohne große Raumbeanspruchung mit einem Lastkraftwagen oder der Eisenbahn befördert werden kann. Dies gilt besonders für den hölzernen Wippmast, der bei kleinen Lasten auch wegen seines geringen Gewichts und großen Bestreichungswinkels, sowie seiner Fähigkeit, sich an die örtlichen Bauverhältnisse anzupassen, am meisten verwendet wird. Für die Errichtung der Eisenkonstruktionen beim Bau der Hochhäuser, Kraftwerke usw. benutzt man wegen seiner leichten Versetzbarkeit den eisernen Gittermast, s. a. Abb. 8, der aus einer senkrechten Säule und dem Ausleger besteht. Die senkrechte Säule ist oben in der Scheibe für die Haltetaue und unten im Auflager, wo auch der Ausleger abgestützt ist, drehbar gelagert. Diese Maste sind mit elektrischen Windemaschinen von großer Hubgeschwindigkeit ausgerüstet.

Den größten Fortschritt für die Wirtschaftlichkeit des Betonbaues bedeutete die Einführung der Betonmischmaschine und der Betongießeinrichtung, bestehend aus dem Gießturm und der Gießrinne, Abb. 8, zur Herstellung und Einbringung des Gußbetons in die Schalung. Hiermit wurde die Fließförderung für diese Arbeiten in den Baubetrieb eingeführt; sie geht von dem Sand- und Schotter- oder Kiesspeicher mit der selbsttätigen Zumessung der Betonzuschläge über die Betonmischmaschine, den Gießturm und die Gießrinne. Hierbei wird durch den Betonmischer die Geschwindigkeit des Fließtransportes und damit der Baufortschritt und durch die Höhe des Gießturms die Größe des Arbeitsbereiches der Gießeinrichtung bestimmt.

Von gleicher Bedeutung war die fahrbare Betonmischmaschine mit dem Ausleger und dem daran ausfahrbaren Verteilkübel für den Betonstraßenbau, der durch die seitliche Einfaßschiene und durch den „Fertiger" der Betondecke, sowie die eisernen Formen für das Gießen von Bordsteinkanten und -rinnen bei der Herstellung der Fahrbahndecke einen weiteren Fortschritt in der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit erfahren hat.

Diese Baumaschinen für die Betonarbeiten wurden weiter ergänzt durch die Einrichtungen zur Beförderung des Betons mittels Druckluft, die Spritzwurfmaschine zum Auftragen von Putz- und dünnen Betonschichten und die Zementmörtel-Preßmaschine für Verdichtungs- und Abdichtungsarbeiten.

[3]) Vergl. a. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 8 S. 265.

Die Baustoffe

Bei den Baustoffen wurde vor allem die Anzahl der Ziegelsteinformate herabgesetzt. Außerdem führte man die großen gebrannten Hohlsteine für die Herstellung von Decken, Außen- und Zwischenwänden, sowie für die feuersichere Einmauerung der eisernen Raumfachwerkkonstruktionen, Abb. 9, ein. Infolgedessen verringerte sich die Zeit für die Hochführung der Außen- und Zwischenmauern auf ein Drittel bis ein Viertel gegenüber der bei der Verwendung gewöhnlicher Ziegelsteine erforderlichen.

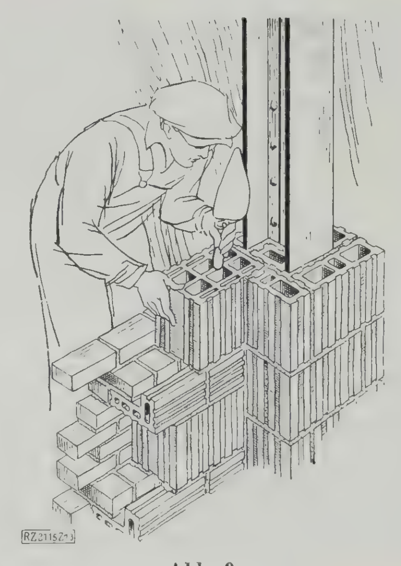


Abb. 9
Mauerverband aus großen Hohlsteinen mit gewöhnlichen Ziegelsteinen als Verblendung.

Für Betonbauarbeiten brachte die Einführung des Gußbetons eine außerordentliche Verbilligung und Beschleunigung, wie bereits ausgeführt wurde. Ferner wurden die Baustoffe für Decken-, Zwischen- und Trennwände für die Be- und Entwässerungen, sowie die Hilfsbaustoffe genormt und das Preßmetall zur Herstellung von Trennwänden, Türen und Fensterrahmen usw. eingeführt.

Die Herstellung von Werksteinen für die Verblendung von Fassaden, für die Gesimsausbildung und Bekleidung von Innenwänden in Vestibülen, Hallen usw. wurde weitgehend mechanisiert. Billiger hergestellte, künstliche Verblend- und Gesimswerksteine wurden eingeführt, die nicht nur wetterbeständig, sondern auch in jedem gewünschten Farbton leicht herzustellen sind.

Die Bauentwürfe

Die Ausbildung des Raumfachwerkes als einheit Tragkonstruktion der Gebäude, wie sie in Eisen erstenmal im größten Ausmaße beim Bau des Woolw Gebäudes angewendet wurde, bedeutete einen neuen w tigen Abschnitt in der Ausführung von Hochbauten stellte den bedeutendsten Fortschritt in der Rational rung des Bauens dar. Einen weiteren Fortschritt bra der Ersatz der Eisenkonstruktion durch den bewe ten Beton. Die so durchgebildeten Tragkonstru nen ermöglichen es erst, Gebäude von bisher nicht kannter Höhe zu bauen, dadurch den für die Zusam fassung des Wirtschaftslebens auf kleinster Bodenfl erforderlichen Raum zu schaffen und Entfernung Zeitaufwand für die Geschäftsabwicklung auf ein Min maß zurückzuführen. Die Normung der Tragkonst tionen setzte die Bauzeit für solche Gebäude auf ein Drittel der bisherigen herab und machte damit festgelegte Kapital in ebensolch kurzer Zeit wieder bringend; das bedeutet für die amerikanische Volks schaft auch in Anbetracht der gewaltigen Summen, di jedem Jahr im Bauwesen festgelegt werden, eine jähr Ersparnis von Milliarden von Dollars.

Da jetzt die Stand- und Tragfähigkeit eines Gebä auf seine Tragkonstruktion vereinigt und nicht mehr der Festigkeit der Außen- und balkentragenden Wände Ganzes abhängig ist, da ferner die Gebäudelast auf Baugrund in wenigen Punkten übertragen wird, konnte weitere konstruktive Durchbildung des Gebäudes einfa gestaltet werden. Für die Schließung der Außenfelde der Tragkonstruktion genügt jetzt ein leichterer und w ger druckfester Baustoff, weil er ausschließlich zur füllung der Öffnungen dient; er mußte nur wetterbestä sein und die Temperatureinflüsse vom Innern des Gebä fernhalten. Für die Tragkonstruktionen selbst kon Baustoffe größter Festigkeit verwendet und durch zw entsprechende Querschnittbildung ihre Festigkeit bis den zulässigen Grenzen ausgenützt werden.

Auch im Innern der Gebäude bedurfte es n mehr der Errichtung dicker balkentragender Wände, auch hier die Glieder der Tragkonstruktion alle Lasten nahmen; man stellt jetzt die Zwischen- und Trennwä nur aus leichten, schalldämpfenden Baustoffen her. We erreichte man mit diesen dünnen Zwischenwänden, daß

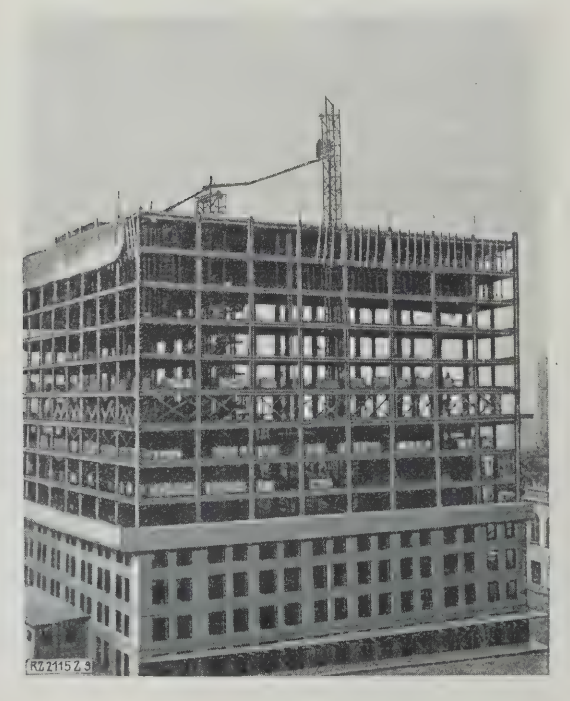


Abb. 10
Ausführung eines Hochbaues in Eisenkonstruktion.

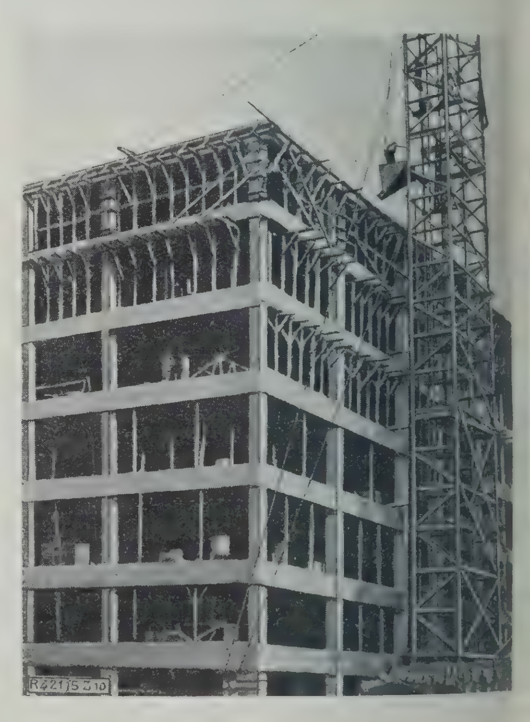


Abb. 11
Ausführung eines Hochbaues in Eisenbetonkonstruktion.

ar umbaute Raum größer blieb. Infolge dieser Auf- der Gebäude in verhältnismäßig dünne tragende r und leichte Wandflächen wird nicht nur das Ge- ewicht im Verhältnis zur Gebäudegröße auf ein Min- aß beschränkt und damit an Baustoffen beträchtlich rt, sondern auch alle Arbeitsleistungen während der sführungen werden durch die Bewegung viel geringe- asten erheblich vermindert; dadurch wird zum Nutzen esamten Volkswirtschaft an Energie beträchtlich ge- Diese Vorteile suchte man durch die Verwendung ochwertigem Stahl für die Herstellung der Tragkon- ionen noch weiter zu vergrößern.

ie Verringerung der auf den Baugrund zu übertragen- Lasten und ihre Vereinigung in wenigen Punkten zur Vereinheitlichung der Pfahl- und Senk- engründung, sowie der Verankerung der Trag- ruktion auf Felsen geführt und damit die Kosten für ründung der Gebäude wesentlich herabgesetzt.

Die Bauausführungen

ei der Bauausführung sind die einzelnen Bauvor- e soweit wie möglich mechanisiert worden, wozu die konstruktion wieder wesentliche Vorteile bot; denn r konnten die Baustoffe nach den einzelnen Verwen- sstellen gemäß dem Baufortschritt durch Winden leicht ben werden. Abb. 10 zeigt den Neubau eines Hoch- ses, in dem zwei Bauaufzüge in die Schächte der r einzubauenden Personenaufzüge und der Nottreppe baut sind. Gleichzeitig mit dem Fortschreiten des Baues Tragkonstruktion werden die Decken aus Schlacken- hergestellt. Der Betonmischer, der bei solchen Neu- n fast regelmäßig im Keller aufgestellt ist, um die zuschläge in Straßenhöhe von den Lastkraftwagen e Behälter am Mischer kippen zu können, entleeren zunächst in eine Schleuse, aus der der fertig bereitete n in Karren abgelassen und mit diesen dann zum en der Decken mit dem Aufzug hochbefördert wurde. rinnen werden hierzu weniger benutzt, da ihr Bestrei- gswinkel wegen der Stützen der Tragkonstruktion klein ist. Die Deckenschalung wird an den Decken- rn mittels Drähten aufgehängt, die wie die Entfer- rshalter für die Schalung und die Putzdrähte um die erunterkanten ebenfalls vereinheitlicht sind.

Nachdem die einzelnen Decken hergestellt sind und der n abgebunden hat, befördert man die Verblend- und Hintermauerungssteine durch die Aufzüge nach oben. In Abb. 10 ist die Stapelung der Steine auf den Decken deutlich zu erkennen. Das an der Tragkonstruktion aufgehängte Arbeitsgerüst für die Ausführung der Maurerarbeiten hängt an den Gerüstwinden, die von dem vollständig einbaubaren Arbeitsgerüst aus leicht zu bedienen sind und jedem einzelnen Maurer gestatten, sich an seinem Arbeitstand die bequemste Höhe jederzeit einzustellen, was seine Arbeitsleistungen wesentlich erhöht. Gewöhnlich wird mit der Ausmauerung der Außenwände von zwei bis drei Gerüsten aus begonnen, die in verschiedenen Stockwerkhöhen aufgehängt werden und so die Herstellung der Fassade unter zwei bis drei Maurerkolonnen aufteilen.

Besteht die Tragkonstruktion aus bewehrtem Beton, so vollziehen sich die weiteren Bauarbeiten in gleicher Weise. Bei Betonarbeiten begrenzt man die Zahl der Schalungen soweit wie möglich, um an Schalung zu sparen und den Baufortschritt zu fördern. Abb. 11 zeigt die Herstellung eines Betonhochhauses.

Wie im Hochbau ist man auch im Tiefbau bestrebt, mit wenig Schalung auszukommen. Bei der Herstellung von Stütz- und Futtermauern, Talsperren usw. verwendet man zwei bis drei Schalungssätze, die man nach genügendem Abbinden des Betons versetzt, Abb. 12. Dem Wechsel in der Mauerdicke folgt man durch die Länge der Spannschrauben, die die zwei sich gegenüberstehenden Schalungstafeln zusammenhalten. Die durch die Spannschrauben entstandenen Löcher werden nach Entfernung der Schalungstafel zur Aufhängung der Konsolen für die Abstützung der Schalung in der lotrechten Richtung benutzt und hiernach sogleich zugefüllt.

Bei der Herstellung der Tunneldecken im Untergrundbahnstollen usw. verwendet man fahrbare Lehrgerüste mit versenkbarer Bühne, mit denen man die Schalung von Abschnitt zu Abschnitt weiterfährt. Abb. 13 zeigt eine fahrbare Schalung für die Herstellung eines Wasserleitungskanals, die zusammenziehbar ist, um sie von der Gewölbeleibung leicht zu lösen; die Kanalsohle ist bereits betoniert. Das aufgebaute Dach dient als Schutzdecke gegen die Sonnenbestrahlung des frisch eingebrachten Betons.

In dieser Darstellung sollte nur ein kurzer Überblick gegeben werden über die Verfahren mit denen man in den Vereinigten Staaten von Amerika die Wirtschaftlichkeit der Bauindustrie hebt; daher wurde auf weitere Einzelheiten besonders bei den Bauentwürfen und -ausführungen nicht eingegangen; hierüber sind bereits eine Reihe von Veröffentlichungen von mir erschienen[4]), andre werden in Kürze veröffentlicht werden. [B 2115]

[4]) Vergl. „Die Betonstraße" 1928 S. 226, Z. Bd. 72 (1928) S. 1849, „Der Bauingenieur" Bd. 10 (1929) Heft 3 S. 46.

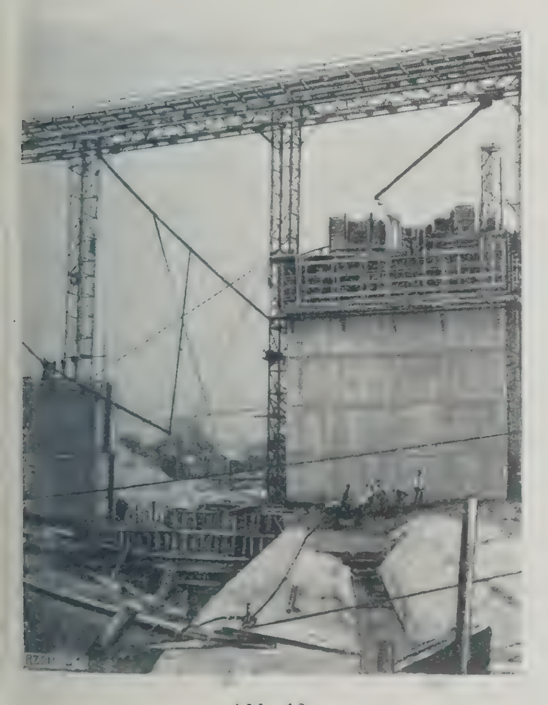


Abb. 12
Herstellung des Betonkerns für eine Erddamm-Talsperre.



Abb. 13
Fahrbare eiserne Schalung zur Herstellung eines großen Betonkanals. Das darübergebaute, mitfahrbare Gerüst dient als Schutzdecke gegen die Sonnenbestrahlung.

Wege zur Rationalisierung des Schiffsanstriches

Von Dr. ERICH ASSER, Wandsbek

Vorgetragen am Sprechabend des Fachausschusses für Anstrichtechnik im Verein deutscher Ingenieure in Königsberg i. Pr. vom 2. Oktober 1928.

Unter Anwendung neuzeitlicher Arbeitsverfahren mit geeigneten Hilfsmaschinen und zweckmäßigen Farben lassen sich die Anstrichkosten für Schiffe bedeutend vermindern. Als Beispiel werden die Arbeiten der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft auf dem Gebiete der Rostschutzfarben erörtert. Bedeutung säure- und rauchgasfester Anstriche für Schiffe. Aufbau der Holzlackierung im Schiffbau. Spritzgeräte und Hilfsmaschinen. Schiffsbodenanstrich.

Bei der Herstellung sehr vieler lackierter Gegenstände haben die durch die Lackierarbeit entstehenden Kosten einen stärkeren Einfluß bei der Kalkulation, als man bisher allgemein annahm. Durch Mitarbeit des Ingenieurs, unter Ausnutzung neuzeitlicher Arbeitsmöglichkeiten mit geeigneten Hilfsmaschinen, hat man die Kosten für die Lackiererei teilweise so bedeutend vermindern können, daß die dadurch erreichten Fortschritte entscheidenden Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des ganzen Herstellganges ausgeübt haben. Ich erinnere an die neuen Kraftwagen-Schnellackierverfahren mittels der Spritzlackierpistole und am laufenden Band, an die mechanisierten Arbeitsverfahren in den Lackierwerkstätten der Reichsbahn, auf die der Ingenieur entscheidenden Einfluß genommen hat.

Verschiedene Arbeitsabschnitte beim Anstrich der Schiffe kann man durch Zusammenarbeit von Farbchemiker und Ingenieur unter Ausnutzung neuzeitlicher Hilfsmittel bedeutend verbilligen. Auch in der Güte der Anstrichmittel selbst werden sich in Zusammenarbeit zwischen Farbchemiker und Schiffbauingenieur Fortschritte erreichen lassen, wenn der Schiffbau aus seiner Praxis heraus der Farbenindustrie seine Sonderwünsche für alle solche Fälle bekanntgibt, wo die bisherigen Anstrichverfahren versagt haben. Durch die Stellung hoher Forderungen wird oft eine schnelle Entwicklung erreicht, und es soll da gerade die Aufgabe des Fachausschusses für Anstrichtechnik im Verein deutscher Ingenieure sein, wichtige Anstrichfragen durch gemeinsame Besprechung und wissenschaftliche Forschung lösen zu helfen.

In den letzten Jahren hat man das beste Verfahren zur Herstellung rostschützender Anstriche wiederholt erörtert. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat sich auf Grund vielseitiger Untersuchungen und Beobachtungen auf den Standpunkt gestellt, daß für den ersten Grundanstrich auf Eisen die alte Bleimennige den besten Rostschutz ausübt. Man sollte daher auch im Schiffbau an der Grundierung mit Bleimennige bis auf weiteres grundsätzlich festhalten. Die Haftkraft des Mennigeanstriches auf Eisen ist ganz überraschend groß. Wahrscheinlich ist sie auf die Bleiseifenbildung mit dem Leinölfirnis zurückzuführen, die jeder Mennigeverbraucher selbst an dem oft schnellen Reagieren der alten Bleimennige mit dem Leinölfirnis beobachtet, wodurch der ganze Farbansatz verdickt wird. Zink-, Titan- und Eisenoxydfarben zeigen die Seifenbildung in der Praxis kaum sichtbar. Auch bei den neuen Herstellverfahren für disperse Mennige, bei denen die Zusammensetzung der Mennige im Vergleich zu der alten Mennige geändert wurde, ist die Geschwindigkeit der Seifenbildung wesentlich herabgesetzt; es steht deshalb noch dahin, ob vom Standpunkt der Rostschutzfarbe aus die neuen Mennigeerzeugnisse einen Fortschritt bedeuten.

Dagegen sind auf Anregung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft in der Rostschutzfarben-Herstellung in den letzten Jahren wichtige Fortschritte durch Ausarbeitung besonderer dampf- und rauchgasfester Rostschutzfarben gemacht worden. Die Reichsbahn unterscheidet in ihren neu vereinbarten Lieferbedingungen deshalb fortan die normalen Wetterfarben von den neu eingeführten rauchgasfesten Farben.

Die rauchgasfesten Rostschutzfarben enthalten einen verhältnismäßig hohen Anteil an Holzöl-Standöl, wodurch die Wasser- und Dampffestigkeit wesentlich erhöht wird. Infolge dieser verstärkten Wasserundurchlässigkeit erhalten die Farben auch eine erhöhte Widerstandfähigkeit gegen die Einwirkung der Rauchgase von Lokomotiven und müßten aus demselben Grund a
im Schiffbau gute Dienste leisten. Taucht man Anstr
tafeln mit gewöhnlicher Rostschutzfarbe und andre
soda- und rauchgasfester Farbe 30 min in Sodalauge,
5 vH kalzinierte oder 13,5 vH Kristallsoda enthält, so w
die gewöhnliche Rostschutzfarbe durch die beizende
wirkung der Sodalauge von dem Eisenblech vollstän
heruntergelaugt, während der mit sodafester Farbe
gestellte Vergleichanstrich nicht angegriffen wird.

Gerade an Bord eines Schiffes, wo aus hygienisc
Gründen sehr viel gewaschen und gereinigt werden m
sollte man die säure- und rauchgasfesten Anstriche
wenden. Die Farben sind auf Anregung der Reichsb
entstanden, die im Jahre 1911 mit der Forderung an
Lackindustrie herantrat, sodafeste Lackfarben für
Innenanstrich der Viehwagen zu schaffen, die zur
infektion regelmäßig mit Sodalauge gereinigt wer
müssen. Die bisherigen, stark leinölhaltigen Anstr
mittel wurden bei der notwendigen Reinigung in ku
Zeit verseift — weil ja Leinöl und Alkali Seifenbild
ergeben — und infolgedessen verhältnismäßig schnell
untergewaschen.

Durch Ausarbeitung von Holzöllacken unter
verwendung von veresterten Kopalen oder Kunstharzen
es der deutschen Lackindustrie geglückt, sodafe
Lacke herzustellen, deren Bedeutung in Schiffahrtsk
sen schon vielfach erkannt worden ist. Die Kriegzeit hat
besonders überzeugendes Beispiel für die überlegene Wi
standfähigkeit der sodafesten Farben durch den im Ja
1916 an der schwedischen Küste gestrandeten Damp
„Winfried" der Hamburg-Bremer Afrika-Linie gegel
Der Dampfer lag drei Monate unter Wasser. Die
schinenräume des Dampfers waren mit sodafesten Anstr
stoffen gestrichen, während für die sonstigen Anstr
arbeiten die gewöhnlichen Leinölfarben und -lacke
nutzt worden waren. Nach der Hebung des Dampfers w
den die mit den sodafesten Farben gestrichenen Räume
mittels Wasserstrahles vom Schlamm gereinigt, während
Anstrich aller andersartig gestrichener Schiffsteile du
die auslaugende Wirkung des Salzwassers völlig zers
worden war.

Daß die sodafesten Anstrichfarben den gewöhnlic
Ölfarben im Anstrich von Maschinenräumen, Kran
häusern, Toiletten und den starker Beanspruchung
gesetzten Laderäumen überlegen sind, ist erwiesen.
Preisunterschied gegenüber gewöhnlichen Ölfarben fi
praktisch durch die längere Haltbarkeit der Anstri
einen reichlichen Ausgleich. Die sodafesten, holzölhalti
Lacke und Lackfarben zeichnen sich durchweg auch du
eine wesentlich kürzere Trockenzeit als die alten bis
bekannten Anstrichmittel aus, so daß deren Verwend
besonders bei eiligen Ausbesserarbeiten, noch den be
deren Vorteil der schnelleren Durchführbarkeit der
zelnen Lackierarbeiten aufweist.

Auf derselben Grundlage der Sodafestigkeit wer
natürlich auch farblose Lacke für Naturholzlackier
und auch für alle sonstigen Außenarbeiten hergest
Diese hochwertigen Lacke, die keine Wasserempfindl
keit mehr zeigen, haben sich wegen ihrer vielseitigen
züge auch im Ausland schnell Ansehen verschafft.
halb ist es auch im Schiffbau wirtschaftlicher, sodafe
Anstrich überall dort zu verwenden, wo höhere Anfo
rungen an die Unempfindlichkeit der Lackierung ges
werden müssen, selbst wenn man sie im Anfang auch et
teurer in Rechnung stellen muß als gewöhnliche Lei
farben.

Im Aufbau der Holzlackierung im Schiffbau sind wei- wirtschaftliche Fortschritte durch Schaffung und Ver- dung der Spargrundierfirnisse für den ersten ndanstrich auf Holz erreicht worden. Während der für Holzgrundierung bisher fast ausschließlich verwendete nölfirnis in dem saugfähigen Holzuntergrund zum ßen Teil nutzlos versickerte, ist es nach den neuen Ver- en gelungen, den Leinölfirnis so herzustellen, daß er der Oberfläche des Holzes festgehalten wird und dort, e nutzlos wegzuschlagen, einen dichten Anstrichfilm et, der es ermöglicht, im Werdegang der Lackierung -tens einen ganzen Anstrichgang zu ersparen.

Eine wesentliche Neuerung bedeutet auch die Einfüh- g der Nitrozelluloselackierung und -polie- ng besonders gegenüber dem sehr langwierigen, stark Handarbeit belasteten und daher besonders kostspieligen, n Schellack-Polierverfahren. Die Schellackpolitur ist en chemische Einwirkungen äußerst empfindlich. Selbst sser verursacht schon unangenehme Flecken, während Zellulosepolitur eine bisher ungeahnte Widerstand- igkeit selbst gegen Laugen, Sprit, Mineralöl, Benzin und zwasser hat. Zum Vergleich haben Holzplatten mit ellackpolitur und andre mit Nitrozellulose-Politurlack f Monate im Wasser gestanden. Die schellackpolierten tten waren völlig ausgelaugt, während die nitropolierten feln keinen Angriff aufwiesen.

Die Klavier- und die Möbelindustrie haben sich die rzüge des Nitrozellulose-Polierverfahrens schon zunutze macht, weil die Politurflächen den sichtbaren Vorteil ge- sser Widerstandfähigkeit aufweisen und sich durch ein l einfacheres Verfahren als die Schellackpoliturflächen stellen lassen. Während die Schellackpolitur mit der nd mit dem Polierballen in außerordentlich langsamem beitsgang fertiggestellt wird, trägt man Nitropolitur mit- s Spritzpistolen auf. Die dabei entstehenden kleinen Un- enheiten werden nur mit Schleifpapier oder auch mit leifmaschinen, wie sie in der Klavierindustrie üblich d, abgeschliffen und dann mit den besonders für den eck ausgearbeiteten Polierpasten oder -flüssigkeiten auf chglanz poliert. Der Arbeitsgang ist leicht erlern- und rchführbar.

Eine Reihe deutscher Sonderfirmen beschäftigt sich mit r Herstellung der Nitropolituren. Welche wirtschaftliche deutung das Polierverfahren hat, geht aus der mir aus r Klavierindustrie gewordenen Mitteilung hervor, daß e Kosten für ein poliertes Klavier nach dem neuen Ver- ren im Vergleich zur Schellackpolitur teilweise soweit rabgesetzt werden konnten, daß das auf den Gesamt- eis des Klavieres einen Preisunterschied von rd. 5 bis vH ausmacht. Die Einführung neuzeitlicher Lackier- rfahren spielt also bei der Kalkulation des Fertigerzeug- sses eine wesentliche Rolle.

Daß diese hornartig hart trocknenden Zelluloselacke, nz abgesehen von dem Vorteil ihrer schnellen Trocken- aft (sie trocknen in nur rd. 25 min auf), große Vorteile B. für die Lackierung von Sitzbankmöbeln usw. bieten, gt ohne weiteres auf der Hand. Sie sind unempfindlich d in bisher unbekannter Weise trittfest; deshalb hat sie ch die Reichsbahn zur Lackierung der Sitzbänke der itten Wagenklasse eingeführt. Die Lacke eignen sich ch zum Konservieren, z. B. von Peddigrohr-Bordmöbeln, e gewöhnlich schon nach der ersten Reise durch Ruß hmutziggrau werden. Wenn man diese Möbel gleich mit m farblosen Zelluloselack spritzt, so sind sie gegen uchtigkeit und Schmutz unempfindlich. Noch schöner ürden sie allerdings wirken, wenn man sie absichtlich it leuchtend farbigen Zelluloseemaillen spritzen würde, n dadurch das Bordbild nach der farbenfröhlichen Seite n zu beleben.

Die Einführung der Spritzlackierung würde im hiffsanstrich eine ganz bedeutende Rolle spielen kön- n, wenn es gelänge, Spritzgeräte zu schaffen, mit denen an auch in den kleinsten Innenräumen der Schiffe die arbe ohne Gesundheitsschädigung der Maler spritzen nn. Diese Aufgabe ist deswegen schwierig, weil es unmöglich ist, die Farbnebel in jedem kleinen Spritzraum abzusaugen, wie man es z. B. in industriellen Lackiergroßbetrieben durchführt. Die Lacke kann man also voraussichtlich nur mit Niederdruck-Spritzgeräten auftragen, deren Konstruktion im Jahre 1928, wie die Ausstellung auf der Magdeburger Lackierertagung gezeigt hat, beträchtliche Fortschritte aufweist. Die Niederdruck-Spritzgeräte haben für viele Anstrichzwecke, z. B. in Eisenbahnwerkstätten, vorzügliche Dienste geleistet, ohne daß man Abzugvorrichtungen schuf, so daß sie sich auch im Schiffsanstrich als nützlich erweisen würden.

Eines der schwierigsten Arbeitsverfahren in der Lackierung ist der Spachtelschliff, der bisher viel Handarbeit und damit Arbeitslohn erforderte. Ich habe deshalb schon in der Gründungssitzung des Fachausschusses für Anstrichtechnik auf die Notwendigkeit, hier mechanische Hilfsmittel zu schaffen, hingewiesen. Beträchtliche Fortschritte sind auf dem Gebiet erreicht. So wurde während der Magdeburger Lackierertagung auf dem Reichsbahn-Ausbesserungswerk Magdeburg-Salbke die neueste Bauart einer Spachtelschleifmaschine[1]) vorgeführt, die mit Druckluft unter gleichzeitiger Zuleitung von Wasser zur Durchführung des Schleifvorganges betrieben wird.

Für den Schiffsaußenanstrich kann man natürlich auch die leistungsfähigeren Hochdruck-Spritzgeräte verwenden. Besonders könnten diese wohl für die Herstellung des Schiffsbodenanstriches benutzt werden, den man heute noch in verhältnismäßig einfacher Form ausführt. Ich bin überzeugt, daß die Einrichtung der Docks mit solchen Spritzgeräten, die dem Arbeitsgang genau angepaßt sind, sich lohnen muß, weil die Geräte viel schnellere und gleichmäßigere Arbeitsleistungen vollbringen, als sie nach den bisherigen Anstrichverfahren mit langstieligen Quastpinseln möglich waren.

Es handelt sich dabei um eine Ingenieuraufgabe, eine großzügige, leistungsfähige Spritzeinrichtung zu schaffen, während es eine chemische Aufgabe bleibt, die Frage der Schiffsbodenfarben besser als bisher zu lösen. Man darf den Herstellern von Schiffsbodenfarben aber nicht jede Anregung zu fortschrittlichen Arbeiten dadurch nehmen, daß man die Preise für Schiffsbodenfarben im Durchschnitt unter der Grenze des Zulässigen hält. Hier sollte meiner Ansicht nach durch Preisausschreiben der Reedereien ein Fortschritt angestrebt werden. Hoffentlich gelingt es dem Fachausschuß für Anstrichtechnik, hier auch glücklichen Einfluß auf die Weiterentwicklung dieser Frage zu nehmen.

Zusammenfassung

1. Die Verbesserung und Verbilligung der bisherigen Arbeitsweisen im Schiffsanstrich ist möglich bei planmäßiger Benutzung neuer, wichtiger Fortschritte auf dem Gebiete der Anstrichstoffe und technisch-maschineller Arbeitsweisen.
2. Die neuen Erkenntnisse der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft auf dem Gebiete der Rostschutzfarben, die Schaffung rauchgas- und dampffester Sonderfarben, sind auch für den Schiffbau bedeutungsvoll. Die Überlegenheit der Bleimennige als Grundanstrich auf Eisen bleibt anerkannt
3. Die wirtschaftliche Holzgrundierung mit porenfüllendem Sparfirnis ermöglicht die Ersparnis eines Arbeitsganges im Anstrichaufbau.
4. Die Anwendung der Nitrozelluloselacke für die feinsten Holzlackier- und Polituraarbeiten bedeutet Zeitabkürzung, Lohnersparnis und hohe Güte der Politur.
5. Leistungsfähige Spritzgeräte für Schiffsanstrich und neue Schleifmaschinen für Spachtelschliff sind notwendig, um den Schiffsboden-Farbanstrich zu beschleunigen und zu verbessern.

[1]) Hergestellt von der Frankfurter Maschinenbau-A.-G., vorm. Pokorny & Wittekind, Frankfurt a. M. [B 2209]

RUNDSCHAU

Schiffs- und Seewesen

Schiffbau und Schiffsbetrieb

Die bei der 29. Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft vom 22. bis 24. November 1928 gehaltenen Vorträge behandelten die Sicherheit auf See, Fortschritte in der Herstellung des Schiffbau- und Kesselstahles, Festigkeitsfragen beim Schiff, die Entwicklung des Contrapropellers und den Ausbau eines Schiffbaulaboratoriums in Hamburg. Über

Schwimmfähigkeit der Fahrgastschiffe nach Havarien und ihre internationale Regelung

sprach Prof. *W. Laas*, Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin. Er behandelte Titel IV, „Bauart der Schiffe", des am 20. Januar 1914 von 13 Schiffahrtstaaten unterzeichneten Internationalen Vertrages zum Schutze des menschlichen Lebens auf See. Zu dem Vertrag gehört das „Regelmant", das die Vertragsabschnitte durch Einzelbestimmungen ergänzt. Vertrag und Regelmant sind bisher in wichtigen Einzelheiten nicht bis zu unmittelbar brauchbaren Vorschriften ausgearbeitet worden, und der Krieg hatte eine Zusammenarbeit vor allem Deutschlands mit den andern Ländern unterbunden. Sie ist eingeleitet und soll demnächst fortgesetzt werden. Die Ausführungen von Prof. *Laas* stellen das Ergebnis der Beratungen des neuen „Bauausschusses von 1927" dar, dem die leitenden Schiffbauer Deutschlands angehören, und umfaßten die Abschnitte Schotteinteilung und konstruktive Einzelheiten.

Bei der Schotteinteilung handelt es sich um die Frage, wie klein der Schottabstand zu wählen ist, damit ein Schiff nach schwerer Havarie noch möglichst lange schwimmfähig bleibt. Zur Lösung dieser Frage ist die Grenze, bis zu der ein Schiff im Leckfall eintauchen darf, und die Flutbarkeit der Räume in Rechnung zu stellen. Die Flutbarkeit richtet sich nach dem Raumbedarf der Ladung und der Konstruktionsteile. Da die genaue Berechnung der Schottkurven als sehr umständlich gilt, wurde sie in England und Deutschland durch Annäherungsverfahren ersetzt. Diese führen infolge der verschiedenen Schiffsformen zu Fehlern bis zu 30 vH gegenüber der genauen Rechnung. Aus diesem Grunde wurde beim Germanischen Lloyd d genaue Rechnungsverfahren so vereinfacht, daß es nahe in der gleichen Zeit zum Ziele führt wie das britische A näherungsverfahren.

Nun reicht es für den Fall, daß ein Leck gerade Schott entsteht, nicht aus, wenn die Unsinkbarkeit nur den Fall gesichert ist, daß lediglich ein Raum voll Was läuft. Deshalb hat man den Abteilungsfaktor ein führt, der vorschreibt, wieviel geringer der Schottabsta tatsächlich gegenüber dem nach der Schottrechnung mittelten zu wählen ist. Über diese Frage wird weiter v handelt, und der Bauausschuß hat hierzu Vergleichsre nungen ausgearbeitet, über deren Ergebnisse Prof. L berichtete. Der Bauausschuß ist hierbei zu dem Urteil langt, daß die neuen britischen Vorschläge über die Sch einteilung für deutsche Schiffahrt annehmbar sind, v behaltlich einiger Wünsche hinsichtlich des Berechnun verfahrens.

Im zweiten Teile des Vortrages behandelte Prof. L die konstruktiven Einzelheiten, die notwendig sind, da die Schotteinteilung im beabsichtigten Umfang auch sic wirken kann. Hierzu haben die Schotte vor allem eine a reichende Festigkeit zu erhalten; außerdem sind Besti mungen hinsichtlich der Art und Bedienung der Türen erlassen, die in den Schotten nicht vermeidbar sind.

Zum Schluß ging Prof. *Laas* kurz auf die internationa Maßnahmen ein, die geeignet sind, Seeunfälle zu verhüt

Darauf sprach Dir. *Biedermann*, Bremen, über die

Verwendung großer Rettungsboote

in Verbindung mit dem Welin-Maclachla Davit auf großen Passagierschiffen.

Den Anlaß zu diesem Vortrage gab der Bau der Schne dampfer „Bremen" und „Europa" von 280 m Länge du den Norddeutschen Lloyd, die 2200 Fahrgäste und 940 Ma Besatzung, also 3140 Personen im Höchstfall beförde sollen. Da die Unterbringung eines entsprechenden Boo raumes bei Verwendung normaler Boote mit 90 Person Aufnahmefähigkeit schwierig war, sind ungewöhnlich gr Boote für diese Schiffe vorgesehen worden, die je 145 P

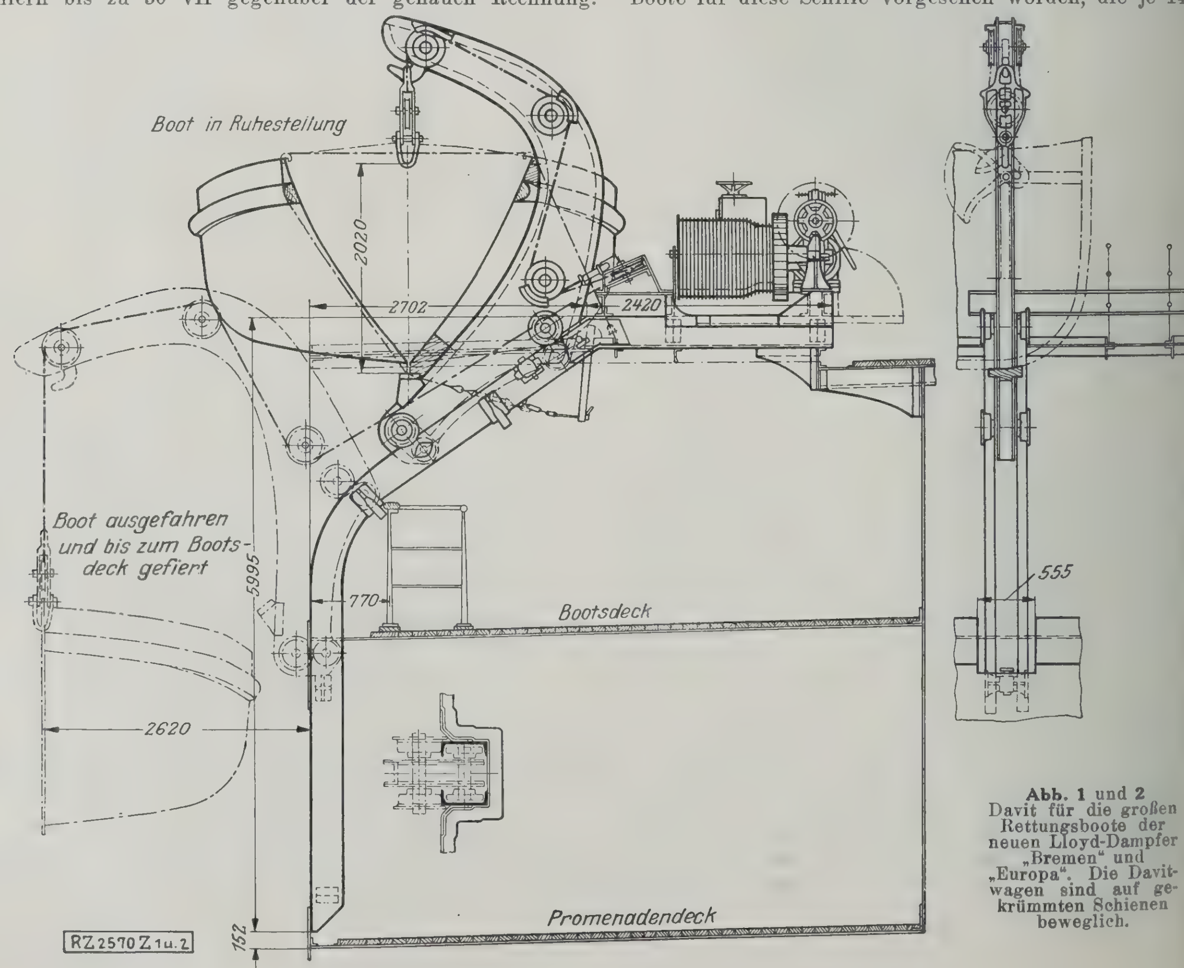


Abb. 1 und **2**
Davit für die großen Rettungsboote der neuen Lloyd-Dampfer „Bremen" und „Europa". Die Davitwagen sind auf gekrümmten Schienen beweglich.

.. aufzunehmen vermögen. Diese Maßnahme machte eine .. andrer erforderlich, über die *Biedermann* in seinem ..ag ausführlich berichtete: Zunächst die Wahl einer ..deren, als Wagen ausgebildeten Davitform, der sich ..urvenförmigen Schienen bewegt, Abb. 1 und 2, sodann .. zweckmäßige Aufstellung der Boote über dem Boots- .. und schließlich eine gute Durchbildung der Boote, um .. Unsinkbarkeit und leichte Beweglichkeit zu sichern. ..zu wurden sie mit Schotten und Luftkästen ausgerüstet ..haben einen 20pferdigen Motor erhalten, der für 6 kn ..windigkeit bei ruhigem Wasser ausreicht.

Am zweiten Tag berichtete zunächst Dr.-Ing. *E. H. ..z*, Dortmund, über

..rtschritte in der Metallurgie des Stahles für Schiffskörper und Kessel

..erläuterte dabei die Wege, die der Eisenhüttenmann ein..alagen hat, um neue Stahlsorten zu entwickeln; diese ..en den nach dem Kriege zugelassenen höheren Bean..uchungen gewachsen sein, ohne für den Schiffbau, abge..n von Sonderzwecken, zu teuer zu werden. Da sich ..ler Kohlenstofferhöhung Schwierigkeiten in der Bear..ng und andre Nachteile ergaben, ist man zu andern ..tzen, wie Silizium, Chrom, Kupfer und Mangan, zum ..i übergegangen. Nach *Schulz* dürfte vor allem der ..onbaustahl, ein Chromkupferstahl, für den Schiff..an Bedeutung gewinnen, der durch eine Streckgrenze ..37,7 bis 43 kg/mm², 35,6 bis 57,5 kg/mm² Zugfestigkeit ..22,3 bis 24 vH Dehnung gekennzeichnet ist und damit ..n vorzüglichen Werkstoff für den Schiffbau darstellt.

Er hat außerdem wegen seines hohen Kupfergehaltes ..Vorzug, daß Rostbildung und andre Anfressungen bei ..r im Vergleich zu andern in Frage kommenden Stahl..n auffallend gering sind.

Im weiteren ging *E. H. Schulz* auf Stähle ein, die sich ..n ihrer Widerstandfähigkeit bei hohen Temperaturen ..nders für den Kesselbau eignen. Auch hier ist der Koh..offstahl nicht am Platz, einmal wegen seiner Alterungs..einungen (Sprödewerden) und sodann, weil er bei .. deutlich nachzugeben (kriechen) beginnt. Auch ..ilen neuen Stählen nach Art des Chrom-Kupfer-Stahles ..lie Alterung gering. Das „Kriechen“ vermindern die ..dings teuren Zusätze von Vanadium und Molybdän. .. Schluß wurde mit einem Film gezeigt, wie heute der ..nhüttenmann den Werdegang des Stahles besonders im ..ofen beherrscht.

..ufgaben und Fortschritte der Dehnungsmessung am Schiff im Seegang

..ndelte Dr.-Ing. *Siemann*, Bremen. Er hat bereits seit 1913 ..der Verbesserung von Dehnungsmessern für den Ge..ch an Bord von Schiffen gearbeitet und über seine Ar..n verschiedentlich an dieser Stelle berichtet[1]). Während er ..er einen hydraulischen Dehnungsmesser ausgebildet hat, ..tzt er neuerdings bei einer Meßreise vorwiegend elek..he Dehnungsmesser, bei denen die Widerstandänderung .. Kohlenlamellen bei einer Zusammenpressung gemessen ..il. Die aus den Lamellen gebildeten Säulen bilden dabei .. eine Hälfte einer Wheatestoneschen Brücke, Abb. 3 .. 4. Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß man mit Hilfe ..s Drehschalters und eines Oszillographen gleichzeitig ..Aufzeichnungen einer ganzen Reihe von Dehnungsmes.. auf einem Papierstreifen vereinigen kann.

In der Aussprache wurde auf den Nachteil hingewiesen, .. Kohlenlamellen ihren Widerstand infolge atmosphäri..r Einflüsse leicht ändern. Dr. *Siemann* erläuterte im ..elnen die Schwierigkeiten bei Dehnungsmessungen am ..ff, wobei die dynamischen Beanspruchungen zu ermit.. sind, damit man ihnen die zugehörigen Spannungs..rungen in den einzelnen Verbänden zuordnen kann. Die ..wertung eines Ausschnittes seiner Kurven hat bisher ..i keine befriedigende Lösung des Zusammenhanges des ..eren relativen Bewegungszustandes zwischen Schiff und ..le und des inneren zugehörigen Dehnungsvorganges ..Baustoff ergeben. Gründe für diesen Mißerfolg wurden ..führt.

In einem Vortrag

über Knickung von Platten

.. Prof. Dr.-Ing. *Schnadel*, Berlin, ein Berechnungsverfah.. für die Ermittlung der Spannungen auf der Druckseite .. Schiffskörpern an. Die Berechnung der Zugseite kann ..e als geklärt betrachtet werden. Sie wird als voll mit..end betrachtet.

Hinsichtlich der Druckseite begnügte man sich bisher, .. Beulenform für den Fall des einseitigen oder allseits ..chmäßigen Druckes festzustellen und diejenige Last zu ..itteln, bei der die Platte auszuknicken beginnt. *Schnadel* .. nun eine Formel an, bei der die Beulenform von dem ..hältnis der Spannungen in der y- und x-Richtung abhängig ist, wobei die Spannungen in der y-Richtung Zug- oder Druckspannungen sein können. Nach dem Ausknicken ergibt sich nach *Schnadel* ein neuer Spannungszustand, der die Widerstandfähigkeit gegen Druck beträchtlich erhöht.

[1]) Z. Bd. 58 (1914) S. 1161; Bd. 66 (1922) S. 373; Bd. 68 (1926) S. 539 u. f.

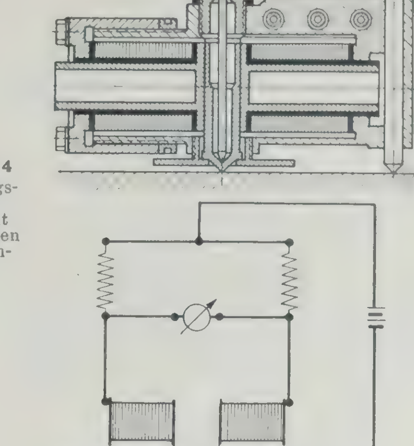


Abb. 3 und 4 Ferndehnungsmesser von *Siemann* mit Kohlenlamellen und Brückenschaltung.

Eine Schilderung des Werdeganges der unter dem Sammelnamen „Contrapropeller“ zusammengefaßten Konstruktionen gab ihr erster Erfinder, Dir. Dr. *Rudolf Wagner*, in seinem Vortrag Rückblick und Ausblick auf die Entwicklung des Contrapropellers. Sie sind heute bei über 500 Schiffen im Gebrauch. Auch bei Flugzeugen und Luftschiffen hat *Wagner* ihre Einführung versucht, doch hat man sich hier ablehnend verhalten.

Zum Schluß berichtete Dr.-Ing. *C. von den Steinen* über

das Schiffbaulaboratorium der Technischen Staatslehranstalten in Hamburg.

Es soll den Schülern dieser Anstalt die Möglichkeit geben, Versuche selbst auszuführen und damit einen Einblick in die physikalischen Gesetzmäßigkeiten beim Schiffswiderstand und -antrieb sowie bei Stabilitätsfragen vermitteln. Hierzu sind eine Reihe von Arbeitsplätzen vorgesehen, nämlich Einrichtungen für Schleppversuche nach den Verfahren von *Froude* und *Wellenkamp*, ein Becken für Krängungsversuche mit Modellen, Strömungsuntersuchungen und Propellerversuche, eine Dockrinne und ein Strahldruckapparat.

Das Laboratorium unterscheidet sich von den bekannten großen Schleppversuchsanstalten durch die Mannigfaltigkeit seiner Einrichtungen, die natürlich nicht die gleiche Leistungsfähigkeit haben können, wie die der Schleppversuchsanstalten, aber für Unterrichtszwecke vollkommen ausreichen. [M 2579]

Berlin Dr. *W. Schmidt*

Eisenbahnwesen

Gütertriebwagen für Bahnunterhaltung

Mit dem in Z. Bd. 72 (1928) S. 605 beschriebenen Gütertriebwagen liegen nunmehr Betriebserfahrungen vor. Er wurde zur Bahnunterhaltung, und zwar hauptsächlich zur Gleisunterhaltung, ferner zur Beförderung von Oberbaustoffen, Geräten, Brennstoffen usw. benutzt. Zum Teil sind diese Güter auf dem Motorbauwagen selbst, zum Teil auf angehängten Güterwagen befördert worden (höchstes zur Anhängung zugelassenes Gewicht 63 t). Auch Eisenbahnbedienstete, insbesondere Streckenarbeiter, sind nach Bedarf auf dem Triebwagen befördert worden. Der Hauptvorteil des Motorbauwagens ist, daß er in allen diesen Fällen eine Arbeitslokomotive ersetzt und daß infolge der geringen Anschaffungs- und Betriebkosten des Motorbauwagens dabei wesentliche Ersparnisse erzielt werden.

Bei dem Motorbauwagen der vorstehenden Ausführung ist nur die Hinterachse als Treibachse ausgebildet. Bei Neubeschaffung solcher Wagen von der Reichsbahn wird es sich empfehlen, zur Erzielung größerer Zugkraft und zur Verringerung der Beanspruchung des Getriebes beim Anfahren beide Achsen anzutreiben. Da die Kosten des Brennstoffverbrauchs, die in letzter Zeit etwa 27 kg Benzol für 100 km betragen, stark ins Gewicht fallen, könnten zur Verminderung der Brennstoffkosten auch Dieselmotoren zum Antrieb in Frage kommen. Zur besseren Ausnutzung des Motorbauwagens wäre eine Verkürzung der Entladezeit anzustreben und daher wäre es vielleicht vorteilhaft, den Wagenkasten so einzurichten, daß er nach beiden Seiten gekippt werden kann. [N 2538]

Salzwedel Reichsbahnrat *Fahl*

Aus dem Ausland

Kältetechnik

Sicherheitsventil für Gaskompressoren

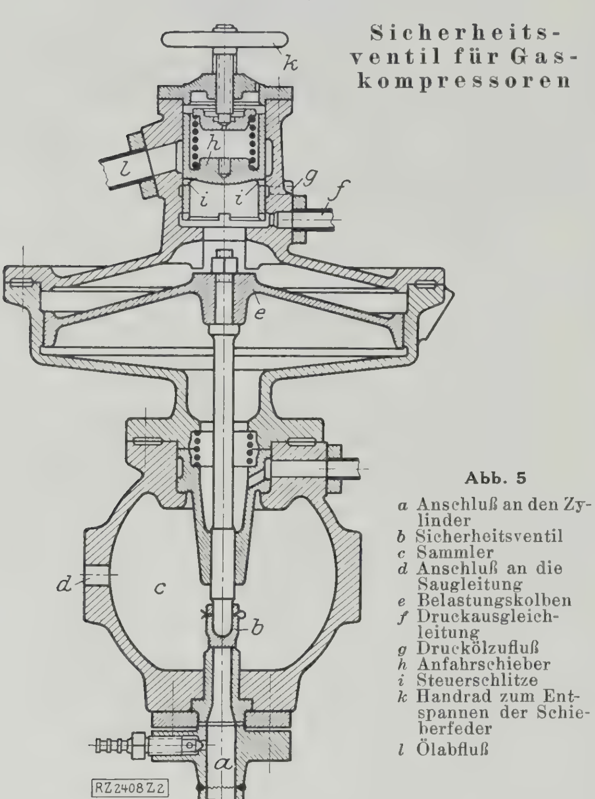


Abb. 5

a Anschluß an den Zylinder
b Sicherheitsventil
c Sammler
d Anschluß an die Saugleitung
e Belastungskolben
f Druckausgleichleitung
g Druckölzufluß
h Anfahrschieber
i Steuerschlitze
k Handrad zum Entspannen der Schieberfeder
l Ölabfluß

Die Sicherheitsventile der Sulzer-Kompressoren können infolge ihrer besonderen Bauart gleichzeitig als Anlaßorgane dienen. Abb. 5 zeigt einen Schnitt durch das Sicherheitsventil der sechsten Verdichtungsstufe eines Ammoniakkompressors[1]). Der Kolben *c*, der unter dem Öldruck der Schmierung steht, hält das Ventil *b* so lange geschlossen, bis in der Zuleitung *a* der Höchstdruck, der das Verhältnis der Durchmesser von *b* und *e* im Zusammenhang mit dem Öldruck festlegt, überschritten wird. Der Druckölzufluß ist bei *g* angeschlossen, während die Verbindungsleitung *f* den Druck in allen Sicherheitsventilen ausgleicht.

Diese Ventile dienen, wie erwähnt, gleichzeitig zum Anlassen des Kompressors ohne Gegendruck, so daß der Elektromotor unter Leerlaufbedingungen anziehen kann. Zu diesem Zweck ist das Sicherheitsventil noch mit dem federbelasteten Schieber *h* versehen, der im Betrieb durch eine mittels des Handrades *k* gespannte Feder heruntergedrückt wird, so daß die Schlitze *i* den Ölzufluß *g* freigeben. Beim Anlassen wird die Feder entspannt, dadurch hebt sich der Schieber *h*, schließt den Zufluß *g* und öffnet den Abfluß des Öles nach *l*. Infolgedessen sind der Kolben *c* und mittels der Verbindungsleitung *f* auch die Kolben der übrigen Sicherheitsventile vollständig entlastet.

Das durch den Nebenschluß sodann ausströmende Gas gelangt in den allen Ventilen gemeinsamen Sammler *c*, der bei *d* an die Saugleitung angeschlossen ist. Sobald der Kompressor die Betriebsdrehzahl erreicht hat, wird die Feder durch Niederschrauben des Handrades *k* wieder gespannt. [M 2408] *Ls.*

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1145.

Eisenhüttenwesen

Hochofen von rd. 920 t Leistung in 24 h

Gelegentlich der Tagung der Eastern States Blast Furnace and Coke Oven Association, Februar 1929, Pittsburg, wurde über einen Hochofen von 922,5 t Ausbeute in 24 h berichtet. Der 27 m hohe Hochofen hat 7347 mm Gestell-Dmr., 7874 mm Rast-Dmr., 86 ° 14′ Rastwinkel, 14 Windformen, 5100 mm Dmr. der Beschickungsoberfläche und 3747 mm großen Gichtglocken-Dmr. Verarbeitet werden 70 vH Mesabi- und 30 vH Old Range-Erze; rd. 2000 m³/min Wind bei 1,3 at abs Druck werden dem Hochofen zugeführt. In 24 h wird der Hochofen fünfmal abgestochen. Für die Erzeugung von 1 t Roheisen sind 890 kg Koks erforderlich. („The Iron Age“ Bd. 123 (1928) Nr. 8) [N 2710 E] *Gw.*

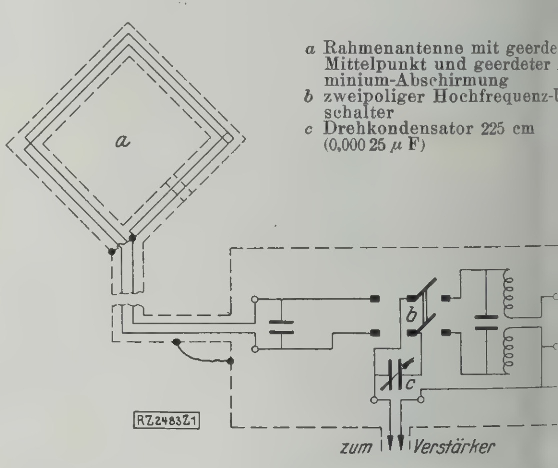
Funkwesen

Die Schwächung drahtloser Well
über Städten

In der Institution of Electrical Engineers, Lo
haben *R. H. Barfield* und *G. H. Munro* in Ergänzung
früheren Berichtes über „die Schwächung drahtloser W
über Land“[1]) nun über „die Schwächung drahtloser W
über Städten“ berichtet. Der Bericht zerfällt in ei
schreibung der Versuche und in die Aufstellung einer
rie. Zweck der Versuche war, die Absorption drah
Wellen durch Gebäude, abgestimmte Antennen und a
Gegenstände, wie Antennenmaste, festzustellen; gleich
sollten die Ergebnisse der früheren Versuche bestätig
verbessert werden, um eine einwandfreie Polarkurve
der Signalstärke des englischen Rundfunksenders 2LO,
don, aufzustellen.

Es zeigte sich, daß über Städten eine starke Abso
stattfindet und daß die Schwächung der drahtlosen W
nicht dem *Sommerfeldschen* Gesetz gehorcht, sonder
über dichten Stadtgegenden die Schwächung bei abne
der Wellenlänge viel schneller zunimmt, als dies Gese
gibt. Antennen wirken stark absorbierend, sie schw
die Wellen am meisten, wenn sie auf ihre Wellenläng
gestimmt sind.

Zur Aufzeichnung der Polarkurven des Senders
benutzte man ein Empfangsgerät mit Rahmenantenne
in einem Möbelwagen untergebracht war. Gemessen w
der Ausschlag eines empfindlichen Stromzeigers im An
kreis des mit Anodengleichrichtung arbeitenden Au
und zwar maß man einmal den Ausschlag, den die a
nommene Sendeenergie des Senders 2LO hervorrief,
andere Mal den Ausschlag infolge eines Ersatzsenders
senders), der seine Engerie in einen Ersatzkreis mi
gleichen Eigenschaften wie denen der Rahmenan
sandte, Abb. 6.



a Rahmenantenne mit geerde
Mittelpunkt und geerdeter
minium-Abschirmung
b zweipoliger Hochfrequenz-U
schalter
c Drehkondensator 225 cm
(0,000 25 μ F)

Abb. 6
Schaltung des ortbeweglichen Empfangsgerätes zur Aufnahm
der Polarkurve des Londoner Rundfunksenders 2 LO.
Die gestrichelten Linien deuten die Abschirmung an.

Dabei wurden die Rahmenantenne und die
des Ersatzkreises gegeneinander vertauscht. Gleiche
schläge des Stromzeigers erreichte man dadurch, daß
den Rahmen oder die Spule des Ersatzsenders solange
drehte, bis die Ausschläge gleich waren. Den Winke
den man den Rahmen oder die Spule aus der Stellun
schwächsten Empfanges verdrehen mußte, bezeichnete
mit ϑ. Dann ist die ankommende Energie des zu mess
Signals (1/sin ϑ) mal der ankommenden Energie des Ersa
ders, sofern der Empfang dem Kosinusgesetz folgt. W
ist, daß zur Ausschaltung des Antenneneffektes der M
punkt (neutrale Spannungspunkt) der Rahmenspule ge
und daß die Rahmenspule selbst mit einem Schirm aus
minium umgeben wird, den man ebenfalls erdet. Auc
leitungen liegen in einem geerdeten Messingrohr. Der
lauf der Polarkurve hängt von der Wellenlänge ab. D
März 1927 gemessenen Kurven des Senders 2LO zeigt A

Die vorstehend kurz beschriebene Arbeit von *Ba*
und *Munro* stellt einen sehr wertvollen Beitrag zur
rung der Ursachen der Schwächung drahtloser Weller

[1]) Journ. Inst. Electr. Engrs. Bd. 66 (1928) S. 204.

In diesem Zusammenhang ist auch von *Anders*[2]), *Bäumler*[3]), *Klimke*[4]) *Lassen*[5]) ausgeführten deutschen ...eiten über die Ausbreitung und ...wächung elektrischer Wellen hin...eisen.

...erlin [M 2483] Dr. *F. Noack*

[2]) Elektr. Nachrichtentechnik Bd. 2 (1925) S. 1.

[3]) Elektr. Nachrichtentechnik Bd. 1 (1925) u. f., Bd. 4 (1927) S. 343 u. Bd. 5 (1928) S. 473, Bd. 47 (1926) S. 955.

[4]) Elektr. Nachrichtentechnik Bd. 4 (1927) S. 8.

[5]) Elektr. Nachrichtentechnik Bd. 4 (1927) S. 24.

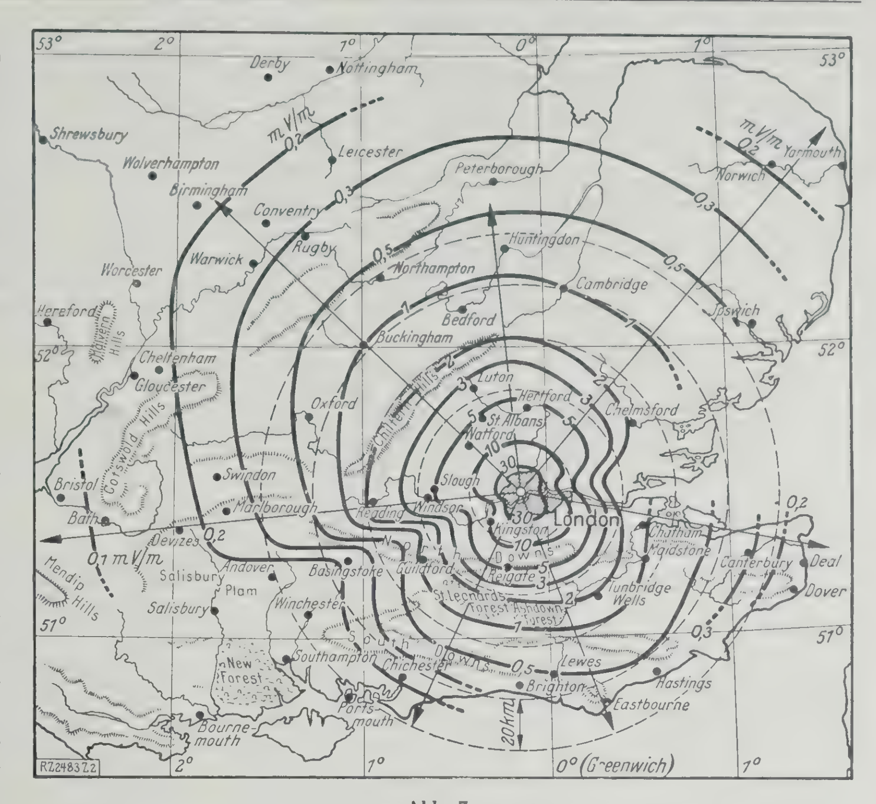


Abb. 7
Polarkurven des Londoner Rundfunksenders 2 L O, gemessen im März 1927.
Die gestrichelten Kreise geben Abstände von je 20 km an.
Die Zahlen in den Polarkurven bedeuten die gemessene Empfangsfeldstärke in mV/m.

Luftfahrt

Zündzeitpunkt-Versteller für Magnetzünder

Vorrichtungen, die dazu dienen, ... Vorzündung bei schnellaufenden ...rgasermotoren selbsttätig mit stei...nder Drehzahl zu vergrößern, hat die ...ma Eisemann & Co., Stuttgart, ...on vor Jahren vorgeschlagen[1]). ... wichtigster praktischer Vorteil be...ht darin, daß sie bei stillstehendem ...tor selbsttätig Spätzündung ein...llen und so Unfälle durch Zurück...lagen der Andrehkurbel auch bei ...achtsamkeit des Fahrers verhindern. ... den letzten Jahren hat man aus die...m Grunde die Vorrichtung zumeist ... der Form einer Abschnappkupp...ng[2]) verwendet, die beim Andrehen d... Motors den Zündzeitpunkt selbst...tig bis um 40° Kurbelwinkel ver...gert; während dieser Drehung wird e...e Feder gespannt, die beim Aus...len der Kupplung den Magnetanker ...schleunigt, wodurch das Anspringen d... Motors erleichtert wird.

Die Scintilla A.-G., Solothurn, hat eigens für Flug...toren in den letzten Jahren eine von der jeweiligen ...tordrehzahl abhängige, selbsttätig wirkende Zündver...llung entwickelt, die dem Flugzeugführer die Bedienung ... Motors erleichtert und das — je nach Flugzeugmuster ... Motorenanordnung — mehr oder weniger verwickelte ...ndgestänge erspart, Abb. 8 bis 10. In den Lücken der ...laufenden Magnetpole *a* sind die Gewichte *b* angebracht, ...ch deren Ausschwingen der Zündzeitpunkt verändert wird. ...se Gewichte sind in hakenartigen Gelenken *c* beweglich ... an den freien Enden durch Federn *d* belastet. Beim Aus...wingen der Gewichte nehmen Kugelbolzen *e* die Welle *f* ..., die in der Bronzeachse des Magneten gelagert ist und ... ihrem äußersten Ende den vierkantigen Steuernocken *g* d... Unterbrechers trägt. Ein Vorteil dieser Anordnung ..., daß die beim Verstellen des Zündzeitpunktes bewegten ...ile fast keine eignen Fliehkräfte erzeugen, da sie in der ...hse des Magneten gelagert sind.

Die mehrjährige Verwendung der Vorrichtung im Flug...rieb hat ihre Betriebsicherheit gegenüber den hohen ...chanischen Beanspruchungen bei Flugmotoren praktisch ...eits erwiesen. [M 2625] *H.*

[1]) Vergl. Z. Bd. 55 (1911) S. 309.
[2]) Vergl. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 3 S. 87.

Ankermast für Luftschiffe in Kanada

Der nachstehend beschriebene Ankermast ist im Auftrage des englischen Ministeriums für Luftfahrt erbaut und in dem Lufthafen St. Hubert in Kanada aufgestellt worden. Er unterscheidet sich von andern Türmen in erster Linie durch die Art und Anordnung der Maschinen in der Turmspitze.

Die Hauptschwierigkeit des Landungsmanövers besteht darin, das Luftschiff mit der Spitze genau über der Turmmitte zu halten. Aus diesem Grund ist der Arm, an dem das Luftschiff festgemacht wird, nach allen Seiten frei beweglich und ausziehbar, Abb. 11 und 12[1]). In der oberen Bühne ist der Landungsarm kardanisch aufgehängt. Er besteht aus drei Teilen: dem oberen Aufnahmetrichter *a* für den Kegel des Ankerseiles an der Nase des Luftschiffes, dem Stempel und der Hülse. Diese, ein Stahlgußzylinder *b*, schwingt um zwei Zapfen eines kräftigen Ringes, der um zwei in der Bühne gelagerte Zapfen drehbar ist. Auf diese Weise kann der Arm um 30° aus der Turmachse heraus nach jeder Richtung pendeln. Kugel- und Rollenlager setzen die Reibung auf das geringste Maß herab. Der Stempel ist geschmiedet und besteht aus einem Kolben *c* mit Verlängerungen nach oben und unten. Sein größter Hub beträgt

[1]) Nach „The Engineer" Bd. 146 (1928) S. 704.

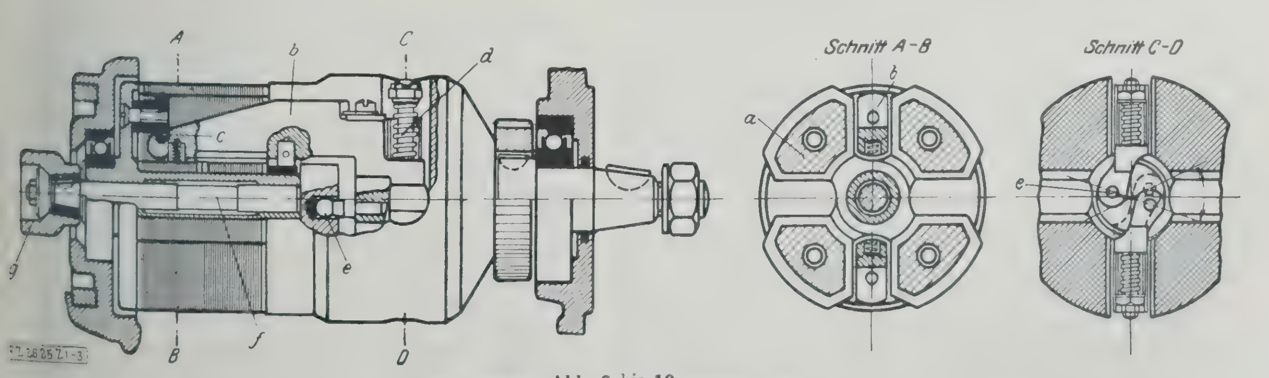


Abb. 8 bis **10**
Zündzeitpunkt-Versteller für Magnetzünder.
a Umlaufende Magnetpole *b* Gewichte *c* hakenartige Gelenke *d* Federn *e* Kugelbolzen
f Welle mit vierkantigem Steuernocken *g* des Unterbrechers

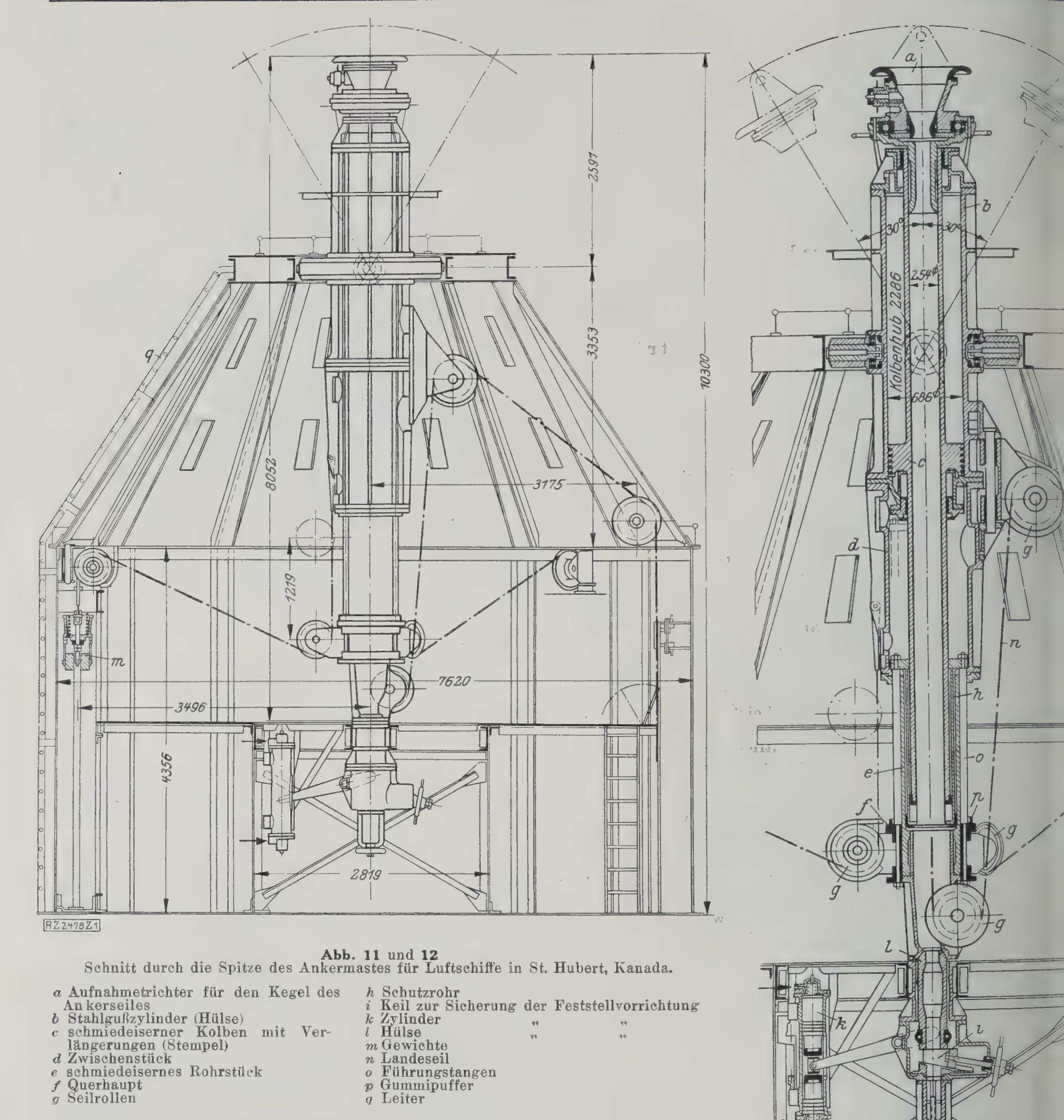


Abb. 11 und 12
Schnitt durch die Spitze des Ankermastes für Luftschiffe in St. Hubert, Kanada.

a Aufnahmetrichter für den Kegel des Ankerseiles
b Stahlgußzylinder (Hülse)
c schmiedeiserner Kolben mit Verlängerungen (Stempel)
d Zwischenstück
e schmiedeisernes Rohrstück
f Querhaupt
g Seilrollen
h Schutzrohr
i Keil zur Sicherung der Feststellvorrichtung
k Zylinder " "
l Hülse " "
m Gewichte
n Landeseil
o Führungstangen
p Gummipuffer
q Leiter

2286 mm. Der Zylinder geht nach unten in ein Zwischenstück *d* über, das ebenfalls aus Stahl gegossen ist. Es trägt einen Einsatz, worin die untere Verlängerung des Kolbens *c* geführt wird. An dieses Zwischenstück *d* schließt sich ein schmiedeisernes Rohrstück *e* an, das an seinem oberen Ende zu einem Flansch ausgebildet ist und auf dem ein Querhaupt *f* mit vier Seilrollen *g* gleiten kann, wobei es gegen Drehung durch ein Paar Führungsschienen gesichert wird. Mit dem Querhaupt *f* ist außerdem durch vier Führungsstäbe ein Schutzrohr *h* fest verbunden, das sich im Innern des Rohrstückes oder des Zwischenstückes befindet und sich durch den Zug der Gewichte an den Seilen gegen die untere Verlängerung des Kolbens *c* legt. Die Führungsstäbe sind so bemessen, daß nach einem Hub von 1219 mm die Gummipuffer des Querhauptes gegen den Flansch des Rohrstückes stoßen. In das Rohrstück *e* ist unten ein kegelförmiges Gußstück geschoben, das zur Feststellung des Armes dient und ebenso wie das Zwischenstück *d* eine Rolle für das Landungseil trägt.

Das Luftschiff wird nun folgendermaßen befestigt: Das aus einer Höhe von 100 bis 150 m abgeworfene Seil, das an der Nase des Luftschiffes befestigt ist, wird mit dem von der zugehörigen Dampfwinde kommenden Seil verbunden. Dabei steht der Arm senkrecht. Mit der Winde wird das Seil leicht gespannt und dann der Arm aus seiner senkrechten Festhaltung dadurch befreit, daß man durch ein Ha[…] rad mit Spindel den Keil *i* herauszieht und durch Dru[…] luft von 2 at im Zylinder *k* einen Kolben aufwärts […] damit die Hülse *l* abwärts bewegt. Darauf läßt man Dru[…] luft von gleicher Spannung auf die untere Seite des K[…] bens *c* strömen. Der auf die wirksame Kolbenfläche a[…] geübte Druck ist gerade so groß, daß der Stempel im […] samtgewicht von 4½ t leicht in seine oberste Lage ges[…] ben wird. Das Querhaupt folgt nach und die Gewichte […] senken sich bis in die unterste Lage. Sodann zieht […] Winde an. Wenn jetzt das Luftschiff seine Lage veränd[…] stellt sich der Arm entsprechend ein; er wird, da die u[…] dem Kolben befindliche Luft als Puffer wirkt, jeder tauch[…] den oder stoßenden Bewegung nachgeben.

Der mit der Nase des Luftschiffs gelenkig verbund[…] Kegel wird selbsttätig durch Bolzen mit Federn festgeh[…] ten, sobald der Kegel in den Trichter *a* hineingezogen […] Man leitet jetzt Druckluft von 10 at oberhalb des Kolb[…]

…n Zylinder b. Der Arm hat dabei meistens eine schräge …. In dieser Lage gleitet der Kolben unter einem Ge…druck bis zu 24 t abwärts, stößt gegen das Schutzrohr …nimmt dieses mit. Die Gewichte m schwebten bis dahin …erschiedener Höhe, sie bewegen sich aufwärts und die …sten stoßen, mittels Federn gedämpft, gegen die Hub…enzung. Von diesem Augenblick an wird der Arm …h die gegenüberliegenden Seile zur Mitte gezogen und … zuletzt genau über der Hülse l, mit der er in der er…ten Weise festgestellt wird. Sobald der Stempel sich …einer endgültigen Lage befindet, werden die an dem …hter befestigten Laschen um die dafür bestimmten An…) am feststehenden Zylinder b gelegt. Dann sichert … die Laschen und entlastet die Dampfwinde.

Die Verwendung von Druckluft aus einem genügend großen Behälter bietet den Vorteil, daß man gegenüber elektrischem Antrieb von Stromstörungen frei ist und sich durch Druckverminderung den jeweiligen Windverhältnissen anpassen kann. Für die Bedienung ist nur ein Mann erforderlich, der durch ein einziges Handrad von einem Bedienungsstand in Höhe des Laufsteges die Freilassung, Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens und seine Feststellung steuert. Die Bedienung ist eindeutig, die Lage und Bewegung des Stempels wird durch einen Zeiger kenntlich gemacht. Druckmesser und eine elektrische Kontrolle, ob die gewünschten Bewegungen ausgeführt werden, vervollständigen die Ausrüstung des Bedienungsstandes.
[M 2478] *Stegemann.*

Kleine Mitteilungen

…folge des Hochdruck-Dampfbetriebes

In einer Sitzung der American Society of Mechanical …ineers zu New York berichtete *I. E. Moultrop* über …wirtschaftliche Ergebnis des Hochdruck-Dampfbetriebes …Edgar-Kraftwerk der Edison Electric Illuminating Co., …on.

Mit der Dampftemperatur gehe man heute bis zu 400 °, … dem Dampfdruck in einigen Kraftwerken bis zu 100 at. …er Druck sei zur Zeit die wirtschaftliche Grenze für …densationsanlagen. Für Anlagen ohne Zwischenüber…ung sei 28 at die wirtschaftliche Grenze. Richtig ent…ene Hochdruckkraftwerke brauchen, bezogen auf 1 kW, …t mehr zu kosten als Anlagen für niedrigeren Druck; … die mit Hochdruckdampf arbeitenden Teile sind nur …r kleiner Teil der Gesamtanlage, und ihre Mehrkosten …len durch Ersparnisse am Kondensator, an den Pumpen … Leitungen für Kühlwasser, an Gebläsen, Einrichtungen …lie Vorbereitung und Zufuhr der Kohlen, Gebäuden usw. …eglichen.

Beim Edgar-Kraftwerk, das nicht zu Versuchzwecken, …ern nach streng geschäftlichen Rücksichten gebaut …le, war man bestrebt, die Kesselheizfläche auf Kosten …Speisewasser- und Luftvorwärmer-Heizflächen zu ver…ern; der Erfolg war eine wesentlich höhere Leistung …Kessel. Noch nicht gelöst ist die genaue Drehzahlrege… der Schleifringmotoren für die Hochdruck-Speise…pen.

In einem zweiten Vortrag berichtete *R. Brown,* daß … manche Einrichtungen, die man aus Gründen der Sicher… bei der ersten Hochdruckanlage für notwendig gehalten …e, später als überflüssig erwiesen haben, z. B. Sicher…ventile mit Vorsteuerung, Dampfkühler für das selbst…e Drosselventil der Hochdruckturbine, Regelschieber für …schenüberhitzer usw. Unerwartete Schwierigkeiten be…iten dagegen die Speisewasserregelung, die Wasserküh…r der Feuerraumwände und die Hochdruck-Speisepumpen. …n den Betriebsergebnissen des Edgar-Kraftwerkes könne … bei einem reinen Hochdruckkraftwerk mit 12 vH …nstoffersparnis rechnen. („Power" 12. Februar 1929 …91) [M 2710 a] *Le.*

Schaufellader

In Z. Bd. 71 (1927) S. 1313 hat Dipl.-Ing. *Fr. Prockat,* …ein, in seiner Arbeit „Anwendung von Lademaschinen …Bergbau unter Tage" die Butler-Schaufel der Firma …olberg Mfg. Co., Milwaukee, S. 1315 und 1316, beschrie… Der Schaufellader, s. Abb., wird in Deutschland von …Demag A.-G., Duisburg, gebaut. Alle Bewegungen der etwa 0,2 m³ fassenden Schaufel werden von einem Arbeitszylinder mit 285 mm Dmr. und 1070 mm Hub ausgeführt. In dem Zylinder befinden sich zwei Kolben, die sich beim Vorschieben sowie beim Heben und Ausstrecken der Schaufel über dem Wagen beide in gleicher Richtung bewegen. Beim Füllen und Entleeren der Schaufel tritt die Druckluft zwischen die Kolben und drückt sie auseinander. Diese Bewegung wird mit Drahtseil und Zwischengliedern auf die Schaufel übertragen. [M 2710 c] *Gw.*



Verhalten des Mauerwerks bei Kohlenstaub- und Ölfeuerung

Bei Ölfeuerungen verschlackt das Mauerwerk nicht so leicht wie bei Kohlenstaubfeuerungen, weil das Brennöl weniger als 0,1 vH Asche enthält gegenüber 8 bis 18 vH bei Kohlen. Dagegen hat man bei Ölfeuerungen stärkere Rißbildung am Mauerwerk beobachtet. Dies hat das Bureau of Mines und die American Society of Mechanical Engineers veranlaßt, Versuche an den Brennkammern zweier großer Kessel durchzuführen, von denen der eine mit Illinois-Kohle, der andre mit Brennöl beheizt wurde.

In der Ölfeuerung wurde zwar eine größere Wärmemenge entwickelt, die höchste Gastemperatur betrug jedoch in beiden Fällen 1540 °. An den von der Flamme berührten Stellen wurden bei der Ölfeuerung etwas höhere Temperaturen gemessen. Das Temperaturgefälle zwischen der Innenwand des Mauerwerkes und einer 15 cm davon entfernten Meßstelle war unter gleichen Betriebsbedingungen bei beiden Feuerungen gleich. Auch der Temperaturwechsel im Mauerwerk beim Dämpfen des Feuers und beim Hochheizen verlief bei beiden Feuerungen annähernd gleich. In der Asche und Schlacke der Ölfeuerung fand man mehr Natrium und weniger Eisen und Kalzium als in der der Kohlenstaubfeuerung, außerdem enthielt die Ölschlacke Natrium-Kalzium-Silikat.

Man hält es daher für möglich, daß Verbindungen in der Ölschlacke oder Verbindungen der Ölschlacke mit dem Mauerwerk gegen schnelle Temperaturänderungen empfindlich oder in der Wärmeausdehnung gegenüber dem Mauerwerk so verschieden sind, daß sich dann Risse bilden. Die tiefen Risse in den Seitenwänden und der Vorderwand sprechen für die erste, die dünnen Risse in der Brücke für die zweite Vermutung. („Power" 12. Februar 1929 S. 270)
[M 2710 b] *Le.*

Versuchs-Verkokungsanlage

In der Versuchsanlage des Gaswerkes der Gaslight and Coke Co., Fulham, kann man die Versuche unter vollen Arbeitsbedingungen ausführen. Im Retortenhaus befinden sich zwei wagerechte Retorten (610 × 405 × 6096 mm) für 1422 kg Durchsatz in 24 h bei etwa 1300 ° Vergasungstemperatur. In einem zweiten Retortenhaus sind von Glover-West & Woodhall-Duckham senkrechte Retortenöfen aufgestellt, von denen je eine Retorte mit besonderem Fülltrichter, Wiegemaschine, Koksentladung, Wasser- und Gasleitungen ausgerüstet ist, so daß die Arbeitsbedingungen einwandfrei überwacht werden können. Ferner ist eine Tieftemperatur-Verkokungsanlage vorhanden, die nach dem Salermoverfahren der ununterbrochenen Verkokung bei 450 ° arbeitet und täglich rd. 20 t durchsetzt.

Die Reinigungs-, Verdichtungs- und Nebenerzeugnisanlagen sind ebenfalls für die Versuchsanlage getrennt, ferner sind besondere Gasbehälter vorhanden, so daß Gas, Nebenerzeugnisse und Koks in allen Einzelheiten nach Menge und Eigenschaften untersucht werden können. Das Laboratorium ist ebenso vollkommen ausgestattet wie die Versuchsanlage. Der Versuchsgasbehälter faßt 28 m³. Das Gas wird auf Heizwert, Zusammensetzung, Gehalt an leichten Kohlenwasserstoffen usw. geprüft. („Engineering" 1. März 1929 S. 260*) [M 2710 d] *Ste.*

Kohlenstaubfeuerung auf Frachtdampfern

Auf der Werft von W. Gray & Co. in West Hartlepool befinden sich 9000 t-Dampfer im Bau, die Kohlenstaubfeuerung mit den zugehörigen Aufbereitanlagen nach der Bauart der Brand Powdered Fuel Co. erhalten sollen. Die Rohkohlen werden von den Hauptbunkern durch einen Kohlenbrecher zur Mühle und weiter zu einem Vorratbunker gefördert. Dieser liefert den Staub an den schottischen Schiffskessel, der mit einer Vorfeuerung und Sonderbrennern ausgerüstet ist. In den Abnahmebedingungen hat die Brand Co. gewährleistet, daß das Schiff rd. 12,5 vH an Kohlen gegenüber Handfeuerungen sparen soll. Später will man eingehende Versuche bei wechselnden Betriebsverhältnissen und verschiedenen Kohlenarten vornehmen.

Die Erfahrungen mit dem Dampfer „Hororata", von dessen Kesseln die Hälfte Kohlenstaubfeuerung hat, sollen sehr befriedigen. Der tägliche Kohlenverbrauch ist um 2 oder 3 t zurückgegangen. Die Blue Star Line will auf Grund von Versuchen mit der Woodeson-Kohlenstaubfeuerung auf dem Dampfer „Stuartstar" die ganze Kesselanlage umbauen und soll damit umgehen, ihre ganze Handelsflot mit Kohlenstaubfeuerung auszurüsten. („The Enginee 1. März 1929 S. 227*) [M 2710 f] *Stg.*

Japans Kraftwirtschaft[1])

Ende März 1927 bestanden in Japan mehr als hunde Wasserkraftwerke mit je 5000 kW Leistung und darübe Die Gesamtleistung der japanischen Wasserkraftwerke b trug 1 965 970 kW, die der Dampf- und sonstigen Kra werke 1 236 644 kW; im Bau befinden sich Wasserkra werke für 1 426 611 kW und Dampf- und sonstige Kraftwerk für 222 438 kW. Nach Fertigstellung dieser Bauten wi rd. ein Drittel der in Japan verfügbaren Wasserkräfte au genutzt sein. Das Leitungsnetz ist mit den Bahnspeis leitungen rd. 215 000 km lang. Im Jahre 1926 lieferte die japanischen Kraftwerke im ganzen über 9 Milliard kWh; auf die Wasserkraftwerke entfielen davon 89 vH, a die Dampfkraftwerke 10,9 und die Kraftwerke mit Ve brennungsmotoren 0,1 vH. („The Engineer" 1. März 19 S. 248*) [M 2710 g] *Pa.*

[1]) Vergl. a. ETZ Bd. 50 (1929) Nr. 7 S. 226.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204).

Bauelemente der Feinmechanik. Von *O. Richter* und *R. v. Voß.* Berlin 1929, VDI-Verlag. 576 S. m. 1852 Abb. und 36 Taf. Preis 29 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 26 *RM*.

Konstruktions-Elemente der feinmechanischen Technik. Herausgeg. vom Verein „Fachschule für feinmechanische Technik". 243 Taf. Berlin-Charlottenburg 1928, Geschäftsstelle des Vereines. In Kommission beim VDI-Verlag. Preis der Mappe 150 *RM*.

Die beiden Bücher sind entstanden aus dem dringenden Bedürfnis nach einer Sammlung der feinmechanischen Bauelemente in gleicher Weise, wie sie dem allgemeinen Maschinenbau schon seit langem zur Verfügung stehen. Der zuerst erschienene Atlas „Konstruktions-Elemente" enthält Tafeln, auf denen die verschiedenartigen Konstruktionselemente: Verbindungen, Lagerungen, Triebmittel usw., dargestellt und kurz erläutert sind. Die „Bauelemente der Feinmechanik" sind entstanden auf Grund einer eingehenden Sichtung, Bearbeitung und systematischen Zusammenstellung des umfangreichen Stoffes, den die „Konstruktionselemente" enthalten.

Den großen Wert der beiden Bücher für die Ingenieure der feinmechanischen Industrie, mögen sie noch in der Ausbildung begriffen sein oder in der Praxis stehen, hat Prof. Dr. *Kutzbach* in seinem Aufsatz „Ausbildung in der feinmechanischen Technik"[1]) eingehend gewürdigt. [E 2581] *Pa.*

[1]) Z. Bd. 72 (1928) Fachheft „Feinmechanik" S. 1781.

Druckschwankungen in Druckrohrleitungen. Von *R. Löwy.* Wien 1928, Julius Springer. 162 S. m. 45 Abb. u. 7 Taf. Preis 15 *RM*.

Das Problem der Druckschwankungen in Rohrleitungen ist durch die Theorie von *Allievi* in gut mit den Tatsachen übereinstimmender Weise gelöst; diese beruhigende Gewißheit genügt dem fernerstehenden Ingenieur, und nur wer selbst einmal derartige Rechnungen durchzuführen hatte, kennt die Schwierigkeiten, die bei der Anwendung dieser Theorie auf praktische Fälle zu überwinden sind. Das vorliegende Buch bringt eine zusammenfassende, recht erschöpfende Darstellung des ganzen Gebietes, wie es sich dem Wasserturbinenbauer darbietet. Zunächst ist darin der einfache Fall der Druckschwankungen bei Vernachlässigungen der Elastizität von Wasser und Rohrwerkstoff, anschließend die *Allievische* Theorie, die die Elastizität berücksichtigt, behandelt.

Als Oberingenieur der Leobersdorfer Maschinenfabrik hat der Verfasser besonders die praktische Anwendung der Ergebnisse im Auge und bespricht demgemäß auch eingehend die von der vorliegend behandelten Theorie nicht erfaßbaren Abweichungen, wie sie z. B. die Reibung bedingt. Auch auf die Feststellung der Grenzen, innerhalb deren die einzelnen Ansätze genügend genau gelten, ist besonders hingewiesen. Eine Anzahl von Kurventafeln, sowie ein für die vorliegenden Fälle besonders geeignetes graphisches Verfahren dienen dazu, die Rechnungen zu vereinfachen. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Berechnungsformeln und eine Reihe von Beispielen, denen auch zum Vergleich Versuchsergebnisse beigefügt sind, werden dem Praktiker willkommen sein, während das am Schluß angefügte Literaturverzeichnis für Studierende von Wert ist.

[E 2490] Dr.-Ing. *K. Pantell*

Chemische Technologie in Einzeldarstellungen. Herau geber *A. Binz.* **Messen und Wägen.** Von *Walter Bloc* mit einer Einleitung von *Fritz Plato.* Leipzig 1928, Ot Spamer. 339 S. m. 109 Abb. Preis 28 *RM*.

Das Buch hat mit Absicht den Charakter eines Leh buches erhalten und ist zum Gebrauch insbesondere für Ch miker, Mediziner usw., die nur gelegentlich schwierige Messungen ausführen müssen, bestimmt.

Einleitend beschreibt *F. Plato* die Entwickelung d Meßkunde und des Maß- und Gewichtswesens, die zu der a internationaler Vereinbarung fußenden deutschen Maß- u Gewichtsordnung geführt hat. Die nächsten Abschnitte d Buches bringen allgemeine Ausführungen über Messung und Maßsysteme, weiter Anleitungen zum Messen von Zeite Winkeln, Längen und Flächen. Der Bestimmung von Rä men, der Wägung und Dichtebestimmung ist, als für d Chemiker besonders wichtig, ein breiter Raum gewäh Zahlenbeispiele erleichtern das Verständnis. In dem Kap tel Temperaturmessungen werden die zur Bestimmung v Temperaturen erforderlichen Geräte, wie Gas-, Quecksilbe Widerstandsthermometer, Thermoelemente und Strahlung pyrometer beschrieben. Mit Recht weist *W. Block* ausdrüc lich darauf hin, daß dem Einbau der Meßhilfsmittel, insb sondere, wenn sie zur Temperaturbestimmung in Gas dienen sollen, ganz besondere Sorgfalt zuzuwenden ist. E der Besprechung der Apparate, die zur Messung von Wärm mengen dienen, hätte neben den Geräten zur Heizwertbesti mung der für den technischen Chemiker nicht unwichti Wärmeflußmesser von *E. Schmidt* Erwähnung verdie Schließlich werden noch einige Angaben über optische u elektrische Messungen gebracht.

In einem ausführlichen Verzeichnis ist die Literat über das Meßwesen zusammengestellt.

[E 2488] *We. Koch*

Handbuch der Experimentalphysik. Herausgeg. von *Wien* und *F. Harms* unter Mitarbeit von *H. Lenz.* 23. I 1. T.: Phosphoreszenz und Fluoreszen Von *P. Lenard, Ferd. Schmidt* und *R. Tomaschek.* 741 m. 162 Abb. Preis 71 *RM*. 2. T.: Phosphore zenz und Fluoreszenz. Von **P. Lenard,** Fe **Schmidt** und **R. Tomaschek.** Lichtelektrische Wirkun Von *P. Lenard* und *A. Becker.* 800 S. m. 252 Abb. Pr 72 *RM*. Leipzig 1928, Akademische Verlagsgesellscha

Der vorliegende 23. Band des Handbuches gibt in au führlicher Darstellung einen Überblick über das F schungsgebiet der lichtelektrischen Erscheinungen im a gemeinen. Daß gerade *Lenard,* der bedeutendste Förder dieses Wissenszweiges unter den lebenden Physikern, r seinen hervorragenden Schülern *Becker, Schmidt* und *T maschek* hier zu Worte gekommen ist, muß den Hera gebern als besonderes Verdienst angerechnet werden. ist ein fundamentales Werk entstanden, das für den rein Wissenschaftler, aber auch für den technischen Physik und den physikalisch interessierten Ingenieur von groß Nutzen sein wird.

Aus dem reichen Inhalt seien hier nur erwähnt: I praktischen Bereitungsverfahren der Phosphore; die spe trale Zerlegung des Phosphoreszenzlichts in Banden,

haften der Banden hinsichtlich der Temperatur, der gsarten, des Abklingens; das Entweichen von Elek- aus den Phosphoren, die Leitfähigkeit, die dielek- Wirkung, Einfluß elektrischer und magnetischer die Dauerregungsverteilungen; die Zerstörung der reszenz durch Druck und Licht; Energie der Phos- enz, Ausleuchten, Tilgung, molekulare Eigenschaf- luoreszenz, Trennungsleuchten, Reaktionsleuchten, n von Lebewesen. Die lichtelektrischen Erschei- im engeren Sinne werden hinsichtlich des Auftre- Oberflächen und in Gasen, ausführlich dargestellt rch ein besonderes Kapitel über die Praxis der Licht- und Empfänger nebst Anwendungen ergänzt.
233] E. Gehrcke

sche Elektrochemie. Von *Jean Billiter*. 4. Bd.: Elek- sche Öfen. Halle a. d. S. 1928, Wilhelm Knapp. 302 S. 92 Abb. Preis 19,50 *RM*.

s Buch gewährt einen lehrreichen Überblick über die t wichtigsten elektrothermischen Verfahren und Vor- gen. Es werden die bekannten Ofenkonstruktionen Herstellung von Karborund, Korund, Magnesia usw. men mit der Arbeitsweise beschrieben. Es folgen dann schaulicher Darstellung die kennzeichnendsten Kon- onen der Luftstickstoff-Technik, die Zyanamid- und verfahren, die *Serpeksche* Ammoniaksynthese, über uminiumnitrit-, die Kalziumkarbid- und Kalzium- idverfahren, die Beschreibung der Graphit- und Graphitierungsverfahren und als Ergänzung je ein über Phosphor- und Schwefelkohlenstoff-Herstellung. e der Verfasser, der seine technisch-wissenschaft- eistung hauptsächlich auf schmelzelektrolytischen en aufzeichnet, im Vorwort richtig erkennt, ist hier- er heutige Stand der Elektrothermie nicht erschöpfend egeben. Insbesondere macht sich das Fehlen einer len Behandlung der heute so ungemein wichtig ge- nen elektrometallurgischen Prozesse, z. B. die Elektro- urgie der Eisenlegierungen, das Schmelzen und Feinen nderstählen usw. bemerkbar. Gerade auf diesen Ge- sind in den letzten Jahren die bedeutendsten Fort- e in Bau und Betrieb von elektrischen Öfen aufzu- n. Die Entwicklung der Induktionsöfen, insbesondere chfrequenzofens und seine Bedeutung für die Her- g von Edelstahl, könnte im Rahmen der Ausführungen nung finden. Bekanntlich gestatten die Induktions- ei Abwesenheit von Elektroden und Flammengasen folge der Möglichkeit, beliebig hohe Temperaturen eichen, die schwierigsten metallurgischen Vorgänge uführen. So sind in der letzten Zeit im Forschungs- orium des Bureau of Mines, Berkeley, Kalifornien, eihe von technisch wichtigen Untersuchungen gemacht n, aus denen die Leichtigkeit hervorgeht, mit der sonst rige Prozesse, wie die Auslösung chemischer Reak- bei hohen Temperaturen und hohem Unterdruck im ionsofen, durchführbar sind.

eilich sind dies Arbeitsergebnisse der jüngsten Zeit, möglich in dem besprochenen Buch berücksichtigt n konnten. Dieses erfüllt seine Aufgabe mit der llung einiger, bisher in der Technik bewährter Tat- . [E 2491] Tama

Werden der naturwissenschaftlichen Probleme. Von *rdrich Dannemann*. Leipzig 1928, Wilhelm Engelmann. S. m. 82 Abb. Preis 19 *RM*.

er Verfasser geht flüchtig auf die vorderasiatisch- sche Kultur ein unter Verzicht auf die altindische und esische Kultur. Dann, von der Frühzeit der grie- en Wissenschaft beginnend, bespricht er deren Ausbau exandrinischen Zeit und im Zeitalter der römischen rrschaft. Beim Übergang vom Altertum zum Mittel- ind von entscheidendem Einfluß die Ausbreitung des entums und das Eindringen der Germanen und Araber Mittelmeerländer. Das arabische Zeitalter und seine ttlerrolle für die folgende christlich-germanische Zeit geschildert und daran anschließend das Wiederauf- der Wissenschaften unter dem Einflusse des Humanis- . Am Übergang zur neueren Zeit steht *Copernikus*. beginnt sich mit den Grundlagen der Naturwissen- en zu befassen, die dann in der Zeit von *Galilei ewton* geschaffen und im 18. Jahrhundert weiter aut werden. Daran anschließend schildert *Danne-* den beispiellosen Aufschwung der Naturwissenschaf- der neuesten Zeit bis auf unsre Tage. Bei der Schil- g der wichtigsten Forscher ist es verständlich, daß er unerwähnt bleiben mußte, um den Umfang des s zu beschränken. So vermißt man *Ohm*, *Michelson* . Neben *Darwin* und *Lamarck* hätte auch *Mendel*, der nder der Vererbungsforschung, eine Erwähnung ver- n

Dieses Werk kann man jedem empfehlen, der in knappen Zügen das wichtigste der Entwicklungsgeschichte der Naturwissenschaften verfolgen will, ohne sich mit geschichtlichen Zahlen zu belasten oder in Einzelheiten zu verlieren. Von solchen Werken hätten unsre Schüler einen unvergleichlich höheren Nutzen als vom Einpauken von Schlachtenzahlen und Regierungszeiten.
[E 2466] Dr.-Ing. *R. Berger*

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Herausgeg. von *F. Auerbach* und *W. Hort*. 6. Bd. 2. Liefg. Leipzig 1928, Johann Ambrosius Barth. S. 461 bis 918 m. 426 Abb. Preis 50 *RM*.

Der sechste Band dieses umfassenden Handbuches handelt ganz allgemein von den Gasen. In der bereits erschienenen ersten Lieferung (vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 1391) wird vorwiegend die physikalische Seite betrachtet, die vorliegende zweite Lieferung beschreibt die technischen Anwendungen und ist in folgende Abschnitte gegliedert: Windräder, Dampfturbinen, Gasturbinen (*G. Flügel*), Luftkräfte an Fahrzeugen (*E. Everling*), Segel- und Motorschiffahrt (*H. Croseck*), dynamische Luftfahrt (*E. Everling*), Berechnung der Luftkräfte (*R. Fuchs*), statische Luftfahrt (*E. Everling*), pneumatische Förderung (*K. Wagner*), Verdichten und Verdünnen von Gasen (*A. Seligmann*), Energieumsetzungen in den Kolbenmaschinen (*W. Hort*). Da auf diesen Gebieten in den letzten Jahrzehnten sehr viel gearbeitet worden ist, war eine gewaltige Stoffmenge zu verarbeiten, wie aus den den einzelnen Abschnitten beigefügten bis 15 Seiten füllenden Literaturverzeichnissen zu entnehmen ist. Trotzdem ist es den Verfassern gelungen, durch Beschränkung und Hinweis auf das Wichtigste einen vorzüglichen Überblick zu geben. Es werden auch solche Maschinen behandelt, die wohl in theoretischer Hinsicht beachtenswert, aber noch im Werden begriffen sind und ihre praktische Verwendungsmöglichkeit noch nicht erwiesen haben. Alles in allem ist diese Lieferung vom Ingenieurstandpunkt aus besonders zu begrüßen. [E 2492] *W. Schmidt*

Sechsstellige Tafel der trigonometrischen Funktionen. Von *J. Peters*. Berlin und Bonn 1929, Ferd. Dümmler. 293 S. Preis 52 *RM*.

In der „Hütte" findet man fünfstellige Tafeln der trigonometrischen Funktionen (Kreisfunktionen) Sinus, Cosinus, Tangens und Cotangens, bei denen das Intervall im Argument 10 Bogenminuten beträgt. Die den gebräuchlichen Logarithmentafeln beigegebenen Tafeln der trigonometrischen Funktionen gehen gewöhnlich über diese Unterteilung und Stellenzahl nicht hinaus. Demgegenüber beträgt das Intervall in diesem Tafelwerk nur 10 Bogensekunden, also nur ein Sechzigstel des obigen Wertes. Damit schwillt die Tafel natürlich gewaltig an, zumal auch die Secans- und Cosecans-Funktionen aufgenommen worden sind. Größere Genauigkeit und weniger häufiges Interpolieren stehen diesem Nachteil gegenüber. Die Tafel wird allen willkommen sein, die viel mit trigonometrischen Funktionen zu tun haben. [E 2493] *W. Schmidt*

Leitfaden der Flugzeugnavigation. Von *W. Immler*. München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 89 S. m. 57 Abb., 15 Taf. und 13 Tab. Preis 12,50 *RM*.

Immler hat die Verfahren der Flugzeugnavigation unter Anwendung und Anpassung an die Verfahren der Seenavigation zusammenfassend behandelt, eine gerade in der Gegenwart des Verkehrsflugwesens außerordentlich begrüßenswerte Arbeit. Der Flugzeugnavigateur und -führer findet in diesem Buch, organisch aufgebaut, alles, was für die planvolle Vorbereitung und Durchführung von Langstreckenflügen in navigatorischer Hinsicht wissenswert ist. *Immler* hat sich aber außerdem die besonders beachtenswerte Aufgabe gestellt, rechnerische Auswertungen durch nomographische Rechentafeln zu ersetzen, wobei eine Genauigkeitsgrenze von 0,1 ° als ausreichend für die Zwecke der Luftnavigation angenommen wurde. Es wird sich in der Praxis zeigen müssen, welche Aufnahme das von *Immler* grundsätzlich angestrebte nomographische Verfahren bei den Navigation Treibenden in der Anwendung und im Endergebnis im Vergleich mit andern Verfahren finden wird. Die Beschäftigung mit dem Werke *Immlers* ist allen Interessierten sehr zu empfehlen. [E 2483] *Mäder*

Die deutschen Forschungsstätten. Dargest. von *Leopold Lehmann*. Berlin 1929, Verlag für Kulturpolitik. 163 S. m. 60 Abb. Preis 8 *RM*.

Das Buch gibt nicht, wie aus dem Namen geschlossen werden könnte, eine trockene Zusammenstellung der gesamten deutschen Forschungsstätten, etwa in Art eines Hand- oder Adreßbuches, sondern behandelt in einer allgemeinverständlichen Darstellung die Entwickelung und die Arbeiten von sechzehn Instituten und Gesellschaften. Den

Ingenieur werden besonders die Aufsätze interessieren über das Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie, das Geodätische Institut bei Potsdam, die Institute für Gärungsgewerbe, Meereskunde, Textilindustrie, Zuckerindustrie, die Preußische Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, die Versuchsanstalt für Kohlenverflüssigung, für Luftfahrt, das Laboratorium des Vereins deutscher Portlandzement-Fabrikanten, die Telefunken-Gesellschaft und die Vereinigten Glanzstoff-Fabriken.

Wir haben in Deutschland allein etwa 1000 technisch-wissenschaftliche Forschungsstätten der Vereine und Institute. Die vorliegenden Abhandlungen können daher nur einige wenige Proben der Arbeiten geben. Sie werden aber durch ihre Mannigfaltigkeit, lebendige Darstellung und die guten Abbildungen jeden Leser fesseln.

[E 2485] *Boeck*

Der Praktiker in der Werkstatt. Von *Valentin Retterath.* Berlin 1927, Julius Springer. 70 S. m. 107 Abb. Preis 3,50 *RM.*

Dieses Heftchen ist ein Ratgeber für die rationelle Ausnutzung von Werkstätten des Maschinenbaues. Ein Mann der Praxis mit reichen Erfahrungen zeigt an Beispielen, was im Betriebe zu verbessern ist, und wie man durch Überlegungen und mit einfachen Mitteln Verlustquellen ausmerzen kann. Gerade auch die „Nebensächlichkeiten" sind dabei von Bedeutung. [E 1901] *W. W.*

Richtige Akkorde. Von *G. Peiseler.* Berlin 1929, Julius Springer. 157 S. m. 64 Abb. Preis 10,50 *RM.*

Refa-Buch. Einführung in die Arbeitszeitermittlung. Herausgeg. vom Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung. Berlin 1928, Beuth-Verlag. 50 S. m. 33 Abb. Preis 5 *RM.*

Sammlung Vieweg, 92 H.: **Physikalische Probleme im Aufbereitungswesen des Bergbaus.** Von *Siegfried Valentiner.* Braunschweig 1929, Friedr. Vieweg & Sohn. 110 S. m. 77 Abb. Preis 7 *RM.*

Taschenbuch für die Farben- und Lackindustrie. Herausgeg. von *Hans Wolff, W. Schlick* und *Hans Wagner.* 5. Aufl. Stuttgart 1929, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. 381 S. Preis 11 *RM.*

Technik der Emulsionen. Von *Otto Lange.* Berlin 1929, Julius Springer. 391 S. m. 66 Abb. Preis 49,40 *RM.*

Junkers. Festschrift Hugo Junkers zum 70. Geburtstage. Gewidmet von *A. Benson, A. Gramberg, A. Kessner, O. Mader, A. Nägel* und seinen Mitarbeitern. Überreicht vom Verein deutscher Ingenieure. Berlin 1929, VDI-Verlag. 99 S. m. Abb. Preis 6 *RM,* für Mitglieder des V. d. I. 5,40 *RM.*

Der Weltluftverkehr. Von *Carl Hanns Pollog.* Leipzig und Berlin 1929, B. G. Teubner. 94 S. m. 12 Abb. und 6 Karten. Preis 5 *RM.*

ABC of Aviation. Von *Victor W. Pagé.* New York 1928, The Norman W. Henley Publishing Co. 143 S. m. 62 Abb. Preis 1 $.

Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik. 8. Bericht: **Das Aluminium und seine Legierungen.** Zürich 1927, Eidgenössische Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. 31 S. m. 35 Abb. Preis 4 Fr.

Methoden und Probleme der Elastizitätstheorie. Von *Theodor Pöschl.* Braunschweig 1929, Friedr. Vieweg & Sohn. 23 S. Preis 1,75 *RM.*

Atombau und Spektrallinien. Wellenmechanischer Ergänzungsband. Von *Arnold Sommerfeld.* Braunschweig 1929, Friedr. Vieweg & Sohn. 351 S. m. 30 Abb. Preis 14,50 *RM.*

Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher Ärzte. 90. Versammlung zu Hamburg 1928. Heraus durch „Die Naturwissenschaften". Berlin 1929, J Springer. S. 831 bis 1067 m. Abb. Preis 8 *RM.*

Teubners mathematische Leitfäden, 22. Bd.: **Höhere M matik.** 2. T.: Integralrechnung. Unendliche Re Vektorrechnung nebst Anwendungen. Von *Rudolf R* Leipzig und Berlin 1929, B. G. Teubner. 201 S. m. 96 Preis 6,40 *RM.*

Verstärkermeßtechnik. Instrumente und Methoden. *Manfred von Ardenne.* Unter Mitarbeit von *Wolf Stoff* und *Fritz Gabriel.* Berlin 1929, Julius Sprin 235 S. m. 246 Abb. Preis 24 *RM.*

Instrumente und Geräte für Verstärkungsmessu — Methoden zu Verstärkungsmessungen — Fehlerqu bei Verstärkungsmessungen.

Deutscher Werkmeister-Kalender 1929. Herausgeg. *C. E. Berck.* 3. Bd.: **Maschinenschlosserei.** Bearb. *Fritz Röll.* Wittenberg (Bez. Halle) 1929, A. Zien 448 S. m. 355 Abb. Preis 3,50 *RM.*

Das Kraftwerk Schulau des Elektrizitätswerkes Unter Aktiengesellschaft (EWU) in Altona. Herausgeg. vo Direktion. Altona 1928, Selbstverlag. 55 S. m. Preis 7 *RM.*

Musterbetriebe Deutscher Wirtschaft, 5. Bd.: **Die Pa herstellung der Feldmühle, Papier- und Zellstoffw A.-G.** Von *Richard Hamburger* unter Mitwirkung *Hans Friederich.* Berlin 1928, Organisation Ver gesellschaft (S. Hirzel). 49 S. m. Abb. Preis 2,75

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. sondere Mitteilungen, 5. Bd. Nr. 1: **Das Hochwasser** Im Bode- und Okergebiet um die Jahreswende 192 Von *E. Momber.* Im Odergebiet im Sommer 1926. *W. Fabian* und *G. Bartels.* Im Gebiet der mittleren im Sommer 1926. Von *M. Schirmer.* Berlin 1928, Mittler & Sohn. 49 S. m. 29 Taf. Preis 15 *RM.*

Engine. Von *E. N. da C. Andrate.* London 1928, G. and Sons, Ltd. 267 S. m. 75 Abb. Preis 7 s 6 d.

Diesellokomotiven. Von *G. Lomonossoff.* Übersetzt *E. Mongrovius,* durchgesehen von *F. Meineke,* Berlin VDI-Verlag. 304 S. m. 401 Abb. und 3 Taf. 32 *RM,* für Mitglieder des V. d. I. 28,80 *RM.*

Die Maschinenelemente. Von *Felix Rötscher.* 2. Bd.: lin 1926, Julius Springer. S. 601 bis 1354 m. Abb. bis 2296. Preis 48 *RM.*

Monographien über angewandte Elektrochemie, 49. **Elektrische Luftverbrennung.** Von *Harry Pauling.* (Saale) 1929, Wilhelm Knapp. 188 S. m. 78 Abb. 9 Tab. Preis 17,50 *RM.*

Technischer Literaturkalender. 3. Ausg. 1929. He geg. von *Paul Otto.* München und Berlin 1929, R. O bourg. 736 Sp. Preis 24 *RM.*

Jahresbericht VI der Chemisch-Technischen Reichsan 1927. Berlin 1929, Verlag Chemie. 253 S. m. 93 Preis 15 *RM.*

Die Baukontrolle im Eisenbetonbau. Von *W. Petry.* S gart 1929, Konrad Wittwer. 65 S. m. 47 Abb. 3,50 *RM.*

Die elektrische Ausrüstung des Kraftfahrzeuges. *Hanns Buttmann.* Berlin-Charlottenburg 1929, C. J Volckmann. 48 S. m. 21 Abb. Preis 2,50 *RM.*

Rationalisierung der Fabrikation und optimale Losgr Von *Kurt Andler.* München 1929, R. Oldenbourg. 1 m. 15 Abb. Preis 8 *RM.*

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
73 SONNABEND, 23. MÄRZ 1929 Nr. 12

nd-Füllbaustoffe für Stahlskelettbauten

Von Direktor HANS SCHMUCKLER, Berlin

Die für den neuzeitlichen Stahlskelettbau wichtigen Wand-Füllbaustoffe werden beschrieben, ihre Eignung in bezug auf Vermeidung von Rißbildung, auf Wärme- und Schallschutz, Feuersicherheit und Preiswürdigkeit auf Grund von amtlichen Prüfungsergebnissen untersucht und einige bewährte Bauausführungen an der Hand von Lichtbildern erläutert.

Anforderungen an Wandfüllbaustoffe

and-Füllbaustoffe für Stahlskelettbauten sollen mit einem möglichst geringen Raumgewicht eine gute rfähigkeit gegen Wärmeeinflüsse und Schalldichte, r Wetter- und Feuerbeständigkeit verbinden. Hohe derungen an die Festigkeit werden für diese Bau- nicht gestellt, weil das Stahlskelett sämtliche Be- ngen in senkrechter und wagerechter Richtung auf- t.

agegen soll mit den Füllbaustoffen für Stahlskelett- r eine gute Haftung des Außenputzes verbunden und, wenn erreichbar, der Innenputz erspart werden n. Da einer der Vor- des Stahlskelettbaues er kurzen Bauzeit bei zeitiger Unabhängigkeit der Witterung (Regen Frost) besteht, so sollen Füllbaustoffe, ihrer tur und Verarbeitung diesem Zeitgewinn nicht gegenstehen. Das bedingt, in möglichst großer An- der Bauarbeiten in ge- senen Räumen fabrik- g ausgeführt wird, wo- man möglichst weit- d Maschinen und e verwenden soll.

er Ziegelbau, der seit hunderten das Bauwesen rscht, kann diese Forde- n nur in sehr geringem erfüllen und verliert lb im Bauwesen immer h an Boden. Erst in der ten Zeit macht die Ziegelindustrie unter dem Druck Wettbewerbes der neuzeitlichen Bauweisen Anstren- n, um nicht ins Hintertreffen zu kommen und sich Forderungen der Rationalisierung anzupassen. Ob as gelingt, muß die Zukunft zeigen.

ie Vorteile der neuen Wandbaustoffe gegenüber den ein sind erheblich. Sie verbinden mit einem we- tlich geringeren Raumgewicht je nach der Gleich- keit ihres Gefüges den Vorzug einer mehrfachen eisolation und gleichzeitig größeren Schalldichte, als iegel aufweisen. Mit dem geringeren Raumgewicht ht die Möglichkeit einer Vergrößerung der Abmessungen nzelnen Baukörper einher, mithin eine Beschleunigung usführung am Bau, beträchtliche Verminderung der nzahl und der durch die Fugen entstehenden Bau- tigkeit. Einige dieser neuen Baustoffe werden in ormen in ihren Abmessungen so genau überein- end hergestellt, daß bei einigermaßen sachverstän- Montage am Bau der Innenputz und damit ein großer iller Baufeuchtigkeit in Fortfall kommen.

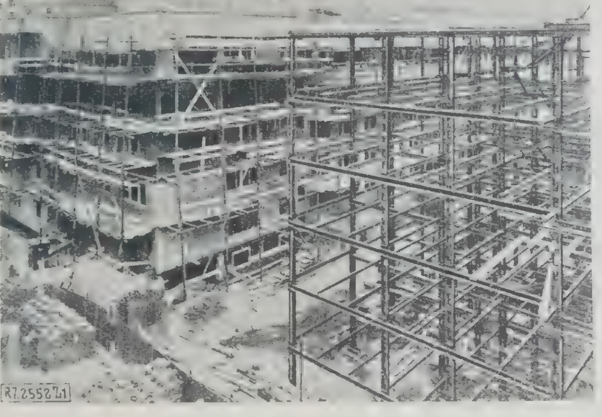


Abb. 1
Stahlskelett-Wohnhäuser in der Agricolastraße in Berlin. Ausführung: Richter & Schädel.

Als Füllbaustoffe für den Stahlskelettbau, der sowohl den Hochhaus-, den Bureau- und Geschäftshaus-, den Industriebau und seit einigen Jahren auch den Wohnungsbau umfaßt, kommen im wesentlichen die im folgenden beschriebenen in Frage.

Ziegelausfachung

Vollziegel eignen sich für die Wandausfüllung von Stahlskelettbauten selbstverständlich am wenigsten, weil der Wärmeschutz nur gering ist (Wärmeleitzahl $\lambda = 0{,}66$) und ihre Festigkeit nicht ausgenutzt werden kann. Außerdem bedingt ihr kleines Format eine beträchtliche Arbeitsleistung am Bau; die Ausführung ist von der Witterung und von Facharbeitern abhängig, die Fugenzahl und damit die entstehende Baufeuchtigkeit groß.

Die dem Ziegelbau seit *Pettenkofer* nachgerühmte „Atmungsfähigkeit der Wände" hat nicht die Bedeutung, die ihr beigemessen wurde, weil der infolge unvermeidlicher Undichtigkeiten der Türen und Fenster stattfindende Luftwechsel erheblich größer ist, als der durch die verhältnismäßig dicken Ziegelwände. Der einzige Vorteil der Ziegelwand gegenüber den wesentlich dünneren Wänden aus den neuen Baustoffen ist der einer größeren Wärmespeicherung, aber auch dieser hat durch die weitgehende Einführung der Zentralheizung an Bedeutung verloren.

Will die Ziegelindustrie mit dem Fortschritt im Bauwesen Schritt halten, so muß sie leichtere Formsteine größeren Formats mit geschlossenen Hohlräumen und höherer Isolierfähigkeit schaffen. Bestrebungen nach dieser Richtung, zum Teil unter Verwendung von Infusorienerde, sogenannte Molersteine herzustellen, sind im Gang und führen hoffentlich zu dem gewünschten Ergebnis. Die bisherigen Versuche mit diesen Molersteinen ergaben als Hauptmangel eine starke Wasseraufnahme, die die Isolierung selbstverständlich bedeutend herabsetzt. Auch der Aristonstein, der zu seinem Einbau besonderer Werkzeuge bedarf, kann als eine Lösung des Ziegelproblems nicht angesehen werden.

Schwemmsteine und Schlackensteine

Beide Baustoffe haben für die Wände von Stahlskelettbauten den Vorzug geringen Gewichts bei guter Wärmeisolation. Ihr Nachteil liegt in den noch zu

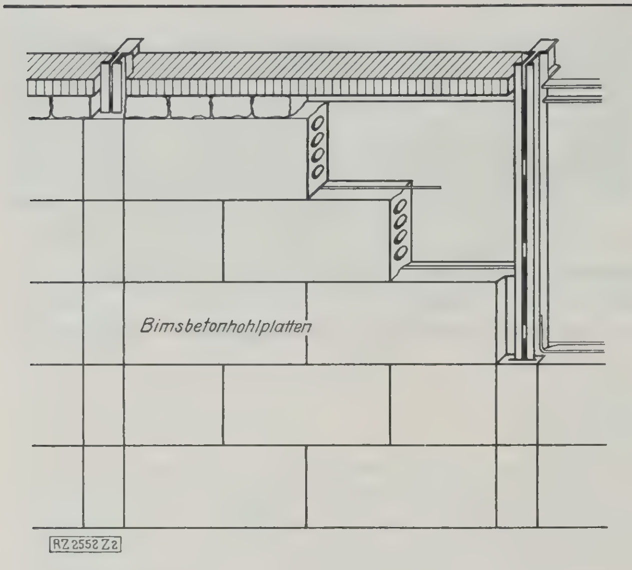


Abb. 2. Stahlskelettwand mit Bimsbeton-Hohlplatten.

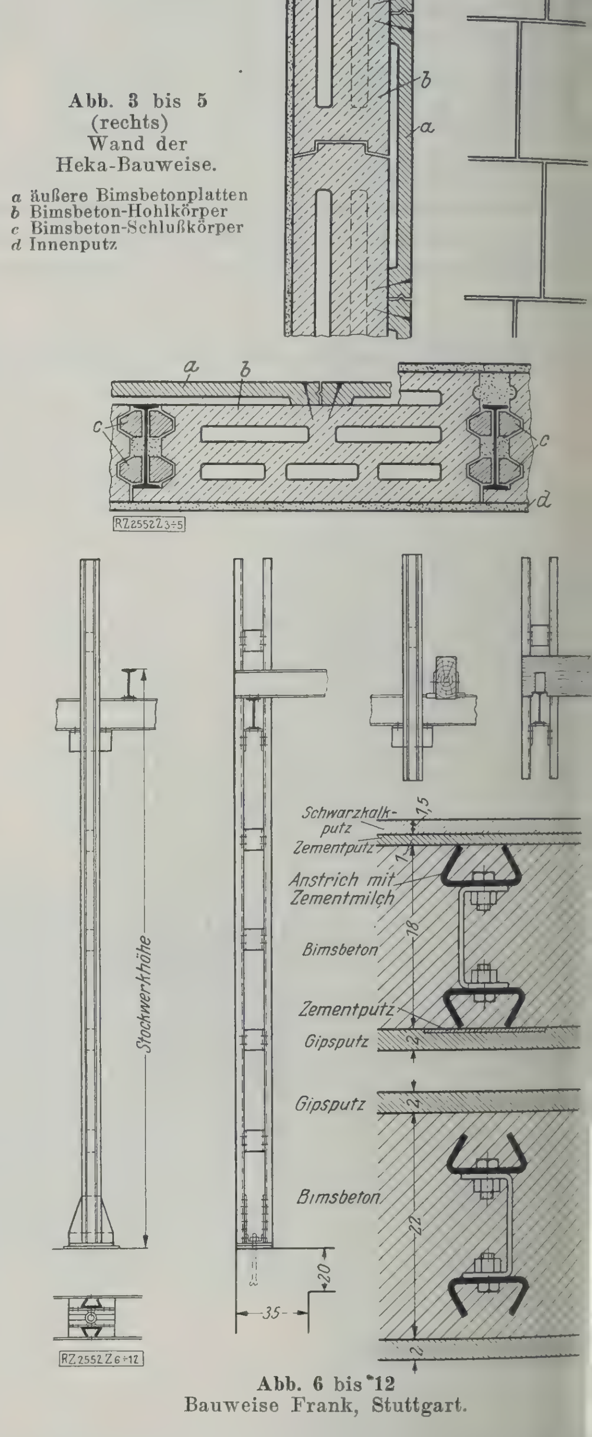


Abb. 6 bis 12 Bauweise Frank, Stuttgart.

kleinen Steinformaten und damit in der großen Fugenzahl. Infolgedessen kommen die Vorzüge des Stahlskelettbaues nur teilweise zur Auswirkung. Bei den Schlackensteinen ist außerdem die Gefahr etwa vorhandener Schwefelverbindungen nicht von der Hand zu weisen, die dem Stahlskelett gefährlich werden können. Nach den Angaben der Gesellschaften für Schlackenverwertung soll allerdings bei ihren neuzeitlichen Herstellverfahren eine Gewähr für Schwefelfreiheit übernommen werden.

Abb. 1 zeigt eine Siedlung in der Agricolastraße in Berlin. Die Wände sind mit einer äußeren Schwemmsteinschale von 10 cm Dicke und einer inneren einen halben Stein dicken Schlackensteinschale unter Zwischenschaltung einer 5 cm weiten, in der Höhe mehrfach abgeriegelten Luftschicht ausgeführt. Die Bauweise hat sich gut bewährt; der Vorteil schneller Ausführung kam in einer Bauzeitersparnis von vier Monaten deutlich zum Ausdruck. Die erhebliche Verminderung der Gesamtbaumassen von 20 000 t (Ziegelbau) auf 12 000 t (Stahlskelettbau), d. i. 40 vH, machte sich auch bei der infolge schlechten Baugrundes 6 m tiefen Gründung in einer Ersparnis von 130 000 *RM* auf 132 Wohnungen, d. i. rd. 1000 *RM* für eine Wohnung, deutlich bemerkbar.

Neuere Messungen des Kohlenverbrauchs ergeben bei diesen Stahlskelettbauten gegenüber Ziegelbauten eine Ersparnis an Heizkosten von 20 vH.

Heraklith und Tektondielen

Diese und ähnliche Baustoffe, die in Großformaten in verschiedener Dicke hergestellt werden, bestehen aus Beton mit eingebetteten Schilffasern. Ihre Isolierfähigkeit gegen Wärmeeinflüsse ist gut, ihre Eignung für die innere Bekleidung von Außenwänden zur Erhöhung des Wärmeschutzes und ihre gute Verwendbarkeit für Innenwände nicht zu bestreiten. Für äußere Wandbekleidungen erscheint jedoch ihre Beständigkeit wegen der eingelagerten pflanzlichen Stoffe nicht genügend erwiesen.

Mit Rücksicht darauf, daß derartige Betondielen zumeist unter Verwendung von Magnesit hergestellt werden und dies bei Hinzutritt von Feuchtigkeit ungünstig auf das Eisen einwirkt, ist Vorsicht bei der Verarbeitung geboten. Derartige Betondielen haben im allgemeinen Wohnungsbau und auch bei den Stahlhauthäusern (Blecken, Gebr. Böhler, Desta) in großem Maß Eingang gefunden.

Bimsbeton

Bimsbeton ist ein Leichtbeton aus Zement, Sand und Bimskies. Der Bimskies verringert das Raumgewicht und erhöht die Isolierfähigkeit gegen Wärme und Kälte. Der Bimskies wird in Deutschland vorwiegend in der Eifel und in der Gegend von Neuwied gefunden, ist aber auch in anderen Ländern mit vulkanischem Boden, Italien, Griechenland, Türkei u. a. ohne Schwierigkeit zu beschaffen.

Der Bimsbeton wird im allgemeinen mit einem Ra gewicht 1,0 bis 1,2 hergestellt, seine Wärmeleitzahl trägt rd. 0,3 bei gewöhnlicher Ausführung, die jed bis auf rd. 0,220 vermindert werden kann, wenn bei Herstellung das Gefüge des Baustoffes gleichmäßig staltet wird[1]), ist demnach dem gewöhnlichen Zie mauerwerk erheblich überlegen. Eine Wand aus B beton von 13,5 cm Dicke entspricht in ihrem Wär schutz einer Vollziegelmauer von 38 cm Dicke; das wichtsverhältnis beider zueinander ist:

$$\frac{1000}{1800} \cdot \frac{13,5}{38} = \frac{1}{5,07}.$$

[1]) Die Angaben über Wärmeleitzahlen und Wärmeschutz, auc den weiterhin behandelten Baustoffen, beruhen auf Mitteilunge betreffenden Hersteller. Da diese Wärmeleitzahlen einen einwandf Anhalt nicht bieten, so werden zurzeit im Auftrage der Reichsforsch gesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen verschiedenen Forschungsinstituten eingehende Untersuchungen dieser Richtung hin angestellt.

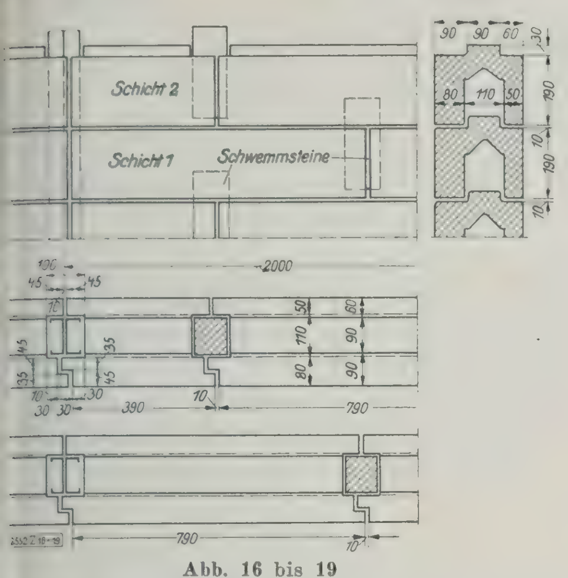


Abb. 16 bis 19
ıdausführung in Bimsbeton von Wayß & Freytag; Hohlblocksteine nach *Lupescu*.

imsbeton kann in Form von Hohlblöcken, Abb. 2, ıs fertig aufgebaute Stahlskelett eingebaut oder zwischen am Stahlskelett vorübergehend befestigten lerschalungen am Bau gegossen werden.

ıb. 3 bis 5 zeigen die Wandausbildungen der Bau- „Heka", die sich in mehreren Ausführungsformen en Siedlungen der I.-G. Farbenindustrie in Dürren- Bez. Merseburg, gut bewährt hat.

ıbb. 6 bis 12 zeigen die Bauweise von Frank, Stutt- die unter Verwendung besonderer Profileisen den ıbeton zwischen Wanderschalungen an Ort und Stelle und in fertigem Zustande die Wand als eisen- hrte Bimsbetonkonstruktion wirken läßt. Der Vor- er Heka-Bauweise besteht darin, daß die Baukörper eschlossenen Räumen fabrikmäßig hergestellt und au nur in das fertige Stahlskelett eingesetzt werden, ıt die Unabhängigkeit vom Wetter in weitem Maß cht und die Baufeuchtigkeit erheblich verrin- wird.

Abb. 13 zeigt die Siedlung Dürrenberg im Bau, wäh- Abb. 14 die Bauweise Ph. Holzmann wiedergibt, i darauf hinzuweisen ist, daß die Franksche Bau- e in der Ausführung 20 vH billiger sein soll als ein elbau und eine große Bauzeitverkürzung mit sich en kann.

Einen besonderen Weg geht Stadtbaurat *May*, Frank- a. M., bei seiner Plattenbauweise. Er stellt in einer ikhalle große Wandplatten her und versetzt diese Hilfe fahrbarer Auslegerkrane, Abb. 15.

Auch diese Bauweise hat ihre Vorzüge, ist aber n der mit der Baustelleneinrichtung verbundenen Kosten nur für große Siedlungen und wegen der notwendigen Verfahrbarkeit der großen Krane nur auf ebenem Gelände und geraden Siedlungsstraßen geeignet.

Nachteile der Bimsbetonausführung sind ihre nicht sehr große Schalldichte, die verhältnismäßig leichte Aufnahme von Feuchtigkeit der Baukörper, z. B. während der Beförderung und der Lagerung am Bau, und die langsame Abgabe der aufgenommenen Feuchtigkeit. Die Bauweise ist durch die Frachtkosten auf einen nicht zu weiten Umkreis von dem Erzeugungsgebiet des Rohstoffes beschränkt. Bei den gegossenen Wänden aus Bimsbeton und bei den großen Wandplatten ist die Gefahr der Rissebildung besonders zu beachten, die sich aus der natürlichen Schwindung des Bimsbetons im Gegensatz zu dem starren Stahlskelett erklärt. Anwendungsgebiete der Bimsbeton-Wandfüllstoffe sind denn auch in Deutschland in erster Linie das Rheinland, Westfalen und Süddeutschland.

Ein größeres Anwendungsgebiet haben die bewehrten Bimsbeton-Hohlplatten für Dacheindeckungen, die wegen ihrer Vorzüge und Billigkeit selbst auf große Entfernungen verschickt werden.



Abb. 15
Plattenbauweise *May*.



Abb. 13
Stahlskelett-Wohnhäuser, Bauweise Heka, in Dürrenberg.

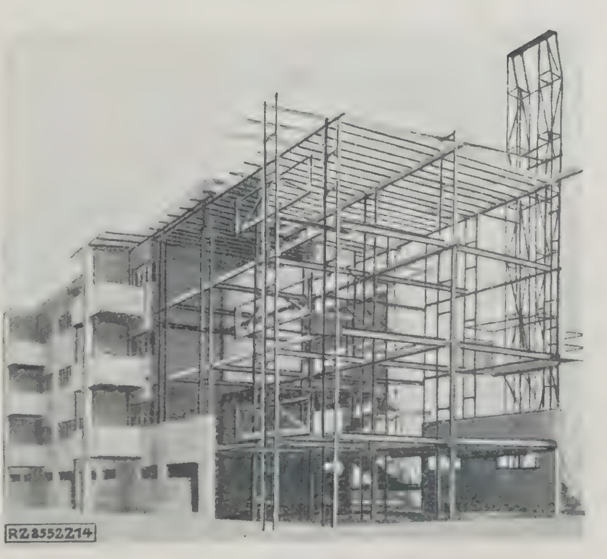


Abb. 14
Bauweise Ph. Holzmann.

Zahlentafel 1
Wände mit gleicher Isolierfähigkeit

Baustoffe	Wanddicke Maßstab 1:20	Wanddicke cm	Gewicht kg/m³	Wärmeleitzahl λ	Isolierfähi keit, Wide standzah 1/λ
Feinster Kork		2,5	150	0,035	28,6
Zellenbeton für Wärmeisolierung		3,4	300	0,049	20,4
„ „ Kälteisolierung		3,8	300	0,055	18,2
Hochporöser Molerstein		4,8	305	0,069	14,5
„ „		5,5	420	0,078	12,8
Trockenes Holz		10	600	0,14	7,1
Zellenbeton für Dachplatten		11	800	0,16	6,3
„ „ Scheidewände		13	900	0,19	5,3
„ „ Bausteine		18	1100	0,25	4,0
Mauerwerk aus Ziegelsteinen		46	1750	0,66	1,5
Zementmörtel		70	2000	1,00	1,0
Beton		84	2200	1,20	0,8

Eine sehr beachtenswerte und neue Art der Wandausführung in Bimsbeton stellt die Firma Wayß & Freytag, Frankfurt a. Main, neuerdings her. Es handelt sich um Hohlblocksteine besonderer Form nach der Bauart *Lupescu*, Abb. 16 bis 19, deren Eigenart darin besteht, daß sämtliche Fugen gegen Windanfall geschützt und die Hohlräume auf besondere Art abgeriegelt und daher mit ruhender Luftschicht ausgefüllt sind. Die Bauart *Lupescu* bedarf bei allen zweistöckigen Häusern keines besonderen Stahlskeletts; bei höheren Wohnbauten wird, wie bei den übrigen Bauarten, ein Stahlskelett ausgeführt.

Zellenbeton

Zellenbeton ist ein Leichtbeton hochwertiger Mischung, dessen geringes Raumgewicht in den Grenzen von 0,3 bis 1,2 t/m³ man dadurch erreicht, daß man dem flüssigen Zementmörtel im Mischer zähen Seifenschaum beimischt, der in einer besonderen, mit dem Mischer verbundenen Peitschmaschine hergestellt wird[2]). Die kleinen Bläschen des Seifenschaums durchsetzen den Beton gleichmäßig mit unzähligen kugelförmigen Luftzellen und geben dem so gewonnenen Zellenbeton eine hohe Isolierfähigkeit gegen Temperatureinflüsse, die mit Verringerung des Raumgewichtes wächst. Die ganz leichten Sorten von 0,3 bis 0,5 t/m³ werden ohne Sandzusatz aus Zement und Wasser hergestellt und dienen ausschließlich Isolierzwecken. Sie können an Stelle von Kieselgur, Kork usw. zum Wärmeschutz von Rohrleitungen, für Kühlhäuser usw. verwendet werden. Ihre Festigkeit ist natürlich gering (5 bis 12 kg/cm²). Die schwereren Zellenbetonkörper mit einem Raumgewicht von 0,6 bis 1,4 t/m³ bestehen aus Zement und Sand im Mischungsverhältnis 1 : 2 bis 1 : 3 sowie Wasser und sind als Baukörper für Stahlskelettbauten geeignet. Ihre Festigkeit schwankt nach Angabe der Herstellerfirma zwischen 20 und 60 kg/cm², genügt also den an Wandfüllbaustoffe zu stellenden Forderungen vollauf.

Zellenbeton von $\gamma = 1,1$ t/m³ Raumgewicht hat eine Wärmeleitzahl von $\lambda = 0,25$, so daß eine 18 cm dicke Zellenbetonwand einer Vollziegelmauer von 46 cm Dicke gleichwertig ist, Zahlentafel 1. Die leichteren Zellenbetonsorten haben selbstverständlich eine entsprechend günstigere Wärmeleitzahl. Das Gewichtsverhältnis der beiden Wände, Zellenbeton von $\gamma = 1,1$ zu Ziegelmauerwerk beträgt 1 : 4,2.

[2]) Die Patentinhaberin ist für Deutschland, Österreich, Ungarn und die Tschechoslowakei die Ingenieur-Baugesellschaft Christiani & Nielsen, Hamburg.

Bei der Verwendung des Zellenbetons muß n besonders darauf achten, daß er in den ersten zwei drei Monaten nach seiner Herstellung stark schwind Daher dürfen Zellenbetonbaukörper erst nach e sprechender Abbinde- und Trockenzeit (zwei bis d Monate) eingebaut werden, wenn man Rissebildung den Wänden vermeiden will.

Neuere Ausführungen haben die Möglichkeit ei beschleunigten Trocknung und Härtung mit Dampf, sie auch bei den Kalksandsteinen Anwendung findet, geben. Diese verkürzt die Schwindungszeit auf wen Tage. Der Preis des Zellenbetons ist noch verhältn mäßig hoch, er beträgt rd. 45 bis 60 ℛℳ/m³. Trotzd dürfte die Wirtschaftlichkeit seiner Verwendung desh gegeben sein, weil man an Wanddicke und Wandgewi erheblich spart.

Eine wesentliche Eigenschaft des Zellenbetons seine Frostsicherheit und geringe Feuchtigkeitsaufnah die durch Versuche der technischen Hochschulen Dresden und Stockholm festgestellt worden sind.

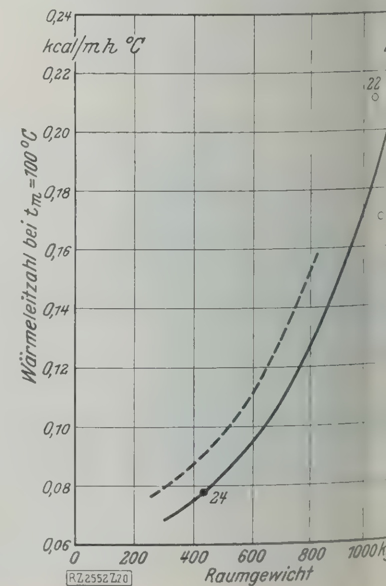


Abb. 20
Wärmeleitzahl von Leichtbetonplatten (Schimabeton) in Abhängigkeit vom Raumgewicht.

Die Zahlen 18, 18a, 21 22, 24 bedeuten die Nummer der Probe.

ie Dresdener Brandversuche ergaben nach 1 h ddauer eine Temperatur an der Feuerseite von , ohne daß der Zellenbeton dabei nennenswerte Be- igungen erlitt. Die Temperatur der Wandaußen- erhöhte sich nur von rd. 25° auf 70°, wodurch die hohe Wärmeisolation des Zellenbetons erneut ewiesen erscheint. Auch die Gleichmäßigkeit des es ist insofern wesentlich, als hiermit die gleiche rfähigkeit der Wand an allen Stellen gesichert ist, für die Verhinderung von Schwitzwasser vorteilhaft dürfte.

ellenbetonbauten sind im Ausland bereits im großen ng ausgeführt worden. In Deutschland zeigte eine uchssiedlung in Leipzig-Leutzsch noch die Mängel nügender Kenntnis der Baustoffe, indem sich infolge ühen Einbauens der Zellenbetonkörper, also vor endeter Schwindung, Schwindrisse bemerk- machten. Diese Mängel hat man bei den späteren ührungen in Hamburg und Breslau vermieden, weil r völlig abgebundener, rd. drei Monate alter Baustoff rendung fand.

Schimabeton

chimabeton[3]) ist ein Leichtbeton, bei dem eine Ge- tsverminderung und damit Erhöhung der Wärme- lrung durch eine chemische Reaktion in der Weise zlt wird, daß dem trockenen Betongemisch im Ver- is 1 : 6 bis 1 : 8 eine Kalziumlegierung beigegeben r. Nach dem Zusatz von Wasser bildet sich ein Gas, slen Beton mit Luftporen durchsetzt und so einen dem nbeton ähnlichen Baustoff erzeugt. Das Raum- cht von Schimabeton schwankt etwa zwischen 1,0 und Er ist also schwerer als der Zellenbeton, und seine rfähigkeit um so geringer, als die Gasbläschen in Baukörper nicht gleichmäßig verteilt sein können. r ist sein Schwindmaß geringer, so daß die schwerere hung sich am Bau auch zwischen Wandverschalungen n läßt.

a dieser Baustoff verhältnismäßig neu ist, so bedarf Eignung für den Wohnungsbau noch einer Nach- ung, die von der Reichsforschungsgesellschaft für schaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen e. V. rdem auch für den Zellenbeton und den noch zu be- henden Gasbeton oder Aerokret bereits eingeleitet len ist.

Die Wärmeleitzahl entspricht dem Raumgewicht, 20. Die Druckfestigkeit schwankt nach Angabe des nders zwischen 30 und 80 kg/cm² bei $\gamma = 0{,}8$ bis m³. Da der Schimabeton verhältnismäßig billig ist, 25 30 RM/m³, so hat er Aussicht auf weitgehende Ver- lung. Er ist bei einer kleinen Siedlungshausgruppe in lau-Pöpelwitz und bei einem zweistöckigen Wohnhaus reslau-Krietern ausgeführt und bei einer Besichtigung h die Reichsforschungsgesellschaft als gut befunden len.

Der Vorteil des Schimabetons liegt darin, daß er an einen Fabrikationsraum und -ort gebunden ist; Nachteile treten bei der Herstellung am Bau in heinung: die entstehende Baufeuchtigkeit und die ge des höheren Raumgewichtes geringere Isolierung n Wärme und Schall gegenüber den leichteren Bau- en Zellenbeton und Gasbeton.

[3]) Patentinhaber *E. Asmus*, Breslau.

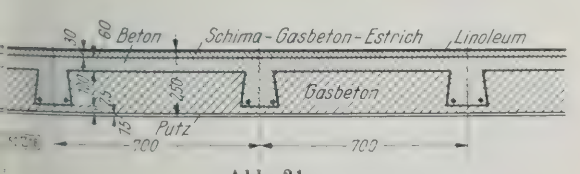


Abb. 21
Decke aus Schima-Gasbeton,

Berechnung des Deckengewichts:

Platte:	0,06 · 0,70 · 2400 = 101 kg/m	oder 101 kg/m	
Rippe:	0,10 · 0,12 · 2400 = 29 „	„ 29 „	
Füllung:	0,145 · 0,6 · 800 = 69,6 „	„ 34,8 „	*)
	+ 0,025 · 0,10 · 800 = 2 „	„ 2 „	
Putz und Linoleum	= 15 „	„ 15 „	
	G = 218,6 kg/m	G = 181,8 kg/m	

*) Sonderausführung.



Abb. 22
Kleinhäuser aus Gasbeton auf der Insel Gotland.

Eine gute und außerordentlich schalldichte Deckenkonstruktion aus Schimabeton, wie sie bei dem Wohnhaus in Breslau-Krietern ausgeführt wurde, zeigt Abb. 21[4]).

Gasbeton (Aerokret)

Dieser Leichtbeton wird von der Torkret-G. m. b. H., Berlin, fabrikmäßig in Baublöcken und Dicken von 7, 10, 14 und 16 cm als Vollstein, von 20 cm und mehr als Hohlblock in Stahlformen hergestellt. Sein Raumgewicht für Bauzwecke beträgt $\gamma = 0{,}8$ und $0{,}9\ t/m^3$, seine Wärmeleitzahl $\lambda = 0{,}28$, so daß eine 20 cm dicke Aerokret- einer 51 cm dicken Vollziegelmauer entspricht.

Gasbeton ist eine schwedische Erfindung aus dem Jahre 1922 und wird dort seit 1923 in großem Maßstab im Bauwesen angewendet.

Auch in andern Ländern: England, Amerika, Kanada usw. hat sich der Gasbeton bereits ein großes Anwendungsgebiet erobert und gut bewährt. Er ist von den Leichtbeton-Baustoffen mit dem Zellenbeton derjenige, dessen Eignung im weitesten Maß durch Laboratoriumsversuche und in der Praxis bereits geprüft und festgestellt worden ist.

Auf einer gemeinsamen Studienreise mit Oberbaurat *Fischer* von der Berliner Baupolizei im Auftrage der Reichsforschungsgesellschaft[5]) hatten wir Gelegenheit, diesen Baustoff in seinem Ursprungsland Schweden eingehend zu prüfen und seine ausgezeichneten Eigenschaften, insbesondere für Wohnbauzwecke, festzustellen.

Hunderte von Kleinhäusern der Stadt Stockholm und viele Kleinhäuser auf der Insel Gotland sind aus Gasbeton erbaut, Abb. 22, und teilweise besteht auch das Kellermauerwerk dieser Häuser aus 20 cm dicken Gasbetonblöcken. Die Bewohner äußerten sich durchweg befriedigt über diese Bauten, die sich selbst in dem feuchten Seeklima von Gotland vorzüglich bewährt haben und deren älteste nunmehr seit sechs Jahren bewohnt sind, ohne die geringsten Nachteile zu zeigen.

In Stockholm, wo die sechsten Stockwerke der Wohnhäuser nach der Baupolizeivorschrift hinter die Front zurücktreten müssen, sind viele später aufgestockte sechste Stockwerke wegen des geringen Raumgewichtes aus Gasbeton hergestellt. Diese Wohnräume unterscheiden sich von Räumen in Ziegelbauten nur in der angenehmsten Weise.

Ein Hochhaus aus 17 Stockwerken mit Gasbetonwänden in einem Eisenbetonskelett, das außen mit Edelputz versehen war, wies nicht die geringste Rissebildung auf, Abb. 23. Ebenso günstig verhielten sich diese Gasbetonwände bei Geschäftshausbauten in Stahlskelett, Abb. 24. In diesen konnten wir auch die gute Schallisolierung der Gasbetonwände feststellen, die selbst bei den Bureautrennwänden von nur 7 cm Dicke vollkommen ausreichend war.

[4]) s. a. „Zement" Bd. 17 (1928) S. 1567.
[5]) Mitteilungen der Reichsforschungsgesellschaft Bd. 1 (1928) Nr. 17.



Abb. 23
Hochhaus in Stockholm. Eisenbetongerippe mit Gasbetonfüllung.



Abb. 24
Geschäftshaus in Stockholm, Stahlskelett mit Gasbetonfüllung.

Eine Flugzeughalle der schwedischen Marine an der Ostsee mit 14 cm dicken Gasbetonblöcken zwischen Eisenbetonskelett zeigte nach rd. drei Jahren auch die Eignung des Gasbetons für derartige Hallenbauten, obgleich die einzelnen Wandgefache $6 \times 4 = 24\ m^2$ groß waren.

Der Gasbeton wird in Schweden, anders als von der Torkret-Gesellschaft in großen Formen von etwa $2\ m \times 1\ m$ gegossen und nach 24stündiger Abbindezeit, also in teigfestem Zustand, mit Klaviersaitendraht in Blöcke von $50\ cm \times 25\ cm$ zerteilt.

Sein mit Luftbläschen von 2 bis 2,5 mm durchsetztes Gefüge entsteht dadurch, daß dem trockenen Betongemisch von Zement und scharfem Sand oder Hochofenschlackensand ein besonders zubereitetes Aluminiumpulver beigefügt wird. Beim Abbinden bildet sich aus der Verbindung zwischen dem Aluminium und den chemischen Bestandteilen des Zements ein Gas, das die kugelförmigen Hohlräume erzeugt. Bei den fertigen Baublöcken sind diese Hohlräume nicht mehr mit Gas, sondern mit Luft gefüllt. Die Herstellung des Gasbetons wird unter Beachtung besonderer Maßnahmen, die Fabrikgeheimnis der Patent- und Lizenzinhaber sind, durchgeführt.

Wie beim Zellenbeton tritt auch beim Gasbeton den ersten zwei bis drei Monaten ein starkes Schwin ein, das nach Untersuchungen der Technischen Hochsch Stockholm, etwa 1,25 bis 1,5 mm auf 1 m beträgt. Die Schwinden wirkt sich innerhalb der ersten zwei Mon zu 75 vH, der Rest im dritten Monat aus. Die in Schwe zur Schwindungsprüfung angewendete Einrichtung ze Abb. 25. Die Ergebnisse der Schwindungsprüfung sind den Schaulinien, Abb. 26, zusammengestellt.

Die Feuchtigkeitsaufnahme des Aerokret ist geri Regen dringt nach Feststellung der Technischen Ho schule Stockholm nur etwa 5 mm in die Aerokretwä ein, bei Eintauchproben wurde eine Wasseraufnahme v nur 5,5 vH gemessen.

Gefrierversuche der Technischen Hochschule Sto holm mit Gasbetonwänden neben solchen mit Ziegeln gaben für Gasbeton eine hohe Frostbeständigkeit. D Kanten der untersuchten Gasbetonkörper blieben na mehrfachem Einsetzen in den Gefrierraum noch scha

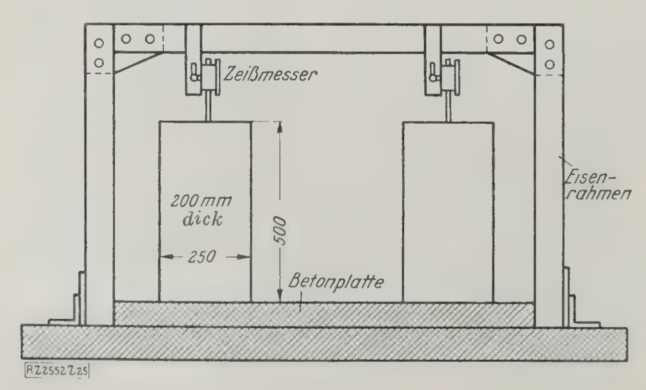


Abb. 25
Einrichtung zur Feststellung der Schwindung von Gasbeton.

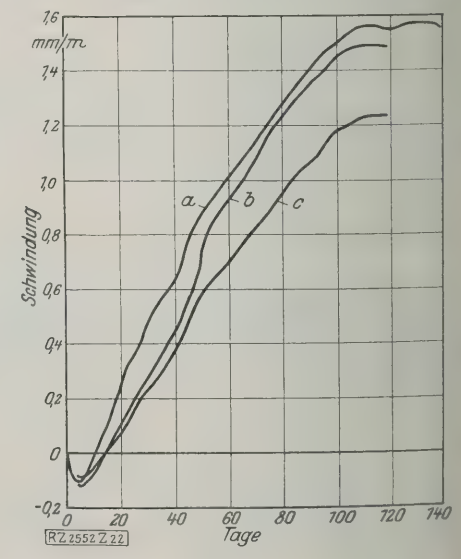


Abb. 26
Schwindungsergebnisse von drei Gasbetonproben *a*, *b*, *c*.

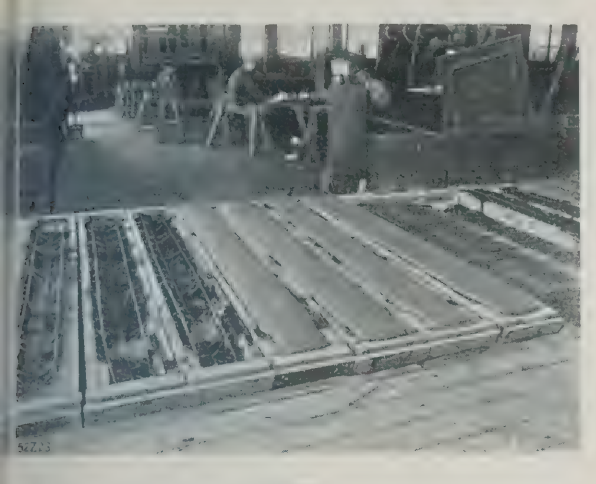


Abb. 27
asbeton-Deckenplatten für den Brandversuch während der Herstellung.

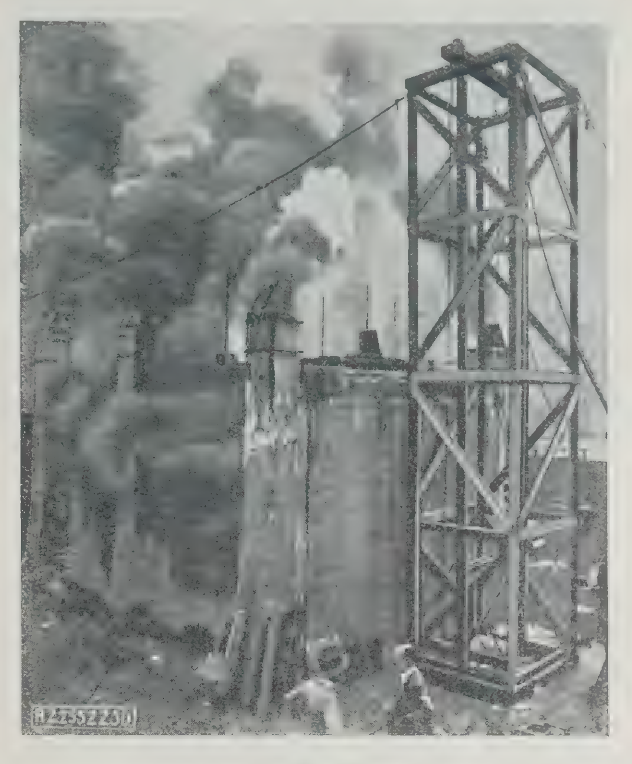


Abb. 34
Ansicht des Brandhauses während des Feuers.

ährend die gleichzeitig in demselben Raum bei Frost versuchten Ziegel starke Zerfallerscheinungen zeigten.

Die wichtige Frage der Feuersicherheit wurde durch gehende Brandversuche der Columbia-Universität in New York geprüft. Untersucht wurde eine bewehrte Gasbetondecke, wie sie aus Abb. 27 bis 33 ersichtlich ist. In Abb. 30 bedeuten *a* Walzträger, die mit Gas- und Schlackenbeton feuersicher umhüllt sind, s. a. Abb. 33. Zwischen diesen Trägern *a* und zwischen diesen und beiden Abschlußwänden links und rechts spannen in Eisenbetonrippen *b*, Abb. 28 bis 30, in Abständen von m; zwischen diesen sind die zu untersuchenden Gasbeton-Deckenkörper *c* gegossen. Abb. 34 zeigt den Brandversuch. Das Brandhaus selbst bestand aus Schlackenbeton. Zur Feuerung diente Holz, das Feuer dauerte 4 h. Während des Brandversuches war die Decke mit kg/mm² belastet. Die Gasbeton-Deckenkörper waren Zeit des Brandversuches mit rd. 1,5 cm dickem Putz Gipszement versehen.

Trotz der vierstündigen starken Erhitzung der Unterseite der Gasbeton-Deckenkörper, die eine Temperatur im Durchschnitt 960 °C annahmen, zeigten sich an dieser Deckenunterseite nur geringfügige Zerstörungen, dem der Putz abblätterte und Abbröckelungen des Gasbetons bis zu einer Tiefe von 12,7 bis 19 mm eintraten, Abb. 35. Sonst blieb die Decke vollständig unbeschädigt. Die hohe Isolierfähigkeit des Baustoffes zeigte sich darin, daß die Oberseite der Gasbeton-Deckenkörper (bei einer Lufttemperatur von 42½ bis 49½ °C) sich von ½ °C auf nur 106 °C erwärmte, der Temperaturunterschied zwischen Unter- und Oberseite demnach 854 ° betrug.

Der Gasbeton wird in Deutschland seit etwa zwei Jahren hergestellt. Die mit dem neuen Baustoff ausgeführten Bauten zeigen die gleichen guten Eigenschaften wie in Schweden.

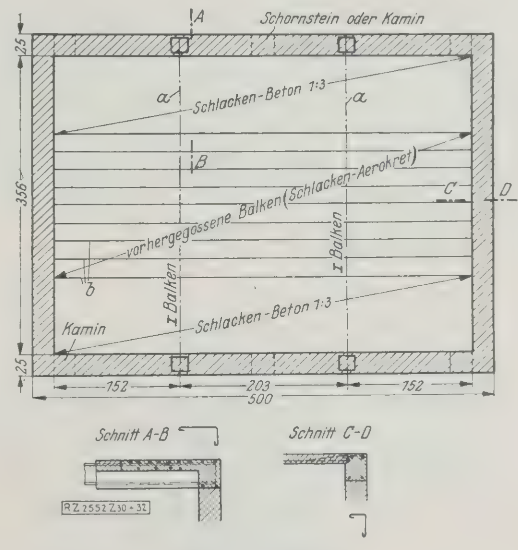


Abb. 30 bis 32
Decke des Brandraums.

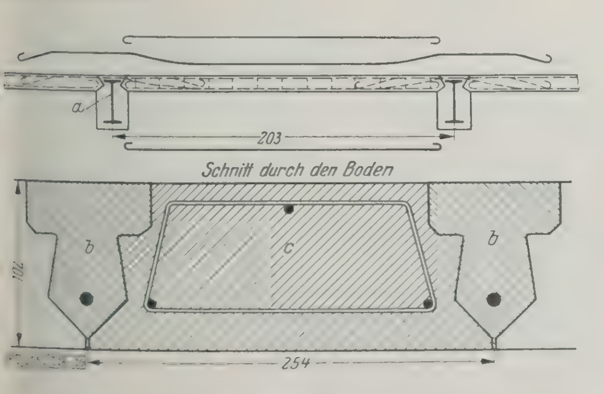


Abb. 28 und 29
Einzelheiten der Decke des Brandraums.

Zu Abb. 28 bis 30
a Walzträger
b bewehrte Schlackenbetonrippen
c bewehrte Gasbetonkörper

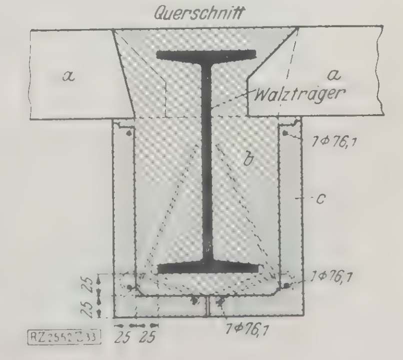


Abb. 33
Schnitt durch die Hauptträger, Abb. 28.

a Gasbetonbalken
b Gasbeton, an Ort und Stelle gegossen
c vorher gegossener Schlackenbeton

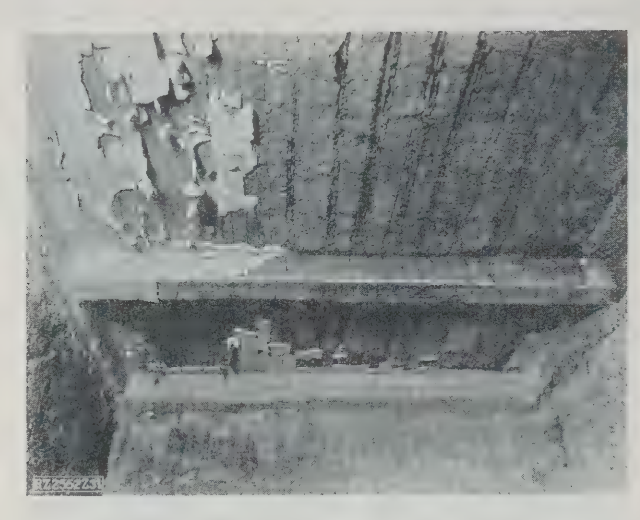


Abb. 35
Unteransicht des Ostfeldes und ein Teil des Mittelfeldes nach dem Brandversuch.



Abb. 36
Siedlungshäuser in Breslau-Pöpelwitz; Stahlskelett mit Aerokretfüllung.

In Breslau-Pöpelwitz sind neue Siedlungshäuser in Stahlskelett mit Aerokretwänden ausgeführt worden[6]), die nicht die geringste Rissebildung zeigen und hinsichtlich des Wärme- und Schallschutzes die große Überlegenheit der neuen Bauweisen gegenüber dem Ziegelbau darlegen.

Die im Bau gezeigten Häuser, Abb. 36, lassen auch einen besonderen Vorzug des Stahlskelettbaues erkennen, bei dem die Rohre für Installationszwecke v o r der Ausführung der Wände eingebaut und damit die lästigen und teuren Stemmarbeiten vermieden werden.

Bei einem Bureaugebäude der Firma Dyckerhoff & Widmann in Spandau und andern Bauten mit Außen- und Innenwänden aus Aerokret hat sich die Güte und Zweckmäßigkeit dieses Baustoffes gleichfalls erwiesen.

Die Ausbildung der Wände zeigt Abb. 37. Die Gasbeton-Baukörper werden mit Aerokretmörtel in das Stahlskelett eingebaut, und durch besondere Isolierplatten *k*, die gleichfalls aus Aerokret bestehen und mit Kork gefüttert sind, wird an der Stelle, wo die Stütze steht, ein gleicher Wärmedurchgang wie der der Wandfläche erreicht.

[6]) s. a. „Zement" Bd. 17 (1928) S. 1661.

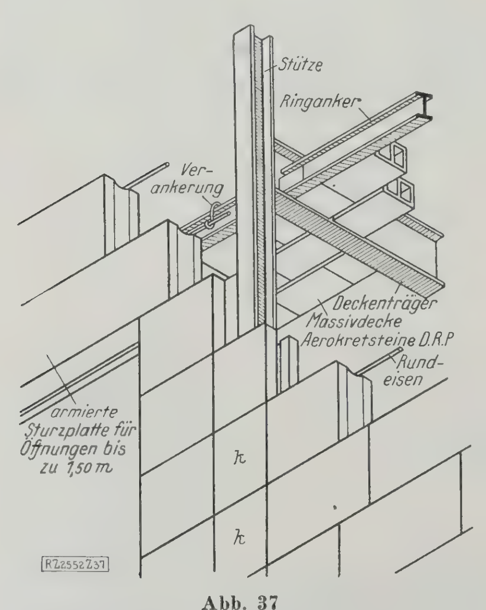


Abb. 37
Skelettbauweise, Bauart Torkret.
Schema einer Konstruktion mit Aerokretplatten.
k korkgefütterte Aerokretplatten

Der Preis des Gasbetons beträgt zur Zeit auf de
Frachtgrundlage Berlin rd. 42 RM/m³; ein Quadratmete
Wand aus Gasbeton-Hohlkörpern von 20 cm Dicke koste
einschl. Einbau und Glattreiben der Innenflächen 12 b
13 RM. Rechnet man für das Stahlskelett noch rd. 4 RM/m
hinzu, so ergibt sich beim Vergleich mit einer hinsich
lich des Wärmeschutzes gleichwertigen Ziegelmauer vo
51 cm Dicke ein um 3 bis 4 RM geringerer Preis für Aero
kret. Berücksichtigt man dabei die Verkürzung der Bau
zeit und den damit verbundenen Gewinn an Zinsen un
Kosten der Bauleitung usw., ferner, daß infolge der ge
ringen Wanddicke an Nutzwohnraum etwa 8 vH gewonne
werden, beachtet man ferner, daß bei den im Stahlskelet
bau allein in Frage kommenden Massivdecken und be
dem allseitig umhüllten Stahlskelett eine große Feue
sicherheit erreicht wird, so ergibt sich die Notwendigkei
dieser Bauweise die größte Beachtung zu schenken, d
sie berufen scheint, die Wohnungsbaufrage in entscheiden
der Weise günstig zu beeinflussen.

Die im Deutschen Normenausschuß aufgestellten „Güte
vorschriften für Stahlskelettbauten" tragen diesem Umstan
Rechnung, und die bei Aufstellung der Normen beteiligte
Beleihungsinstitute machen hinsichtlich der Hypotheke
keinen Unterschied zwischen dem Stahlskelettbau i
Sinne dieser Gütevorschriften und Ziegelbauten.

Auch bezüglich der Gewährung von Hauszinssteue
Hypotheken für derartige Bauten bestehen keine Schwie
rigkeiten. Eine Verbilligung der Ausführung wird di
wachsende Erfahrung und Durcharbeitung bringen, wobe
vorausgesetzt werden muß, daß die zur Zeit noch rech
ungünstigen baupolizeilichen Vorschriften dem Fortschri
des Bauwesens angepaßt werden und große Bauaufgabe
eine Rationalisierung ermöglichen. [B 2552]

Neue Hochspannungssicherungen

Zum schnellen Abreißen des Lichtbogens bei Hoch
spannungssicherungen hat die Montana Power Co. ein
eigenartige Sicherung geschaffen. Die beiden auf Stütz
isolatoren befestigten Klemmen werden durch eine gefloch
tene Leitung verbunden, die sich von oben her auf rd.
ihrer Länge in einem dickwandigen Mikanitrohr befinde
der Kontakt an der oberen Klemme ist ein Klemmkontak
ohne Schraubverbindung. An der unteren Klemme befind
sich eine Patrone mit einer schwachen Schießpulverfüllung
ein Draht in ihrem Innern erreicht bei der gewünschte
Abschaltstromstärke gerade die Entzündungstemperatu
des Schießpulvers. Die Explosion der Patrone reißt dan
die Verbindungsleitung plötzlich von der oberen Klemm
los. Die Sicherungen werden für Stromstärken von 1 b
50 A und für Spannungen bis zu 65 kV verwendet; m
102 kV-Sicherungen macht man zur Zeit Versuche. („Ele
trical World" Bd. 93 (1929) S. 383*) [M 2758 c] Pa.

Kreiselpumpensätze für ein Höchstdruck-Kraftwerk

Von Dipl.-Ing. H. KISSINGER, Ludwigshafen a. Rh.

Die Schaltung eines Höchstdruck-Kraftwerkes wird unter besonderer Berücksichtigung der Pumpensätze erläutert. Bei hoher Temperatur und bei großem Zulaufdruck verlangen Anordnung und Ausführung der Kesselspeisepumpen besondere Sorgfalt. Eine Zusammenfassung der Hilfspumpen der Kondensationsanlage ermöglicht wesentliche betriebliche Vorteile.

Die Kesselspeisepumpen

·iner früheren Abhandlung[1]) habe ich die theoreti- hen Grundlagen für Heißwasser- und Höchstdruck- -elpumpen zusammengefaßt behandelt. Diese Gesichts- te wurden bei der nachstehend beschriebenen Kon- tion der Kesselspeisepumpen für eine neue 100 at- elanlage zugrundegelegt, die zur Erweiterung eines kraftwerkes von 20 at Kesseldruck dient. Zwei stdruckkessel von je 60 t/h Verdampfung gestatten Leistungssteigerung um etwa 12 200 kW durch Auf- ln einer Vorschalt-Regenerativturbine von 7000, Vorschaltturbine von 4500 kW bei 100/20 at Über- k und einer Vorwärmturbine von 700 kW.

Zur Speisung dienen vier Höchstdruck-Kesselspeise- pen von je 90 t/h; von diesen sind zwei unmittelbar 8 at-Dampfturbinen gekuppelt und zwei werden über radvorgelege von Drehstrommotoren angetrieben.

[1]) Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 10 (1929) Nr. 3 S. 128.

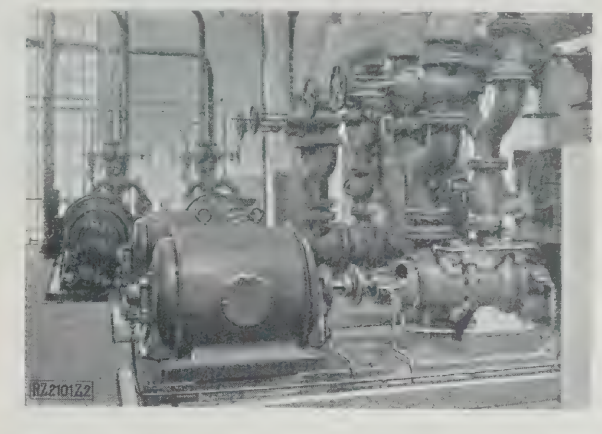


Abb. 2
Blick in den Pumpenraum. Im Vordergrund zwei der Zwischenspeisepumpen, dahinter die beiden Höchstdruck-Kesselspeisepumpen mit elektrischem Antrieb.

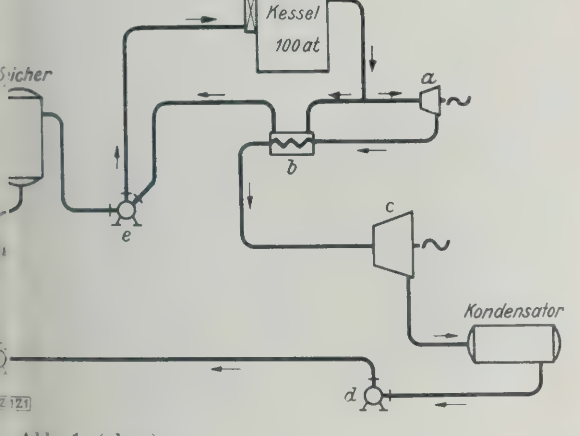


Abb. 1 (oben)
…tung der Höchst- …k-Kesselanlage in …m Großkraftwerk.

…orschaltturbine
…ischenüberhitzer
…uptturbine
…eistufige Kondensat- …mpe
…nstufige Höchstdruck- …sselspeisepumpe
…ischenspeisepumpen

Abb. 1 zeigt in großen Zügen die Schaltung der Maschinen und Apparate. Der Dampf wird in Vorschaltturbinen *a* von 100 auf 20 at entspannt und gelangt von dort über Zwischenüberhitzer *b* in die Hauptturbinen *c*, die für Kondensationsbetrieb eingerichtet sind.

Bei der Kesselspeisung der neuen Anlage, s. a. Abb. 2, hat man besonders die Vorteile hoher Speisewassertemperatur ausgenutzt. Das Kondensat wird von einer zweistufigen Kondensatpumpe *d*, Abb. 1, die mit dem Kühlwasser- und Strahlwasser-Pumpensatz vereinigt ist, dem Kondensator entnommen und zusammen mit der Zusatzspeisewassermenge den Zwischenspeisepumpen *f* mit

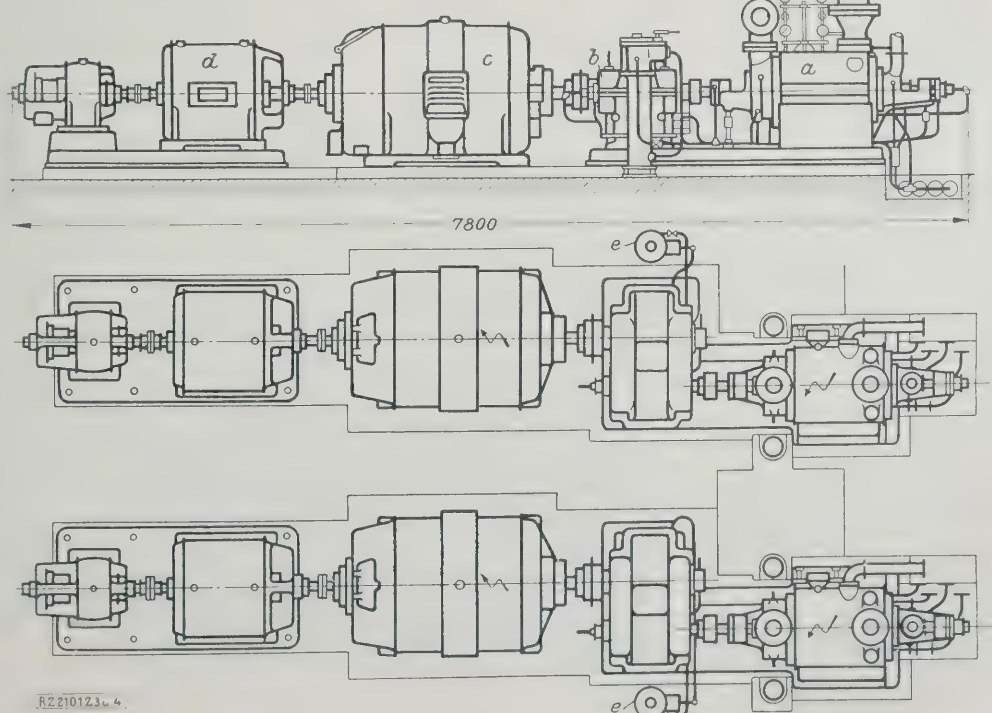
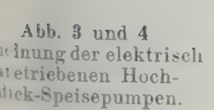


Abb. 3 und 4
…nung der elektrisch …etriebenen Hoch- …ck-Speisepumpen.



etwa 80 °C zugeführt. Diese, und zwar vier vierstufige Sulzer-Hochdruck-Pumpen für je 125 t/h Leistung bei 25 at manometrischer Förderhöhe sind mit Drehstrommotoren von 2900 U/min und 180 PS Antriebleistung unmittelbar gekuppelt und fördern in eine Gleichdruck-Speicheranlage[2]), in der das Wasser fast auf Verdampftemperatur kommt. Von dort fließt es dann mit etwa 200 °C und 18,5 at den neunstufigen Höchstdruck-Kesselspeisepumpen *e*, Abb. 3 bis 5, zu, die mit je 90 t/h Normalleistung bei 93,2 at (= 1080 m W.-S.) arbeiten, so daß sich am Ende der neunten Stufe ein Druck von 111,7 at einstellt. Mit diesem Druck gelangt das Wasser über die Rauchgasvorwärmer in die 100 at-Kessel.

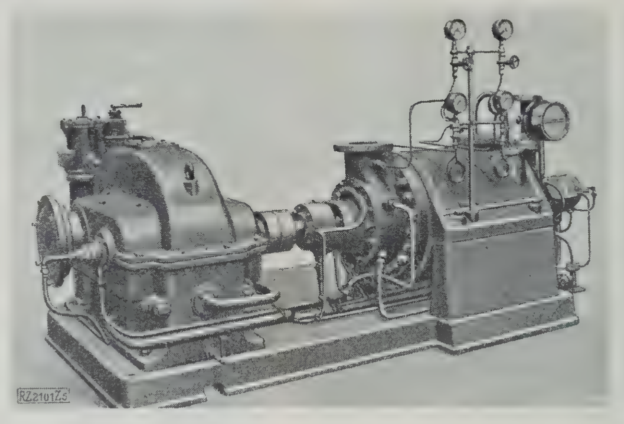


Abb. 5
Eine der Sulzer-Höchstdruckpumpen für 90 m³/h und 93,2 at bei 4650 U/min.

Im Zwischenüberhitzer *b*, Abb. 1, muß der Abdampf der Vorschaltturbinen *a* von 20 at und 250 °C wieder auf höhere Überhitzung von etwa 340 °C gebracht werden, bevor er in die Hauptturbine eintritt. Zu diesem Zweck wird Frischdampf von 100 at und 460 °C in den Zwischenüberhitzern an den 20 at-Dampfrohren vorbeigeführt. Infolge des Wärmeaustausches sinkt die Temperatur des Heizdampfes unter die Grenzkurve, und es bildet sich Kondensat von etwa 306 °C bei Verdampfungs- bzw. Sättigungsdruck von 93 at.

Dieses muß wieder in den Kessel zurück und wird deshalb über einen Hilfsstutzen in die Höchstdruck-Kesselspeisepumpen mit 82,5 at bei 297 °C eingeleitet, wobei möglichst wenig Druck verloren gehen soll. Aus diesem Grunde wurde dieser Stutzen hinter der sechsten Stufe angeordnet.

Bei geringer Speiseleistung der Pumpen kann dieses heiße Kondensat eine wesentliche Steigerung der Temperatur in den letzten Stufen der Pumpe und damit hinter der Entlastung veranlassen. Geht z. B. die Speisewassermenge auf 10 t/h zurück, während gleichmäßig etwa 7 t/h Kondensat hinter der sechsten Stufe eintreten, so beträgt die Mischtemperatur etwa 235 °C. Das entspricht einem Sättigungsdruck auf der Grenzkurve von 30 at. Normalerweise führt man das Entlastungswasser der Kesselspeisepumpen in den Längsstutzen zurück. Das ist möglich, solange die Verdampftemperatur vom Entlastungswasser nicht erreicht wird, oder anders ausgedrückt, solange der Gegendruck im Entlastungsraum oberhalb der Grenzkurve bleibt. Sonst setzt Dampfbildung ein, die im Pumpeneintritt zu Störungen der Förderung Anlaß gibt. Tatsächlich wird aber im Entlastungsteil ein Gegendruck von nur 18,5 at, entsprechend dem Zulaufdruck, vorhanden sein können. Das Entlastungswasser muß also entweder bei

Rückführung in den S[…]
stutzen gekühlt we[…]
was Wärmeverlust bed[…]
oder es wird weit zw[…]
mäßiger in den Dampfr[…]
des Speichers geleitet. […]
kann das Entlastungswa[…]
in Dampf- oder Wasser[…]
eintreten. Auf jeden […]
wird die volle Wärme […]
Kreislauf erhalten ble[…]
Wenn die Endtempe[…]
nicht so hoch ist […]
im vorliegenden Fall, […]
das gleiche erreicht we[…]
durch Verbindung des […]
lastungsraumes mit […]
jenigen Pumpenstufe, […]
einen über dem Verda[…]
druck liegenden Zwis[…]
druck hat. Hiermit […]
meidet man alle un[…]
gen Verwicklungen, man erreicht betriebsicheres […]
gleichzeitig wirtschaftliches Arbeiten.

Wegen der schon früher[3]) beschriebenen Vorteil[e]
Drehzahlregelung statt einer Drosselung am Pu[m]
schieber, erhielten auch die elektrisch angetrieb[…]
Pumpensätze Drehzahlregelung. Die Antriebmot[…]
wurden zu diesem Zweck als Scherbiusmotoren […]
Frequenzumformer ausgebildet. Die Schaltgeräte d[…]
Regelsätze werden durch Askania-Regler betätigt.

Die Pumpen haben einen gegen null ansteige[…]
Verlauf der Q-H-Linie, wie in dem oben erwähnten […]
satz wiedergegeben[4]). Der Gipfel- oder Umkehrp[…]
veranlaßt bei kleiner Leistung außerordentlich he[…]
Schläge in den Speiseleitungen. Dies ist besonders […]
tig, weil immer eine Elektro- und eine Turbopumpe
verschiedener Charakteristik zusammenarbeiten, w[…]
die Turbopumpe durch die Vorwärmanlage geste[…]
wird. Wenn sie die ganze Leistung übernimmt, so […]
die Elektropumpe im toten Wasser, so daß die bekan[…]
Pendelungen der Wassersäule auftreten, wenn der […]
laufdruck unter dem Höchstdruck liegt. Dies muß
vermieden werden.

Unmittelbare Kupplung mit den Elektromotoren […]
zurichten, war nicht möglich, da sonst die Stufenzahl
Pumpen zu groß geworden wäre. Anderseits kann
gewünschte Ziel nur mit eingehäusigen Pumpen err[…]
werden. Aus diesem Grunde wurden Stirnradvorg[…]
zur Übersetzung ins Schnelle von 1470 auf 4650 U[…]
eingeschaltet.

Abb. 6 zeigt eine der neunstufigen Sulzer-Hö[…]
druckpumpen im Schnitt. Bei der Ausbildung d[…]
Pumpen hat man teilweise neue Wege beschritten[…]
etwaigen Schwierigkeiten zu begegnen. Vor a[…]
wandte man dem Ausgleich von Wärmespannunge[n]
sondere Aufmerksamkeit zu.

Die Pumpen sind nicht in üblicher Weise mit F[…]
versehen, sondern in Kragständer in der wagere[…]



[2]) Vergl. Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 8 (1927) S. 324.

[3]) Vergl. Anmerkung 1.
[4]) Vergl. Anmerkung 1.

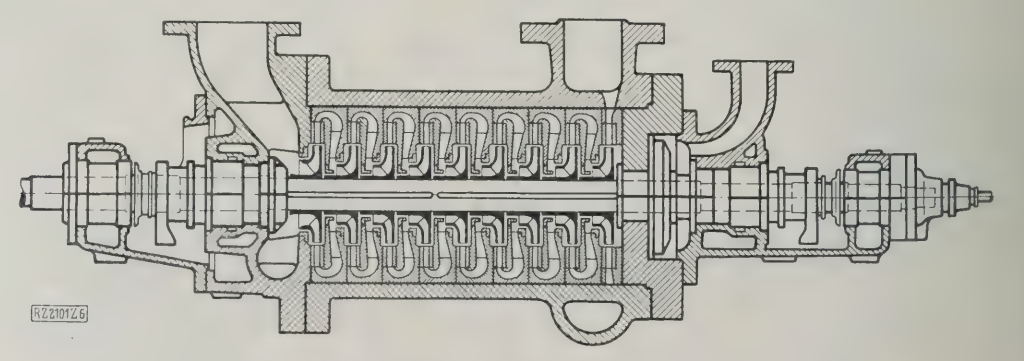


Abb. 6. Schnitt durch die Höchstdruck-Kreiselpumpe von Gebr. Sulzer.

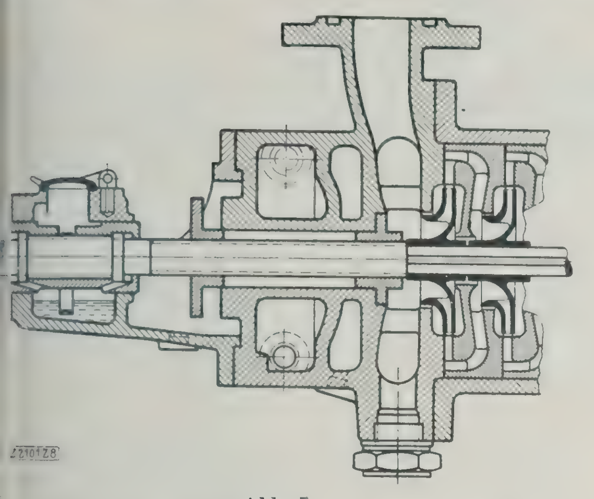


Abb. 7
Heißwasser-Stopfbüchse mit Außenkühlung aus dem Jahre 1923.

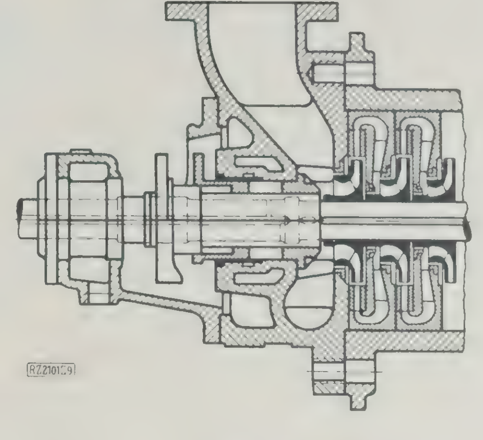


Abb. 8
Neuartige Kühlung der Stopfbüchse von innen.

senebene aufgehängt, Abb. 5. Hiermit hat man enunterschiede durch Wärmeausdehnung gegenüber Vorgelege ausgeschaltet. Das Gehäuse ist auf seiner lagefläche nach dem hinteren Teil der Pumpe zu längs Achse frei beweglich.

Durch die Wahl geeigneter Werkstoffe wurden che Ausdehnungszahlen bei dem Laufzeug und der le mit den Büchsen erreicht. Die Laufräder sind aus elmetall, die Wellen aus VAM-Stahl, die Leiträder Stahlguß. Um den letzten Rest von Längenände- sdifferenzen elastisch auszugleichen, werden nach- ige Ausdehnungsbüchsen eingebaut, und um die meverluste niedrig zu halten, hat man das Pumpen- use isoliert.

An den Stopfbüchsen muß Wasser von 200 °C und at gegen die freie Luft abgedichtet werden, sonst t bei Austritt des heißen Wassers lebhafte Dampf- ung ein. Man muß deshalb das Spaltwasser, das in Stopfbüchse eintritt, gut kühlen und durch Anord- g einer möglichst langen Drosselstrecke für eine Ver- erung des Druckes Sorge tragen.

Hierzu bedient man sich entweder einer Außen- lung, etwa nach Abb. 7, oder man geht zu der wesent- wirksameren Innenkühlung über, die bei den Pum- für 100 at benutzt wurde, Abb. 8.

Um unwiederbringliche Wärmeverluste zu vermeiden, man die Kühlung auf ein Mindestmaß beschränkt. Nur den Stopfbüchsen-Laufstellen wird durch eine Innen- Außenkühlung weitergehende Verringerung der peratur des etwa noch austretenden Wassers an- trebt. Das Kühlwasser wird von der durchbohrten lle her in die mit umlaufenden Kühlwasserräume pritzt und von hier über die Stopfbüchsenpackung ch eine Öffnung in der fbüchsenbrille abgeleitet.

Zur besseren Abdichtung man außerdem noch rrwasser verwendet, das 80 ° und 20 at von den ischenspeisepumpen her Verfügung steht. Dieses rrwasser wird vor der pelstopfbüchse in die ere Laterne eingeleitet bildet durch seinen eren Druck ein verhält- näßig kaltes Wasserband, it das heiße Wasser des pensaugraums gegen die kung gut abgeschlossen bt. Im gleichmäßigen om fließt es dann über die ere Laterne zwischen den beiden Stopfbüchsenräumen ab und läuft dem Kondensatsammler wieder zu. Infolgedessen geht die vom Sperrwasser aufgenommene Wärme nicht verloren, während die gewählte Abdichtung jede Schwadenbildung an den Stopfbüchsen vermeidet.

Abschließende Betriebserfahrungen liegen heute noch nicht vor, da die Anlage erst einige Monate im Betrieb ist. Immerhin zeigt das Beispiel, daß man Kreiselpumpen auch für höhere Drücke mit Vorteil benutzen kann. Bei zu kleiner Wassermenge allerdings ist unter Umständen die Kolbenpumpe überlegen, da dann die Radverhältnisse und damit der Wirkungsgrad für Kreiselpumpen zu schlecht werden.

Die Hilfspumpen für die Kondensation

Für die neue 20 000 kW-Turbine, die mit 20 at arbeitet und den Frischdampf teilweise vom Zwischenüberhitzer *b*, Abb. 1, teilweise von der alten Kesselanlage erhält, wurden im Kondensatorkeller zwei miteinander gekuppelte Maschinensätze aufgestellt, von denen jeder sämtliche Hilfspumpen der Kondensation in sich vereinigt.

Abb. 9 zeigt die eine dieser Pumpensätze. Jede Gruppe besteht aus Kühlwasser-, Strahlwasser- und Kondensatpumpe. Zum Antrieb dient einmal eine Dampfturbine über ein Zahnradvorgelege und einmal ein 300 PS-Drehstrommotor von 735 U/min. Mit dieser Drehzahl arbeiten beide Pumpensätze, um gleiche Ausführung zu erhalten. Der eine dient als Aushilfe für den andern.

Die Kühlwasserpumpe, die den größten Raum einnimmt und durch den Druckstutzen von 600 mm l. W. gekennzeichnet ist, deckt den Wasserbedarf zur Kühlung des Kondensators. Der Kühlwasserstrom wird im Kraftschluß geführt, so daß nur die Leitungs- und Kondensatorwiderstände zu überwinden sind. Gebraucht werden rd. 4000 m³/h bei 7 m Förderhöhe. Diese Leistung konnte hier in einem Laufrad bewältigt werden. Oft muß man die Wassermenge unterteilen und zwei oder drei parallel geschaltete Laufräder einbauen, um keine zu niedrigen Drehzahlen zu bekommen.

Die Strahlwasserpumpe, die sich rechts an die Kühlwasserpumpe anschließt, Abb. 10, entnimmt deren Druckraum das Aufschlagwasser für die Luftabsaugung aus dem Kondensator und erzeugt in zwei Stufen die für den Strahl-

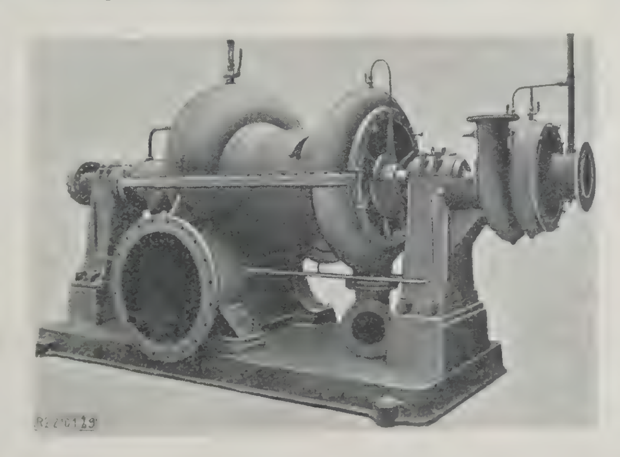


Abb. 9. Kondensationspumpengruppe.

apparat erwünschte Druckhöhe von 47 m bei 355 m³/h. Kühlwasser- und Strahlwasserpumpe sind in einem Gehäuse vereinigt, das wagerecht geteilt ist. Zur Anfertigung des verwickelten Gußstückes sind langjährige Gießereierfahrungen nötig gewesen.

Die Kondensatpumpe ist am Ende der Welle außerhalb des zweiten Hauptlagers fliegend angeordnet. Diese Pumpe saugt das aus dem Kondensator anfallende Kondensat und fördert es über den Speisewassersammler den Zwischenspeisepumpen, Abb. 1, zu. Die hohe Luftleere bei geringer geodätischer Zulaufhöhe bedingt besonders sorgfältige Ausbildung der Stopfbüchse und Verwendung eines Laufrades mit erhöhter Saugfähigkeit. Die Kondensatpumpe nach Abb. 9 hat zwei Stufen für 110 m³/h bei 40 m Gesamtförderhöhe. Zum Abdichten an der Stopfbüchse dient Druckwasser, das hinter dem zweiten Laufrad entnommen wird. Außerdem wird Sperrwasser zwischen die beiden Packungen der Doppelstopfbüchse eingeführt; es bildet hierdurch ein Wasserband, das jedes Aussaugen von Luft sicher vermeidet. Als Sperrwasser dient Kondensat, das etwa 10 m oberhalb der Pumpe in einem kleinen Behälter vorrätig gehalten wird. Normalerweise dichtet das Druckwasser vom Druckraum der Pumpe.

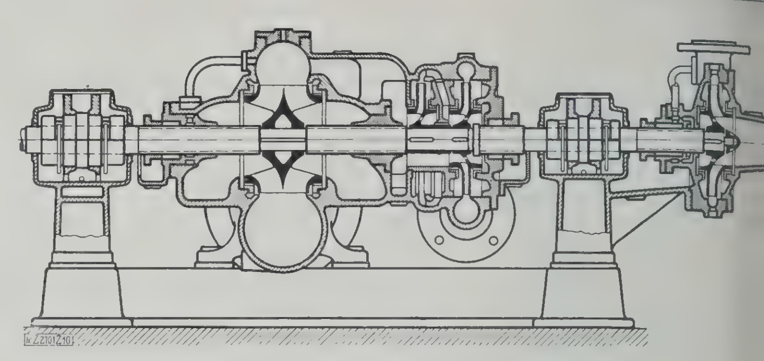


Abb. 10
Schnitt durch die Kondensationspumpengruppe. Die Kondensatpumpe rechts ist bei der Gruppe nach Abb. 9 zweistufig.

Bei geringer Belastung der Turbine aber läuft die K densatpumpe unter Umständen fast leer, und die Gef eines Ansaugens von Luft durch die Stopfbüchse wäc bei der hohen Luftleere beträchtlich, zumal Druckwas nicht zur Verfügung steht. Dann tritt das Sperrwasser Wirkung und dichtet wie vorher das Druckwasser gut

Die Durchbildung derartiger Pumpengruppen grün sich auf jahrelange Erfahrungen im Kreiselpumpenb Die Ersparnisse gegenüber der Verwendung von getrennten Pumpen mit Einzelantrieb sind augensch lich. Aber die Hauptvorteile liegen in der Vereinfach des Betriebes bei gleichzeitiger Steigerung der Sicher
[B 2101

---

a Handflügelpumpe
b Kiestöpfe
c Meßzylinder aus Glas mit je 5 l Fassungsvermögen
d Entgasungsrohr
e Umschaltvorrichtung
f Doppelzählwerk
g Fülleitungen
h Saugleitungen
i Rücklauf- und Entgasungsleitungen
k Peilrohe
l Peilrohrverschlüsse
m Schutzkappen

RZ2427 Z1

Abb. 1
Tankanlage der Firma Gebr. Körting, A.-G., Hannover.

Tankanlagen für Kraftfahrzeuge

In Ergänzung zu meinem Aufsatz in Z. Bd. 72 (19 Nr. 44 S. 1595 soll hier noch kurz eine weitere Bauart Tankanlagen beschrieben werden. Abb. 1 zeigt eine von Firma Gebr. Körting, A.-G., erbaute Zapfstelle, bei der flüssige Brennstoff aus den beiden unterirdischen Lag behältern in die Meßvorrichtung ohne Anwendung Schutzgas mittels Handflügelpumpen *a* gefördert w Zur Sicherung gegen Explosionen dienen Kiestöpfe *b* und Meßvorrichtung zwei amtlich geeichte Zylinder aus Gla mit je 5 l Fassungsvermögen.

Die Meßzylinder sind mit Überlaufrohren versehen, genau in Höhe des Flüssigkeitstandes bei 5 l Inhalt m den und überschüssig geförderte Brennstoffmengen in Behälter zurückleiten. Beim Füllen des Meßzylinders e weicht die Luft durch ein Entgasungsrohr *d* und durch ei Kanal im Gehäuse der Umschaltvorrichtung *e*, sie tritt du ein daran angeschlossenes, am Ende mit einem Kiestopf sehenes Rohr ins Pumpengehäuse und von hier durch e mit feiner Drahtgaze überzogene Öffnung ins Freie.

Der Zapfhebel, durch den das Füllen und Entleeren Meßzylinder eingestellt wird, betätigt bei Zweibehä anlagen ein dreifaches Zählwerk, bei Anlagen mit einem hälter ein Doppelzählwerk *f*. Auf der großen Teilung z ein Zeiger die Einzelabgabe an. Dieser Zeiger kann n Beendigung einer Einzelabgabe durch einen Druck auf N stellung gebracht werden. Außerdem befindet sich un halb des Zeigerdrehpunktes eine zweite Teilung für den f laufenden Betrieb, die die Gesamtabgaben aus beiden Be tern angibt. Endlich befindet sich oberhalb des Zeigerd punktes eine dritte Teilung, die durch den unteren Umsch hebel in der Druckleitung der beiden Pumpen eingerü wird, wenn aus einem bestimmten Behälter gefördert w den soll. Diese Teilung zeigt also nur die fortlaufende E nahme aus diesem Behälter an. Der Unterschied zwis den Angaben der unteren und oberen Teilung ergibt d die fortlaufende Entnahme aus dem andren Behälter.

Bei Anlagen mit einem Behälter genügt ein Dop zählwerk, das die einzeln und die insgesamt abgegebe Brennstoffmengen anzeigt. Der Zapfhebel hat immer Sperrvorrichtung zum Schutze gegen Falschmessungen mißbräuchliche Benutzung. Die Sperrvorrichtung anlaßt eine zwangläufige Bewegung des Hebels von einen in die andre Endstellung. [M 2427

Berlin Oberreg.-Rat *Walthe*

Sternradgetriebe

Von Dipl.-Ing. ARTHUR BOCK, Dresden

Vorgetragen in der Getriebetagung des Vereines deutscher Ingenieure am 24. September 1928 in Dresden

Die Sternradgetriebe als Entwicklungsform der Malteserkreuzgetriebe. Konstruktion eines Sternradgetriebes auf Grund vorgeschriebener Werte für Bewegungs- und Ruhezeiten. Grenzen des Anwendungsbereiches der Sternradgetriebe. *Die bei Sternradgetrieben bisher übliche Triebstockverzahnung ist in der Herstellung zu teuer. Daher wird vorgeschlagen, sie durch eine Evolventenverzahnung zu ersetzen. Hierzu werden folgende Punkte erörtert:* ***Ermittlung des Übersetzungsverhältnisses der Verzahnung aus den gegebenen Werten für Bewegungs- und Ruhezeiten, Wahl der Zähnezahlen und des Moduls, konstruktive Gesichtspunkte, maschinelle Herstellung der Sternräder und die dazu nötigen Vorrichtungen.***

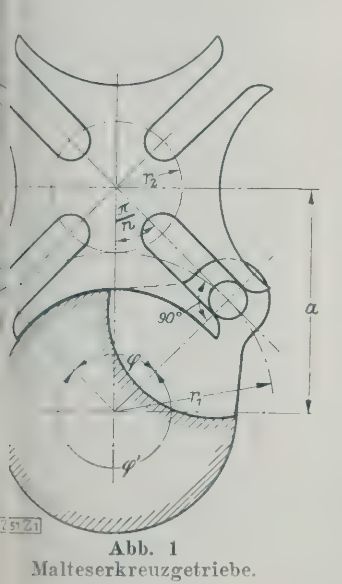


Abb. 1
Malteserkreuzgetriebe.

Die Sternradgetriebe sind seit langer Zeit bekannt, sie haben jedoch bisher in der Praxis aus verschiedenen Gründen keine Bedeutung erlangt. Die planmäßige Behandlung dieses Getriebes ist dem Konstrukteur meistens nicht bekannt, er weiß nicht, wie er das Getriebe auszubilden hat, damit es vorgeschriebene Bedingungen erfüllt. Ein anderer sehr wesentlicher Grund liegt in der Abneigung der Werkstatt gegen dieses Getriebe, weil es bei … ganz genauer Herstellung mangelhaft arbeitet. Dazu …mt noch, daß die Herstellung der Sternräder in der bis…ren Form mit Triebstockverzahnung, Abb. 2 und 3, zu … ist. Diese Hindernisse für die Verwendung der …radgetriebe zu beseitigen, ist der Zweck dieser Aus…ungen. Es soll gezeigt werden, wie man ein Sternrad…ebe für praktisch vorgeschriebene Bedingungen ent…, und wie man durch Einführung der Evolventenver…ung statt der Triebstockverzahnung ein Getriebe er… das man wirtschaftlich herstellen kann. Auch …lie einwandfrei genaue Herstellung soll eingegangen …len.

Öfter als die Sternräder findet man in Maschinen …Malteserkreuzgetriebe, Abb. 1, aus dem …Sternradgetriebe entwickelt worden ist. Dessen Wei…ntwicklung liegt darin, daß man damit mehr Bedin…gen erfüllen kann als mit dem Malteserkreuzgetriebe. … man aus Abb. 1 ersieht, gestattet das Malteser…zgetriebe nur eine Aufteilung der vollen Um…ung des Kreuzes in eine Anzahl gleicher Schalt…el, und zwar nicht weniger als drei Winkel von …. Dabei entfallen innerhalb jeder Schaltperiode be…mte, unveränderliche Zeitabschnitte auf Ruhe und … Bewegung.

Bezeichnet:

T die Zeit einer Treiberumdrehung (Arbeitspiel),
t_b die Bewegungszeit und
t_r die Ruhezeit,

…t

$$\frac{t_b}{T} = \frac{\varphi}{360°}, \quad \frac{t_r}{T} = \frac{\varphi'}{360°}.$$

Unter der Voraussetzung tangentialen Einlaufs des …bers, und wenn n die Zahl der Sperrschuhe auf dem …uz bezeichnet, ergibt sich aus Abb. 1:

$$\varphi = 2\left(90° - \frac{\pi}{n}\right) = \frac{180° (n-2)}{n}$$

und daraus folgt:

$$\frac{t_b}{T} = \frac{n-2}{2n}.$$

Entsprechend ergibt sich

$$\varphi' = \frac{180° (n+2)}{2n},$$

$$\frac{t_r}{T} = \frac{n+2}{2n}.$$

Durch Addition erhalten wir dann

$$\frac{t_b}{T} + \frac{t_r}{T} = 1.$$

Das stimmt mit der ursprünglichen Annahme überein, wonach

$$t_b + t_r = T \text{ ist.}$$

Wenn n vorgeschrieben wird, so ist damit beim Malteserkreuzgetriebe schon die gesamte Zeitverteilung festgelegt.

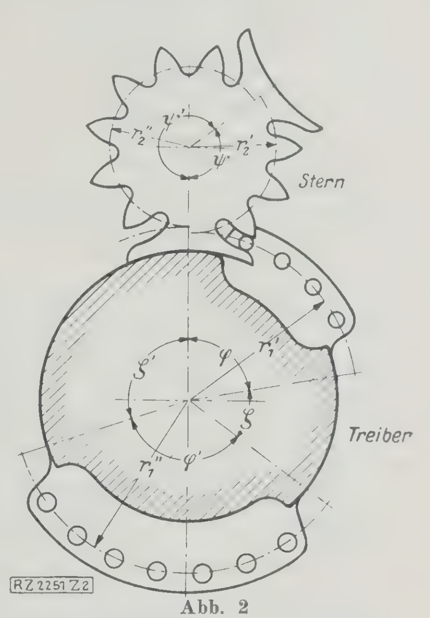


Abb. 2
Sternradgetriebe mit Triebstockverzahnung und zwei verschieden großen Schaltwinkeln.

Das Sternradgetriebe läßt noch in verschiedener Hinsicht Freiheit. Wie Abb. 2 zeigt, kann man auf dem Treiber mehrere Gruppen Triebstöcke von verschiedener Anzahl anordnen, so daß der Stern mit verschieden großen Schaltwinkeln, z. B. ψ und ψ', arbeitet. Außerdem können aber die Triebstockgruppen an beliebigen Stellen des Treiberumfangs angebracht werden, so daß man das Verhältnis der Bewegungs- und Ruhezeiten innerhalb gewisser Grenzen beliebig festsetzen kann. In Abb. 2 würde das einer Verschiebung der Treiberwinkel φ und φ' gegeneinander, also einer Veränderung von ζ und ζ' entsprechen. Dabei sind φ und φ' mit den Bewegungszeiten ζ und ζ' mit den Ruhezeiten gleichbedeutend. Die Zeit eines Arbeitspieles würde sich hierbei zusammensetzen aus

$$T = t_b + t_r + t_b' + t_r'.$$

Sollte es in einem besonderen Falle notwendig sein, die Drehung des Sternes in Winkel zu teilen, die mit verschiedener Geschwindigkeit durchlaufen werden, so kann man dies durch ein Sternradgetriebe erreichen, bei dem, wie in Abb. 2, für die einzelnen Bewegungsabschnitte die Teilkreise verschieden groß sind. Dadurch bekommt jeder Bewegungsabschnitt sein besonderes Übersetzungsverhältnis.

Durch die Anordnung mehrerer gleicher Triebstockgruppen kann man die verschiedensten Übersetzungsverhältnisse verwirklichen. Es braucht dann nicht mehr einer Sternumdrehung eine ganze Zahl Treiberumdrehungen zu entsprechen. Das Verhältnis zwischen den Triebstockgruppen und den Zahngruppen des Sternes kann z. B. 2 : 5 oder 3 : 7 usw. sein.

Ich will hier nur den praktisch wichtigsten Fall erörtern, daß lediglich eine Triebstockgruppe vorhanden

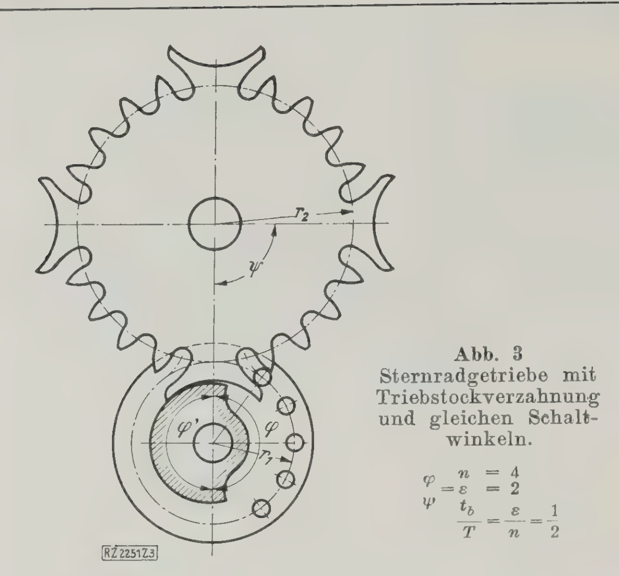


Abb. 3 Sternradgetriebe mit Triebstockverzahnung und gleichen Schaltwinkeln.

$n = 4$
$\frac{\varphi}{\psi} = \varepsilon = 2$
$\frac{t_b}{T} = \frac{\varepsilon}{n} = \frac{1}{2}$

ist und die Schaltwinkel des Sterns gleiche Teile von 360° sind, Abb. 3. Nach dieser Einschränkung ist auch leichter ein Vergleich mit dem Malteserkreuzgetriebe möglich.

Die Bewegungsverhältnisse der beiden Getriebe bei gleichen Bedingungen zeigt am anschaulichsten der Verlauf der Geschwindigkeit und Beschleunigung, Abb. 4. Die bei gleichen Schaltwinkeln auftretende Geschwindigkeit ist beim Malteserkreuz bedeutend höher als beim Sternrad, wo nach kurzem Anlauf eine Periode gleichförmiger Bewegung einsetzt. Das Sternradgetriebe weist zwar anfangs eine etwas größere Beschleunigung auf, die größte auftretende Beschleunigung ist aber geringer.

Trotz der Beschränkung auf einen Teil der bei den Sternradgetrieben vorhandenen Möglichkeiten sind noch wesentliche Vorteile gegenüber dem Malteserkreuzgetriebe zu verzeichnen. Der Schaltwinkel kann auch 180° und 360° betragen, da man bis auf nur einen Sperrschuh zurückgehen kann. In vielen praktischen Fällen braucht man gerade diese Winkel, weil eine halbe oder ganze Umdrehung des Werkstückes während eines Arbeitspiels notwendig ist. Der wesentlichste Vorzug gegenüber dem Malteserkreuz liegt aber darin, daß man beim Sternradgetriebe die Ruhe- und Bewegungszeiten innerhalb weiter Grenzen willkürlich festsetzen kann. In der Praxis ist es gerade häufig erwünscht, nach einer längeren Bewegungszeit eine kurze Ruhezeit einzulegen oder umgekehrt kurze Bewegungen in größeren Zeitabständen zu bekommen.

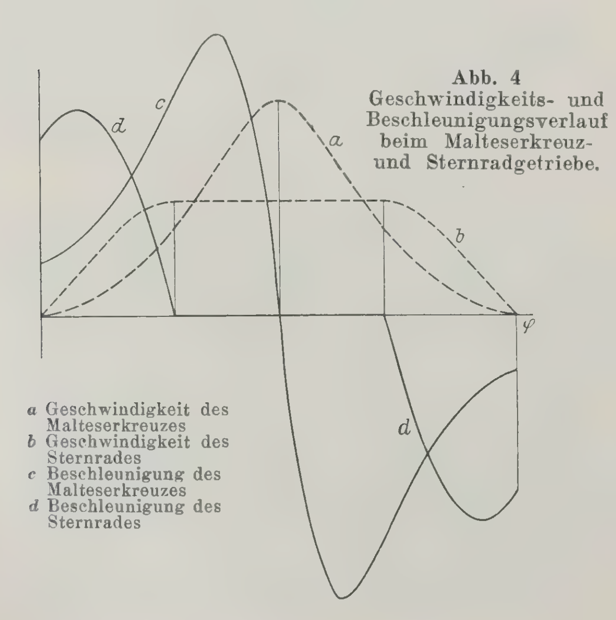


Abb. 4 Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverlauf beim Malteserkreuz- und Sternradgetriebe.

Theoretische Grundlagen für den Entwurf[1])

Ebenso wie beim Malteserkreuzgetriebe setzt si beim Sternradgetriebe die Zeit eines Arbeitspiels, einer Treiberumdrehung entspricht, zusammen aus

$$t_b + t_r = T \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Führt man statt der absoluten Zeiten die Verhä nisse der Einzelzeiten zum Arbeitsspiel ein, so erh die Gleichung folgende Form:

$$\frac{t_b}{T} + \frac{t_r}{T} = 1.$$

Diese Form ist für die weitere Entwicklung desha besser brauchbar, weil man an Stelle der Zeitverhä nisse auch die entsprechenden Verhältnisse der Treib winkel setzen kann.

Bezeichnen wir mit φ den Treiberwinkel, während einer Bewegungsperiode durchlaufen wird, u entspricht das Arbeitspiel einer vollen Treiberu drehung, so gelten die beiden Gleichungen:

$$\frac{t_b}{T} = \frac{\varphi}{2\pi} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

und

$$\frac{t_r}{T} = 1 - \frac{\varphi}{2\pi} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Das Endziel ist die Ermittlung des Verhältnisses Halbmesser $\frac{r_2}{r_1} = \mu$; da aber zwischen den schon gef denen Größen und μ keine unmittelbare Beziehung steht, ist die Einführung des Übersetzungsverhältnisse notwendig, das ist das Verhältnis der Drehwinkel Treiber und Stern während eines Bewegungsabschnit Für ε findet man auf Grund folgender Ableitung e einfache Rechenvorschrift.

Nach der Voraussetzung ist

$$\varepsilon = \frac{\varphi}{\psi} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

φ ergibt sich aus (2) zu

$$\varphi = 2\pi \frac{t_b}{T}.$$

Der entsprechende Schaltwinkel ψ des Sternes nach den gemachten Voraussetzungen

$$\psi = \frac{2\pi}{n}$$

sein, wobei n wieder die Zahl der Sperrschuhe auf Stern bei gleichmäßiger Verteilung auf den Umfang Werden die Werte von φ und ψ in (4) eingesetzt, so gibt sich

$$\varepsilon = n \frac{t_b}{T} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

So kann ε entweder aus den Winkeln φ und ψ oder dem Zeitverhältnis $\frac{t_b}{T}$ und der Zahl der Sperrschuhe mittelt werden, je nachdem, welche Größen vorgesch ben sind:

$$\varepsilon = \frac{\varphi}{\psi} = n \frac{t_b}{T}.$$

Geht man aber vom Übersetzungsverhältnis und Zahl der Sperrschuhe aus, so findet man für das Z verhältnis $\frac{t_b}{T}$ folgende einfache Beziehung:

$$\frac{t_b}{T} = \frac{\varepsilon}{n} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Das Übersetzungsverhältnis ε ist wegen der ungle förmigen Bewegung des Sternes nicht gleich dem H messerverhälnis μ, es besteht aber die von Alt[2]) au stellte Beziehung:

$$\varepsilon = -\mu\left(\frac{n}{2} - 1\right) + n\frac{4 + 3\mu}{\pi} \text{ arc sin} \frac{\mu}{2(1+\mu)}.$$

[1]) Hierbei wird an die Veröffentlichung von *H. Alt*, „Malt kreuzgetriebe“, „Werkstattstechnik“ Bd. 10 (1916) S. 229 angekn Teilweise entstammt die Theorie auch der Vorlesung von Prof. Dr an der Techn. Hochschule Dresden.

·r durch Interpolation eine Tafel von μ-Werten ge-·n worden ist. Diese von Alt[2]) zusammengestellte soll hier nochmals wiedergegeben werden, weil s die Grenzen der Verwendbarkeit noch nicht unter- worden sind und die Tafel deshalb einige prak-nicht verwendbare Werte enthält.

Zahlentafel 1
sammenstellung von Halbmesser-erhältnissen $\mu = \frac{r_2}{r_1}$ für verschiedene Übersetzungsverhältnisse ε

	μ					
	n = 1	2	3	4	5	6
	—	—	—	—	—	4,4165
	—	—	—	—	3,5329	3,4423
	—	—	—	2,6480	2,5633	2,4800
		—	1,7642	1,6902	1,6185	1,5489
	—	0,8814	0,8276	0,7773	0,7307	0,6874
),8333	0,7777	0,7260	0,6782	0,6342	0,5938	0,5567
),8000	0,7455	0,6951	0,6487	0,6060	0,5670	—
),7500	0,6975	0,6491	0,6047	0,5641	0,5271	—
),6667	0,6176	0,5729	0,5322	0,4952	0,4617	—
),6250	0,5779	0,5350	0,4962	0,4611	0,4295	—
),6000	0,5540	0,5124	0,4748	0,4405	0,4104	—
0,5000	0,4592	0,4226	0,3901	0,3611	0,3353	—
0,4000	0,3650	0,3343	0,3073	0,2836	—	—
0,3750	0,3416	0,3124	0,2869	0,2645	—	—
0,3333	0,3028	0,2762	0,2532	0,2332	—	—
0,2500	0,2256	0,2048	0,18706	0,17177	—	—
0,2000	0,17970	0,16264	0,14821	0,13588	—	—
0,16667	0,14930	0,13483	0,12268	0,11237	-	—
0,14286	0,12767	0,11512	0,10464	0,09579	—	—
0,12500	0,11152	0,10043	0,09121	0,08343	—	—

.st μ gefunden, so kann noch einer der beiden Halb-er oder der Achsabstand $a = r_1 + r_2$ willkürlich an-mmen werden, und damit liegen dann die Konstruk-maße des Sternradgetriebes fest. Ist r_2 gegeben, so $r_1 = \frac{r_2}{\mu}$; ist a gegeben, dann ist $r_1 = \frac{a}{\mu + 1}$ und $r_1 \; u = \frac{\mu \, a}{\mu + 1}$.

Grenzen der Verwendbarkeit

Es ist früher erwähnt worden, daß bei den Stern-etrieben das Verhältnis von Ruhe und Bewegung erhalb gewisser Grenzen" willkürlich gewählt wer-könne. Nun sollen diese Grenzen aufgesucht werden. die Betrachtungen möglichst übersichtlich zu ge-en, wird die Bewegungsschaulinie eines Sternrad-iebes, Abb. 5, zugrunde gelegt. Die Abszisse ist die , die bei gleichförmig umlaufendem Treiber dessen winkeln φ proportional ist. Als Ordinate ist der ltwinkel ψ des Sternes aufgetragen. An eine Grenze sen wir kommen, wenn das Verhältnis $\frac{t_b}{t_r}$ immer r zunimmt. Wird schließlich t_r null, so hätten wir eine ununterbrochene Bewegung. Die theoretische Grenzbedingung lautet:

$$t_b < T \quad \text{oder} \quad \varepsilon \leq n.$$

Es fragt sich nun, wie nahe wir praktisch an diese Grenze herankommen und wie dann die erzielte Bewegung aussieht. Das wirkliche Bewegungsbild zeigt, wie in Abb. 5 dünn eingetragen, keine Ecken, sondern allmählichen Übergang von der Ruhe zur Bewegung und umgekehrt. Lassen wir die in Abb. 5 schon kurze Ruhezeit gleich null werden, so schließt der Beschleunigungsbogen unmittelbar an den Verzögerungsbogen an. Wir hätten also im Augenblick, wo die eine Bewegungsperiode endet, schon den Beginn einer neuen. Dieser Fall ist praktisch ausführbar. Wenn der letzte Triebstock einer Gruppe den Schlitz im Stern verläßt, so tritt der erste Triebstock der nächsten Gruppe bereits in den nächsten Schlitz ein, so daß der Stern nach einer Verzögerung bis zur Ruhelage sofort wieder beschleunigt wird. Diese Möglichkeit ist unter Umständen sogar von Bedeutung, wenn es sich darum handelt, eine stetige Bewegung in regelmäßigen Abständen für einen Augenblick zu unterbrechen.

Die andere Grenze der Verwendbarkeit wird erreicht, wenn man die Ruhezeit verlängert und die Bewegungsdauer verkürzt.

Dieser Verkleinerung von $\frac{t_b}{t_r}$ entspricht eine Verkleinerung des Halbmesserverhältnisses μ, d. h. der Treiber wächst, während der Stern kleiner wird. Je größer aber der Treiber ist, desto größer werden die Sperrschuhe, vergl. Abb. 2 und 3. Hierbei kommt man an eine Grenze der Durchführbarkeit. Die Sperrschuhe werden so groß, daß sie nicht mehr auf dem kleinen Stern Platz haben und übereinander hinwegreichen. Die Schwierigkeit tritt bis zu vier Sperrschuhen ($\psi \geq 90°$) noch nicht auf. Sobald der Schaltwinkel ψ kleiner als 90° wird, gibt es eine untere Grenze für μ. Das bedeutet praktisch, daß die Bewegungs-

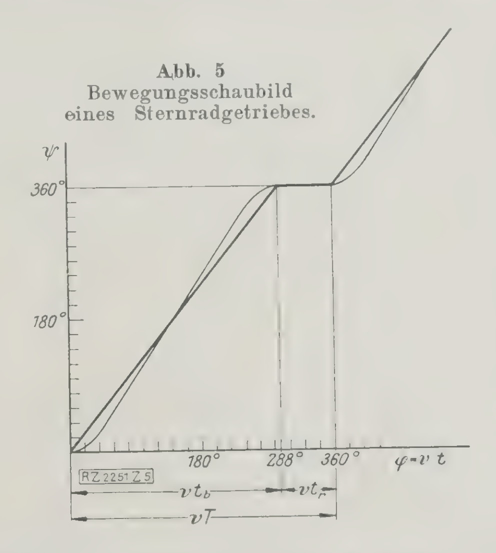


Abb. 5
Bewegungsschaubild eines Sternradgetriebes.

[2]) *H. Alt*, a. a. O. S. 231.

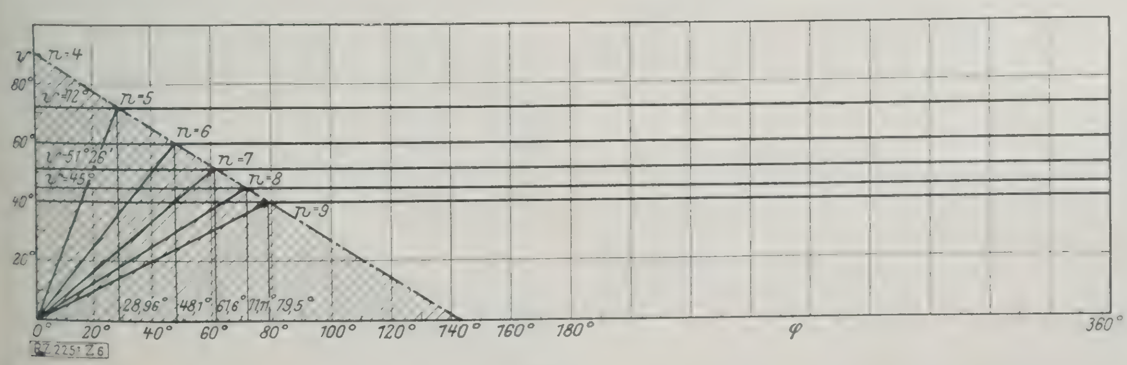


Abb. 6
Grenzdiagramme für Sternradgetriebe.

zeit t_b im Verhältnis zum Arbeitspiel nicht zu kurz sein darf. Die theoretische Grenze ist an folgende Bedingung gebunden:

$$\mu > \frac{2 \sin \left(\frac{\pi}{3} \frac{n-4}{2n}\right)}{1 - 2 \sin \left(\frac{\pi}{3} \frac{n-4}{2n}\right)} .$$

Auf Grund dieser Bedingung kann man für jeden Wert von ψ ein Grenzschaubild, Abb. 6, aufzeichnen. Die Eckpunkte dieser Diagramme, d. h. die zu jedem Winkel ψ gehörigen niedrigsten Werte von φ liegen auf einer Geraden, die eine unbrauchbare Ecke des Diagramms abschneidet.

B e i s p i e l

An der Hand eines einfachen praktischen Beispiels soll der Gang der Rechnung noch einmal deutlich gemacht werden. Die gestellten Bedingungen gibt das Bewegungsschaubild, Abb. 5, wieder. Danach ist der Schaltwinkel $\psi = 360°$, also die Zahl der Sperrschuhe $n = 1$. Bewegungs- und Ruhezeit sollen sich verhalten wie 4 : 1. Daher sind die entsprechenden Winkel

$$\varphi = 288° \quad \varphi' = 72° .$$

Das Übersetzungsverhältnis ist

$$\varepsilon = \frac{\varphi}{\psi} = \frac{288°}{360°} = 0{,}8.$$

Das Halbmesserverhältnis wird aus der Zahlentafel 1 entnommen; es ist $\mu = 0{,}7455$.

Wird nun z. B. $a = 240$ mm gewählt, dann werden:

$$r_1 = \frac{a}{\mu + 1} = 137{,}5 \text{ mm}, \quad r_2 = a - r_1 = 102{,}5 \text{ mm}.$$

Sternradgetriebe mit Evolventenverzahnung

Wie schon eingangs erwähnt, soll noch gezeigt werden, wie durch Einführung der Evolventenverzahnung statt der Triebstockverzahnung eine einfachere und billigere Herstellung der Sternradgetriebe möglich ist. Ich bin dabei einer Anregung von Prof. Dr. *Alt* nachgegangen. Zunächst taucht die Frage auf: Ist es möglich, die Evolventenverzahnung einzuführen, ohne die Arbeitsweise zu verändern?

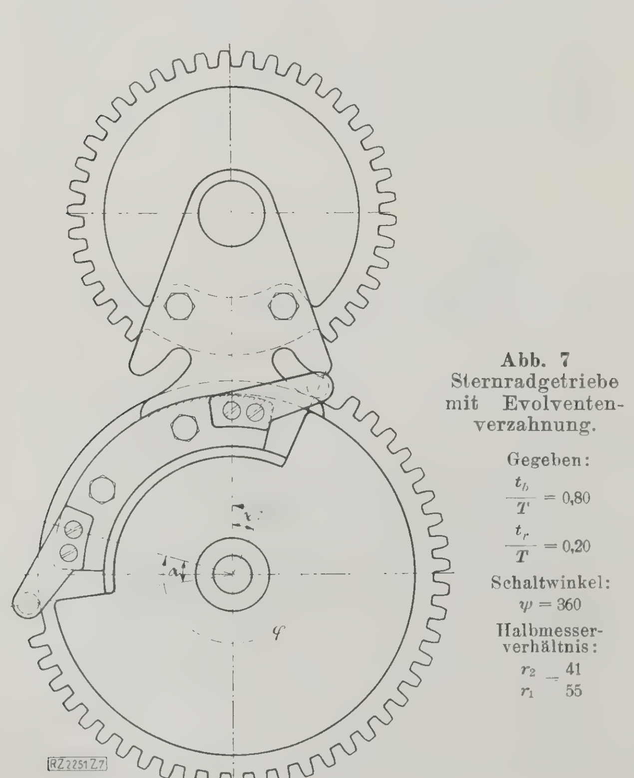


Abb. 7 Sternradgetriebe mit Evolventenverzahnung.

Gegeben:

$\frac{t_b}{T} = 0{,}80$

$\frac{t_r}{T} = 0{,}20$

Schaltwinkel: $\psi = 360$

Halbmesserverhältnis: $\frac{r_2}{r_1} = \frac{41}{55}$

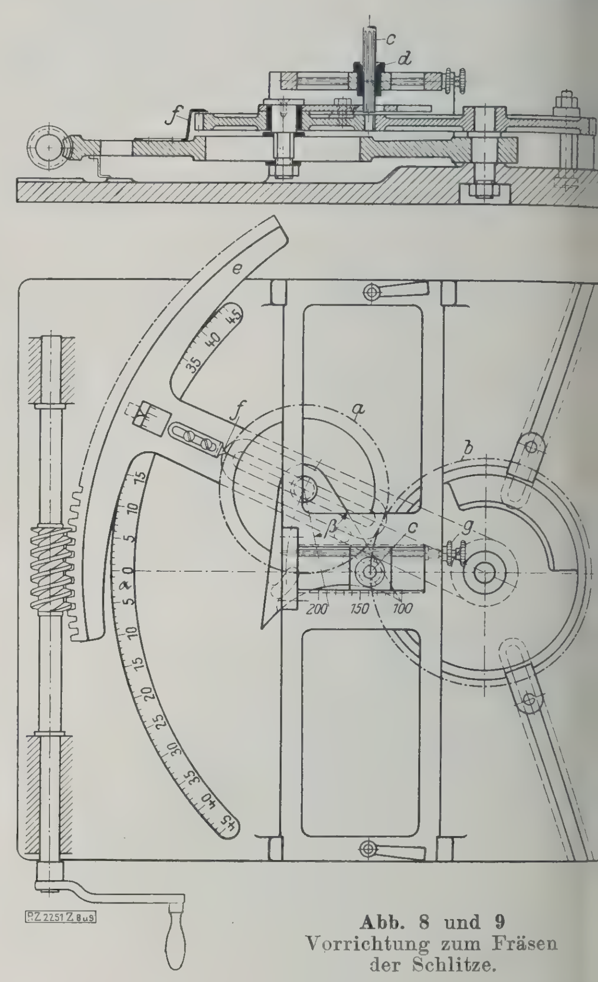


Abb. 8 und 9 Vorrichtung zum Fräsen der Schlitze.

a Sternrad *b* Treibrad *c* Fingerfräser *d* Bohrbüchse *e* Schwenkhebel *f* Zeiger *g* feststellbarer Schraubentrieb

An der Hand von Abb. 3 soll diese Frage erört werden. Da haben wir zunächst die Anlaufschlitze, die beschleunigte Anlaufbewegung hervorbringen, u die Ablaufschlitze, die die Bewegung wieder verzöge Diese Schlitze zusammen mit den entsprechenden Tri stöcken sind unentbehrlich, müssen also beibehalt werden. Sobald aber die gleichförmige Höchstgeschw digkeit erreicht ist, ist es gleichgültig, welcher Art weitere Verzahnung ist. Es muß nur dafür gesorgt w den, daß in dem gegebenen Zeitpunkt die Zähne rich eingreifen. Eine Lösung zeigt Abb. 7. Die für das Ste radgetriebe kennzeichnenden Teile, wie Triebstöcke, Spe scheibe, Schlitze und Sperrschuhe, sind von den Verz nungen getrennt und seitlich davon angeordnet word Infolgedessen wird die Herstellung sehr einfach und m braucht erst beim Zusammenbau genau einstellen.

Der Sperrschuh und anderseits das Sperrsegment den beiden Triebstöcken sind gegenüber den zugehörig Verzahnungen verschiebbar angeordnet, wobei auch zentrische Lage der Teile gesichert ist. Durch diese E stellbarkeit wird ein genaues Zusammenarbeiten einzelnen Getriebeteile sicher erreicht. Die Trennu der Sternradteile von den Verzahnungen hat außerd den großen Vorzug, daß die der Abnutzung stärker unt liegenden Sperrteile ohne Mühe ausgewechselt werd können, wenn sie nach längerem Betrieb nicht mehr nügend genau sind.

Eine andere Frage ist, ob hierbei auch die v geschriebenen Bedingungen genau erfüllt werden kö nen. Es liegt die Aufgabe vor, das vorher berechn Halbmesserverhältnis μ durch ein Evolventen-Zahnra paar zu verwirklichen. Hierbei kann man mit Vort etwa die Hilfstafeln der „Hütte"[3]) benutzen. Dort si

[3]) Hilfstafeln zur Verwandlung von echten Brüchen in Dezim brüche. Akademischer Verein „Hütte", e. V., Berlin 1922.

.ahnradübersetzungen von 1 : 100 bis 99 : 100 zu-
ngestellt und die Übersetzungs-(Halbmesser-)Ver-
se angegeben.

n findet in diesen Tafeln für jedes μ einen Wert, enügend genau ist; sollte auch einmal die Ge-eit noch nicht groß genug sein, so kann man noch enwerte von Rädern mit über 100 Zähnen er-. Die vorliegende Konstruktion baut sich auf orher eingefügten Zahlenbeispiel auf. Darin war 7455, und wir finden in den Hilfstafeln ein Halb-rverhältnis:

$$\frac{55}{41} = 0{,}74545.$$

Genauigkeit dürfte wohl in allen Fällen aus-n.

ie Abmessungen des Getriebes hat man noch in der durch eine entsprechende Wahl der Zähnezahlen in gefundenen Verhältnis und durch die Wahl des s. Da man hier mit genormter Verzahnung rechnen ist die Wahl des Achsabstandes oder eines Teil-lurchmessers nicht mehr ganz willkürlich.

Fräsen der Schlitze

ine besondere Aufgabe stellt das Fräsen der Schlitze errschuh. Abb. 8 und 9 zeigt eine Fräsvorrich-die das Herstellen dieser Schlitze ohne vorheriges ichnen auf Grund einer einfachen Berechnung ge-t. Die Schlitze haben die Form von Epizykloiden, egen des stoßfreien Eintritts den Treiberteilkreis ren müssen. Andere Kurven sind deshalb nicht hbar, weil der Triebstock wieder aus dem Schlitz slaufen muß, während schon die Verzahnungen zu-enarbeiten. Die Epizykloide ist ihrer Entstehung ß die einzige Kurve, die diese Bedingung erfüllt. ird erzeugt durch den Triebstockmittelpunkt beim len des Treiberteilkreises auf dem Sternradteilkreis.

Auf dieser Grundlage beruht die Fräsvorrichtung nach Abb. 8 und 9. Die beiden Zahnräder a und b selbst werden als Teile der Vorrichtung benutzt. Grundbedingung ist, daß der Fingerfräser c seine Lage nicht verändern darf. Infolgedessen kehren wir die Bewegung um, klemmen das Treibrad b fest und rollen das Sternrad a mit dem darauf befestigten Sperrschuh darauf ab. Der feststehende und durch eine Bohrbüchse d noch an seiner Stelle gesicherte Fingerfräser c schneidet dabei einen Epizykloidenschlitz in den Sperrschuh. Dieser Schlitz wird zunächst geschlossen ausgeführt, um ihn genau begrenzen zu können. Das Aufschneiden geschieht nachträglich. Nun müssen die Schlitze aber auch noch ihrer Länge und Lage nach genau festgelegt werden. Hierbei können wir wieder auf der Veröffentlichung von *Alt*[4]) aufbauen. Der Winkel α, den der Treiber vom Eintritt in den Schlitz bis zur Mittelstellung zurücklegt, läßt sich aus den beiden Halbmessern berechnen:

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{r_2}{2(r_1 + r_2)}.$$

Diesen Winkel α kann man an der Fräsvorrichtung leicht einstellen und dann den Hebel e mit dem Sternrad bis in die Mittelstellung drehen.

Die Lage der Epizykloide soll so sein, daß sie wegen stoßfreien Arbeitens den Treiberteilkreis berührt. Diese Bedingung läßt sich durch den Winkel $\beta = 90° - \frac{3}{2}\,\alpha$ festlegen. Der Winkel β ist auf dem Sternrad a anzureißen und wird auf den Zeiger f am Schwenkhebel e eingestellt. Der Konstrukteur braucht also nur die beiden Winkel und den Halbmesser r_1 des Treibers anzugeben, um einer genauen Herstellung der Schlitze sicher zu sein. Auf den Halbmesser r_1 wird die Bohrbüchse d eingestellt, was durch einen feststellbaren Schraubentrieb g leicht und sicher geschehen kann. [B 2251]

[4]) *H. Alt*, a. a. O. S. 229.

Professor Dr. Prášil †

Am 3. Januar 1929 ist in Zürich, seiner zweiten Heimat, z *Prášil*, Dr. h. c., Dr.-Ing. E. h., Professor an der Eid-ssischen Technischen Hochschule, entschlafen. In Rad-burg (Steiermark) am 16. September 1857 als Sohn Arztes geboren, besuchte *Prášil* zuerst das Gymnasium später, als sich seine große Begabung für Mathematik barte, die Realabteilung. An der Technischen Hoch-e zu Graz studierte er Maschinenbau; ein allzeit fröh-r und doch zielbewußt arbeitender Bruder Studio, ver-l er die Kunst, die Freuden des Corpslebens voll aus-sten und sich trotzdem ein gründliches Wissen anzu-n. Nach der Hochschule kam für den jungen Inge-r die Schule des Lebens und der Praxis; die Maschinen-ik Andritz, die Filialfabrik von Escher, Wyß & Cie. eesdorf bei Baden (Wien), die Prager Maschinenbau-., vorm. Ruston & Cie., die Maschinenbauanstalt Gol-r in Sachsen sind Marksteine seiner Tätigkeit und zu-h seines beruflichen Reifens.

Im Frühjahr 1894 wurde *Prášil* an die Technische schule in Zürich als Professor für Maschinenbau be-fi. Dort fand er auf dem Gebiete der Hydraulik und Wasserkraftmaschinen die Tätigkeit, die seiner inner-Neigung entsprach. Er bevorzugte, besonders zu Be-seiner Lehrtätigkeit, die graphischen Methoden und and es, sie den Bedürfnissen des Ingenieurs anzu-n. Seine Weltgeltung verdankt er in erster Linie Arbeiten auf dem Gebiete der Hydrodynamik und Forschungsarbeiten in dem von ihm geschaffenen La-orium für Wasserkraftmaschinen, das nach seinen en und Angaben 1896/98 als Teil des von ihm, *Sto-* und *Wyßling* entworfenen Maschinenlaboratoriums tand. Die Ergebnisse dieser Studien sind in den Ver-tlichungen „Vergleichende Untersuchungen an Reaktionsturbinen" (Schweiz. Bauzeitung 1905), „Schaulinien örtlich und zeitlich veränderlicher Strömung" (Wasserkraft 1922), „Hydrodynamische Zeitkurven" (Schweiz. Bauzeitung 1924), „Verschiedene Strömungserscheinungen" (Verh. d. internat. Kongresses für Technische Mechanik 1927 in Zürich) der Fachwelt bekannt gegeben worden.

Noch bedeutungsvoller als auf dem experimentellen war seine Tätigkeit auf mehr theoretischem Gebiet. Wenn es ihm auch ebensowenig wie andern Forschern gelang, die Flüssigkeitsbewegung in Turbinenrädern mathematisch genau zu beschreiben, so galt er doch als ein Bahnbrecher in dieser Richtung, der vor keiner Schwierigkeit zurückschreckte, dessen originelle Behandlungsart wertvolle Früchte trug und für andere eine Fülle von Anregungen bot. Die wichtigsten Arbeiten dieser Richtung sind: „Über Flüssigkeitsbewegungen in Rotationshohlräumen" (Schweiz. Bauzeitung 1903), „Die Bestimmung der Kranzprofile und Schaufelformen für Turbinen und Kreiselpumpen" (ebenda 1906), „Zur Geometrie der konformen Abbildung von Schaufelrissen", ferner sein 1913 in erster, 1926 in zweiter Auflage erschienenes Werk „Technische Hydrodynamik".

Die Anerkennung seiner Verdienste blieb nicht aus. Drei ehrenvolle Berufungen an andere Hochschulen hat *Prášil* abgelehnt. Die Universität Zürich, die Technischen Hochschulen von Graz, Stuttgart und Brünn verliehen ihm die Würde eines Doktors ehrenhalber.

Über dem bedeutenden Forscher und Lehrer darf aber der Mensch *Prášil* nicht vergessen werden. Sein sonniges, sensibles Gemüt, sein oft überschäumender Idealismus, sein Verständnis für die Schönheiten der Natur, seine freundschaftlichen, gewinnenden Umgangsformen eroberten ihm die Herzen im Fluge. Die ihn kannten, trauern um den hervorragenden Gelehrten, um einen grundgütigen Menschen, um einen treuen Freund. [P 2639]

Graz *R. Thomann*

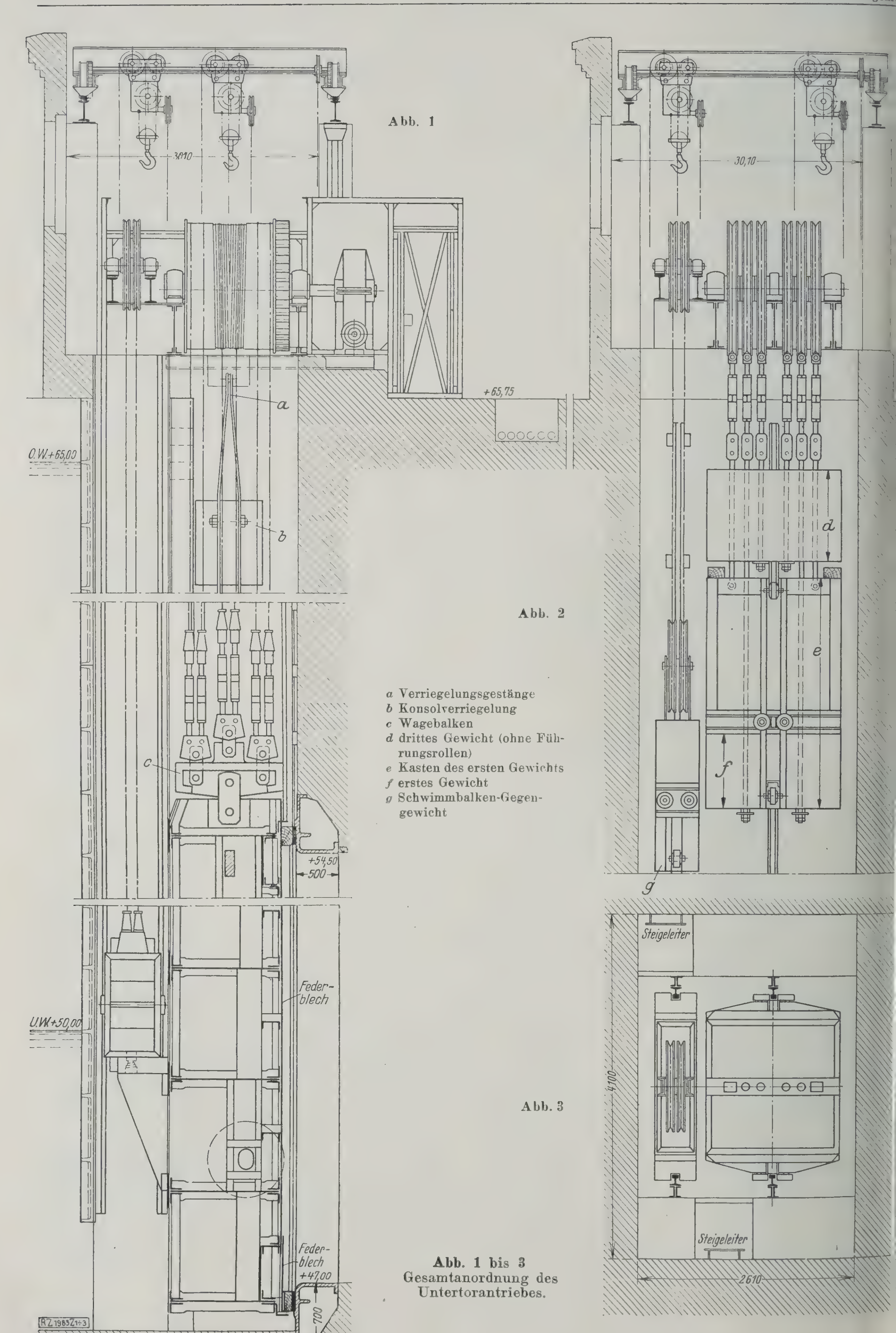


Abb. 1 bis 3
Gesamtanordnung des Untertorantriebes.

Hindenburgschleuse — Maschinelle Anlagen

Von Oberregierungs- und -baurat Dr.-Ing. GOETZCKE, Hannover

Wie in Heft 41 dieser Zeitschrift Bd. 72 (1928) S. 1457 dargestellt, umfaßt die Schleusenanlage zwei Kammern von je 225 m nutzbarer Länge und 12 m l. W., die einen Wasserspiegelunterschied von 15 m überwinden. Im vorliegenden Aufsatz sind Konstruktion und Antrieb der als Riegeltore gestalteten Hubtore am Unterhaupt, der mit Schwimmkasten ausgebildeten Klapptore am Oberhaupt, der die Umläufe im Ober- und Unterhaupt abschließenden Rollkeilschützen und der Sparbeckenventile eingehend behandelt.

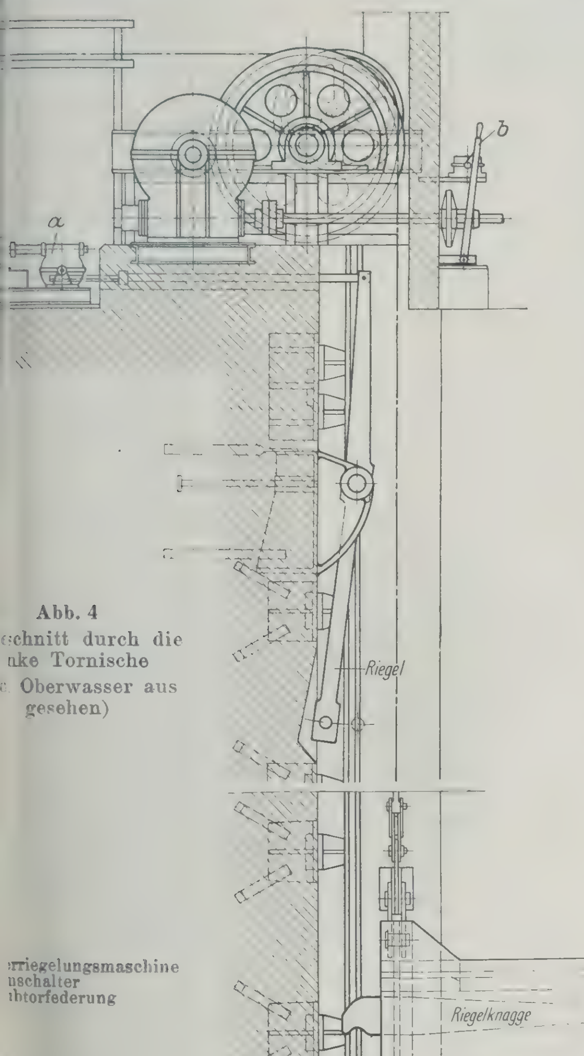


Abb. 5 Grundriß der linken Tornische (in Richtung O. W. gesehen)

Abb. 4
...chnitt durch die ...nke Tornische (... Oberwasser aus gesehen)

...rriegelungsmaschine
...uschalter
...btorfederung

Abb. 5
... ndriß der linken Tornische

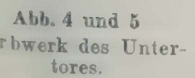


Abb. 4 und 5
...rbwerk des Untertores.

Das Untertor

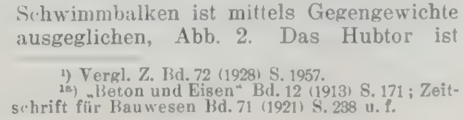
Das Untertor[1]) ist ein Riegeltor aus gewöhnlichem Flußstahl ähnlich wie bei der Schachtschleuse in Minden, wobei die Abstände der Hauptriegel durch Zwischenriegel unterteilt worden sind. Die Pfosten, die die Zwischenriegel tragen, sind nicht mit der Blechhaut verbunden worden. Als die Schachtschleuse bei Minden[1a]) zwecks gründlicher Prüfung und Instandsetzung während der Werkstattarbeiten für das Hubtor der Hindenburgschleuse trockengelegt war, stellte sich heraus, daß die Pfostenanschlüsse zu stark beansprucht waren, weil das Untertor in der Nähe des Anschlags zu starr war. Die Riegel, die mit eichenen Dichtungsleisten an den wagerechten Anschlägen anliegen, können sich nämlich nicht in gleicher Weise wie die übrigen Riegel durchbiegen. Infolgedessen wurde die Ausführung für die Untertore der Hindenburgschleuse noch während der Bearbeitung der Eisenteile in der Werkstatt von Seebeck, Wesermünde, so geändert, daß die wagerechten Dichtungsleisten nunmehr an Federblechen befestigt sind. Diese ersetzen in den Randfeldern die Blechhaut und sind mit den letzten Zwischenriegeln fest verbunden. Vor den Federblechen sitzen noch feste Blechwände, die ein schnelles Leerlaufen der Kammer zwecks Sicherung der Schiffe verhindern, wenn die Federbleche brechen sollten. Ferner sind vor den Federblechen Schutzwinkel angebracht, die sie während der Torbewegung gegen Aufstauchen sichern sollen.

Die Toranschläge des Unterhauptes sind mit Stahlgußrahmen versehen, Abb. 1 und 5. Während diese in dem unteren wagerechten Anschlag in Aussparungen des Betons eingebaut und vergossen wurden, sind die anderen Rahmenteile zunächst an Ort und Stelle an besonderen Rüstungen zusammengebaut und befestigt worden, bevor man das aufgehende Mauerwerk ausführte.

Das Untertor wird durch vier Führungsrollen sicher geführt, von denen jedoch nur die beiden unteren Spurkränze erhalten haben. Die Rollen sind auf die federnd gelagerten Achsen fest aufgezogen. Das Tor wird etwas vom Anschlag abgedrückt, sobald die beiderseitigen Wasserstände nur noch einen Höhenunterschied von 0,15 m aufweisen. Abb. 1 bis 3 zeigen Schnitte durch die Untertornische nebst Rahmen und Führung.

Um zu verhindern, daß Schiffe das Untertor anfahren und beschädigen, wird es durch einen Schwimmbalken geschützt, der nach der Schleusenkammer zu vor ihm angebracht ist. Das Hubtor nimmt bei seiner Hebung den Schwimmbalken mit in die Höhe, um die Ausfahrt für die Schiffe freizumachen. Die Mitnehmer für den Schwimmbalken sind gefedert und so an dem Tor befestigt, daß sich der Schwimmbalken nicht erst bei der Bewegung des Tores, sondern schon kurz vor dem Ausspiegeln der Wasserstände auf sie aufsetzt. Beim Anfahren von Schiffen geben die Schwimmbalken etwas nach, da ihre Führungsrollen federnd gelagert sind. Infolgedessen legt sich dann der kräftig ausgebildete Schwimmbalken unmittelbar an die Führungsschienen.

Das Gewicht des Hubtores und der Schwimmbalken ist mittels Gegengewichte ausgeglichen, Abb. 2. Das Hubtor ist



[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 1957.
[1a]) „Beton und Eisen" Bd. 12 (1913) S. 171; Zeitschrift für Bauwesen Bd. 71 (1921) S. 238 u. f.

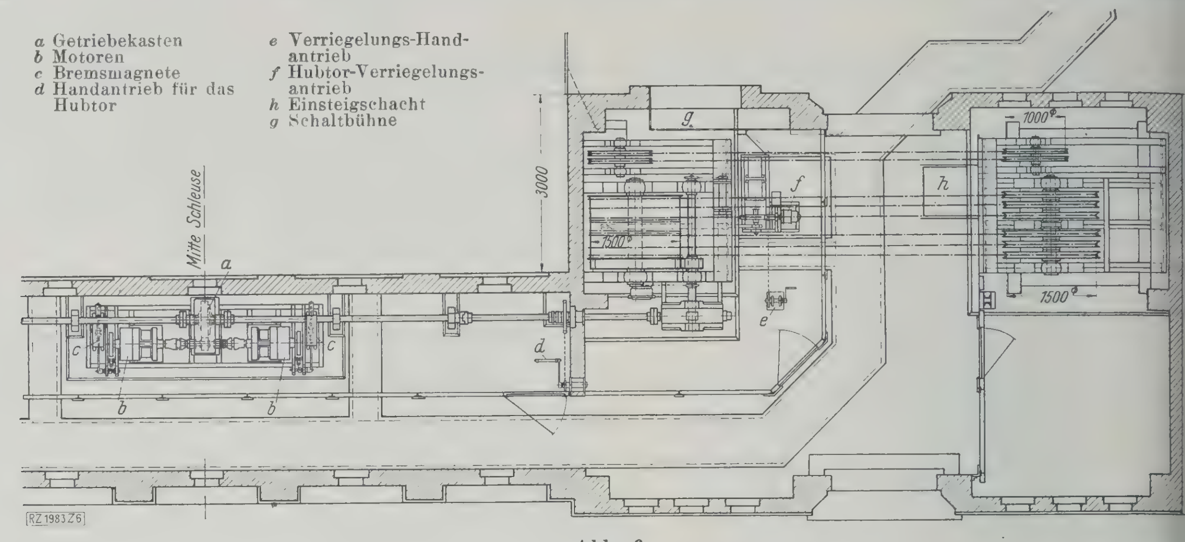


Abb. 6
Triebwerk des Untertores (Maschinengrundriß).

unter Zwischenschaltung von Wagebalken aufgehängt, damit nicht einzelne Seile beim Pendeln des Tores in seiner Führung überbelastet werden können. Die zwölf Drahtseile haben 32 mm Dmr. mit je 222 Drähten von je 1,42 mm Dmr. Sie sind mit 6,5facher Sicherheit berechnet, wobei die ungünstigsten Biegungsspannungen und Bewegungswiderstände der Berechnung zu Grunde gelegt worden sind. Die sechs Drahtseile jeder Torseite laufen über eine gemeinsame Antriebrolle. Die beiden mittleren Seile umschlingen diese auf vier Fünftel ihres Umfanges. Um nicht überbeansprucht zu werden, sind dahingegen alle Seile bei den Gegengewichtschächten über frei drehbare Einzelrollen geführt. Die drei Gegengewichte wiegen je 13,7 t und sind so übereinander aufgehängt, daß sie einander abfangen, wenn ein Seil reißt. Die Blechkasten der Gegengewichte sind mit Eisenschrot und Zementmörtel zum Binden gefüllt. Der unterste Kasten umgreift das mittlere Gewicht und trägt die Führungsrollen, Abb. 2.

Über zwei Stirnrad- und ein eingängiges Schneckenvorgelege werden die beiden Hauptseiltrommeln von einer gemeinsamen Maschine mittels zwei Motoren angetrieben, wovon aber immer nur einer arbeitet, während der andere als Aushilfe dient, Abb. 6. Ihre Kupplungen werden zwecks Auswechselung durch ein Handrad gemeinsam umgestellt, wobei zugleich ein elektrischer Schalter für die Motoren und die beiden Magnetbremsen be wird. Das Untertor wird bei Motorbetrieb in 75 hoben. In der obersten Stellung werden die ausschalter und außerdem als weitere Sicherung besonderer Ausschalter unmittelbar mittels einer S betätigt. Für Notfälle dient Handantrieb, wobei g zeitig die Stromzuführung selbsttätig abgeschaltet

Das Obertor

Das Obertor ist als Klapptor in üblicher Weise Schwimmkasten ausgebildet und so berechnet, daß es einen Wasserüberdruck von 0,2 m schon geöffnet w kann. Gegen die dabei auftretende Verdrehung sind i Feldern unter dem Schwimmkasten Diagonalen an die riegel angeschlossen, Abb. 7 bis 9.

Die Klapptorlager sind ähnlich denen der Schl des Rhein-Herne-Kanals, jedoch erheblich stärker aus det worden, und zwar so, daß sie beim Einklemmen Fremdkörpern zwischen den eichenen Dichtungsleisten den Anschlägen zunächst um 50 mm und erforderliche nach dem Abscheren von Anschlagstiften, die leicht er werden können, noch weiter um 70 mm nachgeben kö Die Klapptorlager liegen in Kugelschalen, damit sie klemmen, wenn eines der beiden Lager durch ein H nis zurückgedrückt sein sollte, Abb. 10 und 11.

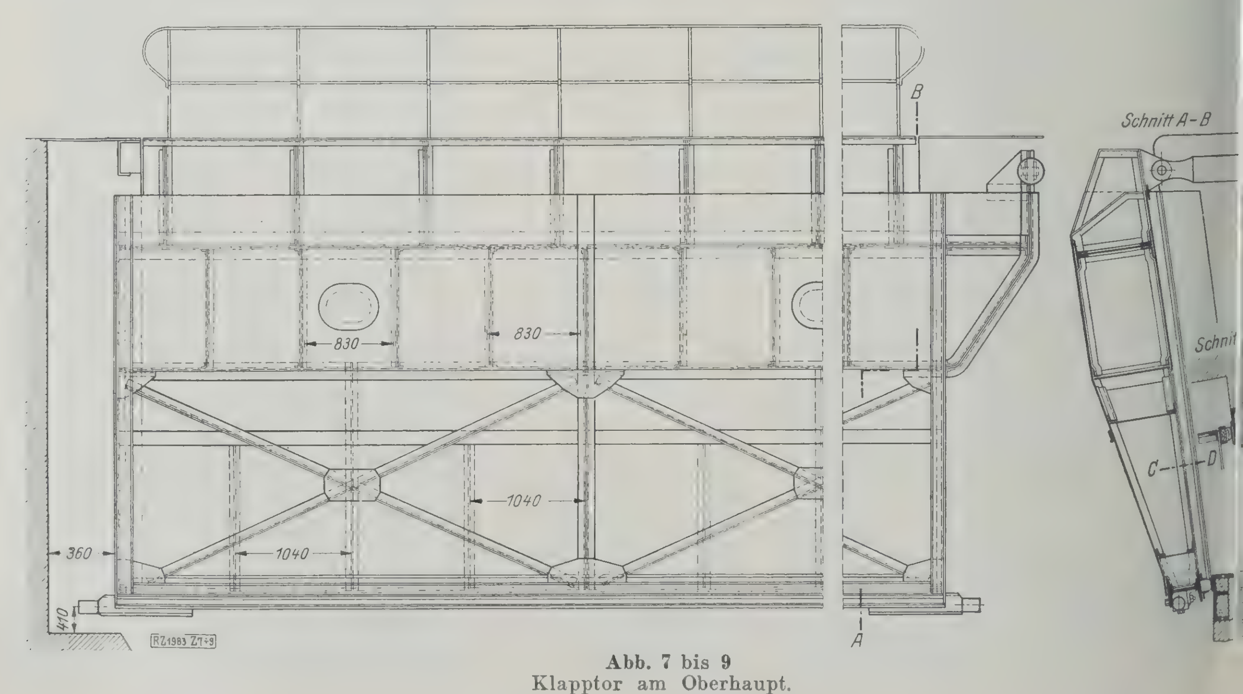


Abb. 7 bis 9
Klapptor am Oberhaupt.

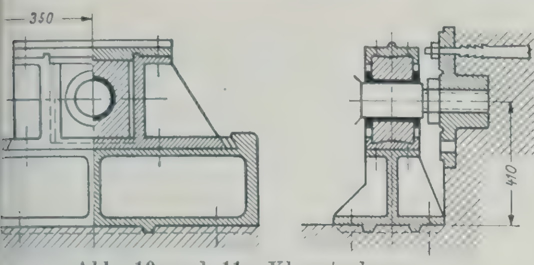


Abb. 10 und 11. Klapptorlager.

ie Antriebvorrichtungen für das Klapptor sind denen :hachtschleuse bei Minden nachgebildet und nur in- geändert, als bei der Hindenburgschleuse die Füh- n des Rollenwagens der steifen Schubstange, die wie aden teils unter der Plattform des Oberhauptes, teils der des benachbarten Kammermauerwerks liegen, so igt sind, daß sie seitlich verstellt werden können, je em sich das Kammermauerwerk gegen das Oberhaupt e ungleichmäßiger Setzungen verschiebt.

ie Zeit für das Umlegen des Klapptores beträgt 25 s ktrischem Betrieb oder 7 min bei Handbetrieb durch Mann.

Die Rollkeilschützen

ie Umläufe im Ober- und Unterhaupt werden durch eilschützen[2]) abgeschlossen, die denen des Rhein-Herne- ls nachgebildet, allerdings bei der Hindenburgschleuse lich größer sind. Die Umläufe haben einen Durch- erschnitt von 5,8 m², der schon vor den Notschützen- hten aus dem kreisförmigen Querschnitt von 2,66 m in die Trapezform mit gewölbter Decke ohne Ein- irung übergeht. Der obere und der untere Anschlag chütze sind durch abnehmbare Bindelaschen auf der seite der Schütze versteift. Diese sollen eine Verbie- r für den Fall verhindern, daß sich ein Hindernis auf Anschlag befindet. Die Laufradachsen sind aus Stahl stellt und auf Biegungsspannungen von 1000 kg/cm² hnet. Die höchstzulässigen Lagerdrücke belaufen sich 0 kg/cm². Die Achsträger bestehen aus Stahlguß und agerschalen aus Rotguß. Die Lager sind durch rdeckel dicht abgeschlossen.

Die Schütze wird durch kräftige Federn gegen die Lauf- nen gedrückt. Die vier Gegenrollen lagern in zwei häuptern aus Stahlguß, die senkrecht durchlaufen und wei Gehäuse für kräftige Schraubenfedern enthalten. Querhäupter sind mit diesen Gehäusen auf Ansätze eschoben, die als Federwiderlager dienen. Die Federn en um 20 mm zusammengedrückt werden und sind zu- st auf je 3 t Spannung eingestellt. Durch Zwischen- n können sie aber auch auf andere Spannungen ein- llt werden.

Alle Lager werden mit Fett geschmiert. Die Schmier- e sind oben an der Vorderseite der Schütze zusammen- hrt und bei angehobener Schütze leicht erreichbar. Da- die Wasserwirbel keine Angriffsfläche haben, ist die kseite der Schütze zwischen den Riegeln mit Eichen- ausgefüttert.

Die Schütze ist federnd an MAN-Laschenketten mit ach gelagerten Bolzen aufgehängt. Ihre Gegengewichte ehen aus Gußkörpern, die in flußeisernen Führungs- nen untergebracht sind. Sie sind um den Auftrieb der itzenkörper leichter als die Schütze gehalten. Diese ausgebaut werden, ohne daß gleichzeitig auch die ngewichte entfernt werden müssen, die währenddessen Auffangträgern gelagert werden. Die Schütze kann Unterbrechung in 25 s gehoben oder gesenkt werden. it eine möglichst gleichmäßige Strömung erreicht wird, man sie jedoch in Teilhüben mittels eines selbsttätigen wählers öffnen.

Sparbeckenventile

Nach dem Vorbilde der Schachtschleuse in Minden sind n der Mitte jedes Speichers liegenden Schachtrohre aus nguß, Abb. 12, und die Ventile aus Stahlguß her- ellt. In Minden wird jedes Ventil gleichzeitig els dreier Stangen gehoben, so daß bei gleicher Aus-

[2]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1458.

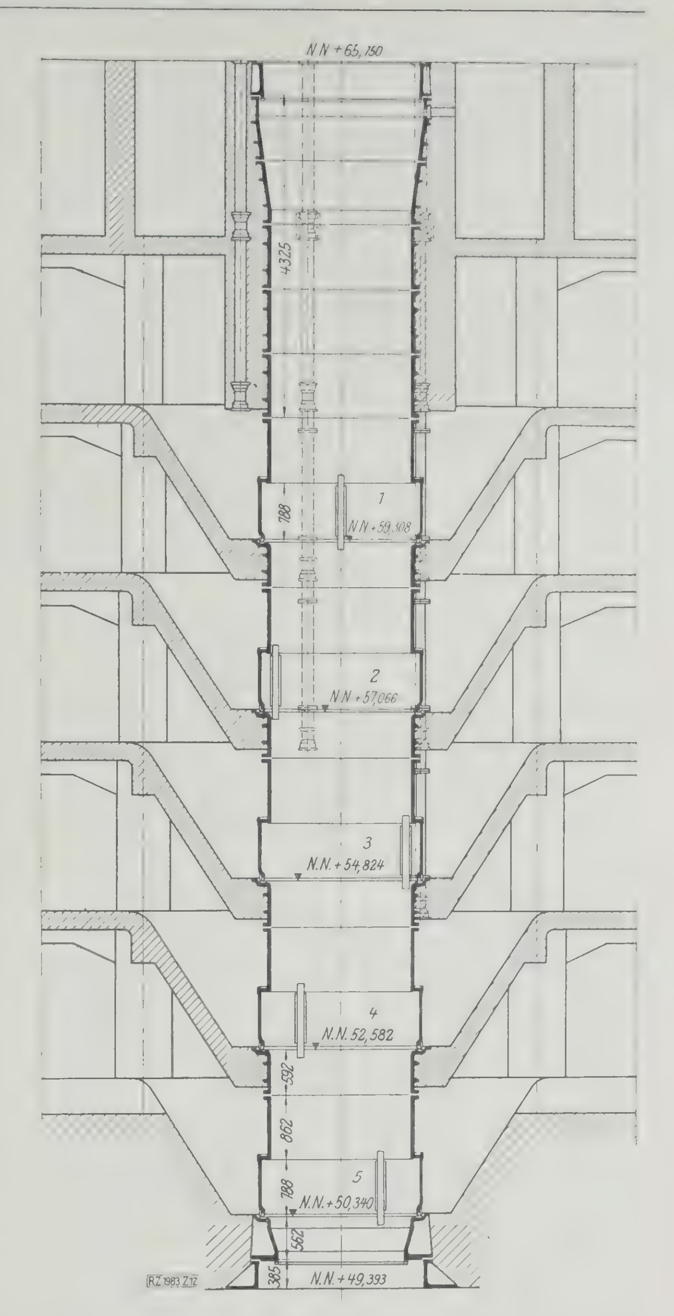


Abb. 12
Aufbau eines Schachtrohres mit fünf Zylinderstützen.

führung für die fünf übereinanderliegenden Ventile der Hindenburgschleuse im ganzen 15 Stangen an jedem Schacht bei der gleichen Ausführung erforderlich gewesen wären. Die Firma Freund-Starke-Hoffmann A.-G. hat jedoch ihren Gabelhebel verwendet, wobei jedes Ventil nur durch eine Stange angehoben wird, und somit über jeden Schacht im ganzen nur fünf Stangen, die im Kreis um das Schachtrohr verteilt sind, zum Bewegen der Zylinderschützen erforderlich sind. Das Ventil ist im Gabelhebel, der selbst beweglich gelagert ist, an zwei Zapfenlagern befestigt. Es ist nur ober- und unterhalb der Zapfen senkrecht geführt, damit es sich nicht festklemmt, Abb. 13 bis 16. Dadurch, daß nur fünf Stangen über jedem Ventilschacht wegen der Verwendung des Gabelhebels erforderlich sind, bleiben auch die obersten Ventile gut zugänglich. Infolgedessen sind auch die Triebwerke erheblich einfacher als in Minden, Abb. 17 und 18.

Die Ventilstangen werden durch Kurbelantriebe bewegt und sind an den Kreuzköpfen der Führungen mit Schraubenfedern befestigt. Das Heben oder Senken der Ventile dauert je 10 s. Der elektrische Antrieb wird von dem Stellwerk aus

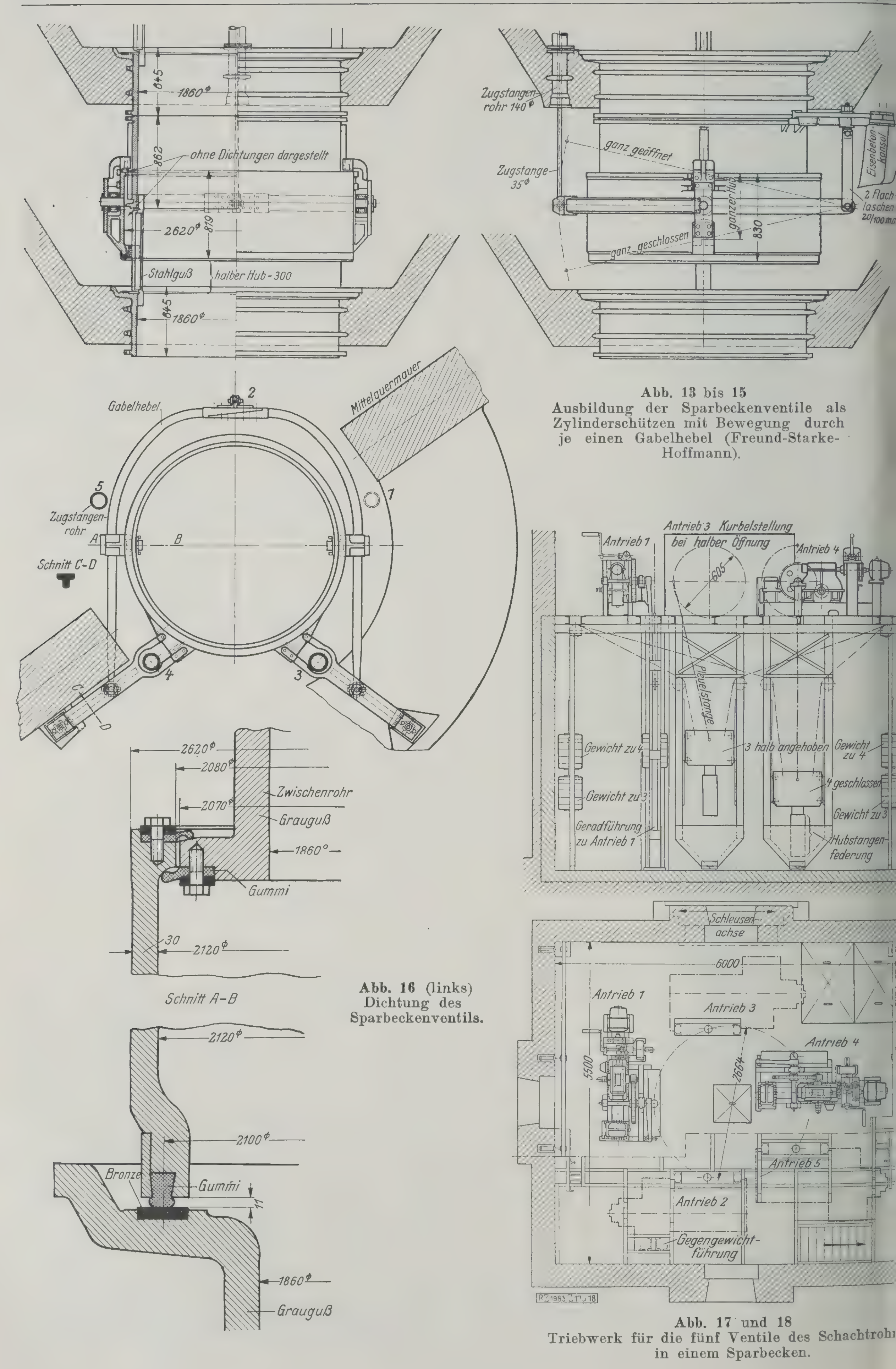


Abb. 13 bis 15
Ausbildung der Sparbeckenventile als Zylinderschützen mit Bewegung durch je einen Gabelhebel (Freund-Starke-Hoffmann).

Abb. 16 (links)
Dichtung des Sparbeckenventils.

Abb. 17 und 18
Triebwerk für die fünf Ventile des Schachtroh[res] in einem Sparbecken.

ltet. Beim Einschalten wird ein Sparbeckenwähler in rung gesetzt, der selbsttätig alle Sparbecken in der en Reihenfolge öffnet und nach der für das Füllen eeren der Speicherbecken erforderlichen Zeit wieder t. Dieser Wähler besteht aus einem gleichmäßig sich den Zylinder von 650 mm Dmr., der mit Steuernocken iner Außenfläche versehen ist. Die Nocken schließen halter, die dann mittels Schützen die Ventilmotoren alten.

Stellwerk

lle Antriebe für die Verschlüsse von jeder der beiden usen werden von einem Stellwerk aus gesteuert, das iner Brücke mitten über der zugehörigen Schleuse angeordnet ist. Hierhin werden alle Befehle durch den Schleusenbeamten mit Maschinentelegraphen und Lautsprechern von Befehlständen aus gegeben, die sich am Unter- und Oberhaupt befinden und mit Steuerschaltern und Meldelampen für die Signale und mit Fernzeigern für die Wasserspiegel der beiden Kanalhaltungen und der Schleusenkammer ausgerüstet sind.

Im Schaltraum des Stellwerks sind die Hauptschalttafeln und das Schaltpult aufgestellt. Die jeweils gleichzeitig zu beobachtenden Apparate sind in den Teilfeldern des Pultes vereinigt. Ob die eingeschalteten Antriebe ordnungsmäßig arbeiten, ist an aufleuchtenden Lampen auf dem Schaltpult jederzeit zu erkennen. [B 1983]

erungen in der Gewinnung und Veredlung von Torf

rhandlungen der Weltkraftkonferenz London 1928
Brennstoff-Sondertagung

ie Berichte über Vorkommen und Veredlung von Torf einen Überblick über die Arbeiten und Fortschritte, die iesem Gebiet in den letzten Jahren, insbesondere in nd, Deutschland und Rußland, zu verzeichnen sind. eststellung und Ausnutzung vorhandener Torfvorräte esonders in solchen Ländern wichtig, denen sonstige quellen fehlen. Aus diesem Grunde sind in Rußland in Lettland großzügige Untersuchungen über die orkommen angestellt worden, die für Lettland 00 ha Torffelder mit einer nutzbaren mittleren tigkeit von 3 bis 4 m und einem natürlichen Wasser-t von 92 vH ergaben. Die Bedeutung des Torfes für ettische Brennstoffwirtschaft geht daraus hervor, daß orf etwa 36 vH, das Holz 10 und die Wasserkräfte 53 vH nergiequellen des Landes bilden, während sich die Ausng dieser Kraftquellen folgendermaßen verteilt: Holz vH, Wasser 6,5 vH, Torf 1,9 vH und eingeführte Brenn- 45,2 vH. Der Heizwert des lufttrockenen Torfes mit zwischen 20 und 40 vH schwankenden Wassergehalt gt 2900 bis 4260 kcal. Der Torf wird in Lettland blicklich in einer Menge von rd. 40 000 t jährlich Hälfte maschinell und zur Hälfte mit der Hand genen. Die maschinelle Gewinnung liegt in der Haupt- in Händen des Staates, der auch die übrigen Felder eine Abgabe von 3,2 $/m³ gewonnenen Torf verpachtet. Von den Torfvorräten des europäischen Teiles von Rußsind augenblicklich 31,2 Mill. ha mit einer durchttlichen Mächtigkeit von 2,13 m nachgewiesen. Der engehalt des Trockentorfes mit 0 vH Wasser und einem wert von 5360 bis 6000 kcal liegt im allgemeinen zwin 3,5 und 10 vH. Die Förderung wird für das Jahr für das europäische Rußland auf 7,5 Mill. t geschätzt, zum großen Teil in der Textilindustrie Absatz finden. n einige Großkraftwerke (Nischni-Nowgorod, Lenin-) verwenden z. T. Torf als Brennstoff oder sind auseßlich (wie z. B. Orscha, Briansk, Viatka) für die Verdung von Torf angelegt. Von den Erzeugungskosten in e von 8,46 R/t entfallen 55,5 vH auf Löhne; man ist bent, durch weitestgehende Mechanisierung eine Verminng des Lohnanteiles und dadurch Verbilligung des Torzu erreichen. Die allgemein übliche Art der maschien Torfgewinnung mittels der Strangpresse wurde nach chiedenen Richtungen verbessert. So ließ die Anwen eines Seilförderers zum Abfördern der Soden eine Verlerung der Bedienungsmannschaften um 27 vH zu.

Der russische Erfinder *Pankratoff* entwickelte für die bagger Eimer besonderer Bauart, die den Torf von der rstätte über eine besondere Schnecke, ohne sonstige schenbedienung, der Zerkleinerungsvorrichtung zufüh- Der Bagger, Bauart *Pankratoff*, ist jedoch ebenso wie *Biryokoff*-Bagger, bei dem die Eimerkette in der Längsung des Gerätes angeordnet ist, nur zum Abbau von lagern ohne Einlagerung von Wurzelstümpfen geeignet. Versuche des russischen Untersuchungsausschusses mit r deutschen Baggerbauart nach *Heseper* ließen die Vor- weitgehender Mechanisierung derartiger Bagger erien. Zum Abbau von Torflagern mit starken Wurzelagerungen wurden verschiedene Geräte entwickelt, die im praktischen Betriebe bewährt haben. Die Schwierigen bei der Trocknung des durch Druckwasser gewonne Torfes (Hydro-Torf) sind nach neuen russischen Erungen anscheinend überwunden[1]).

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 601.

Die Nachteile der Trocknung des Torfes im Freien, der Feldtrocknung, veranlaßten zahlreiche Versuche zur künstlichen Trocknung des Torfes. Die Schwierigkeiten der Torftrocknung liegen in der großen Menge wegzutrocknenden Wassers (Rohtorf mit etwa 90 vH Wasser) und der Kolloidstruktur des Torfes, durch die das Wasser in den feinen Kapillarräumen des Torfes stark zurückgehalten wird.

Von dem Verfahren der unmittelbaren Entwässerung durch Druck wird augenblicklich nur das Madruckverfahren praktisch angewendet. Das russische Torfforschungsinstitut hat ein neues Verfahren zur Entwässerung von Hydrotorf entwickelt. Nach einem Verfahren wird eine Vorentwässerung des Torfes durch Zugabe einer kolloidalen Lösung von Eisenhydrat in einer Menge von 0,2 vH metallischem Eisen, bezogen auf Trockentorf, erreicht. Es tritt hierdurch eine Zusammenballung der kolloidalen Torfteilchen ein, so daß anschließend das Überschußwasser durch Filterung und darauffolgende Verpressung nach dem Madruckverfahren bei Preßdrücken von 30 bis 50 at entfernt werden kann. Die weitere Entwässerung des jetzt noch 60 bis 63 vH Feuchtigkeit enthaltenden Torfes wird in Dampftrocknern vorgenommen, wie sie von der Trocknung der Braunkohle her bekannt sind. Für die maschinelle Druckentwässerung ist von demselben Institut eine besondere mit Druckwasser arbeitende Presse, die Hydro-Torfpresse, durchgebildet worden, die eine Einstempelpresse darstellt und bei einem Gewicht von 7 t eine Leistung von 14,5 t/h Trockentorf bei einem Kraftbedarf von 13,15 kWh/t Trockentorf hat. Der Torf wird vor der Brikettierung, die in Braunkohlen-Brikettpressen (Bauart Buckau) bei einem Druck von 1200 at vorgenommen wird, auf 15 vH Wassergehalt getrocknet und ergibt wetterfeste Preßlinge.

Im Gegensatz zu den Erfahrungen des russischen Untersuchungsinstitutes sind von *Nils Testrup* und *Thomas Gram* verschiedene Nachteile der Trocknung des Torfes in Röhrentrocknern festgestellt worden. Es wurde hier vielmehr die Trocknung des Torfes in senkrecht stehenden Trocknern durchgeführt, bei denen das Torfpulver mit Luft durch dampfgeheizte Röhren geblasen wird. Wegen der hierbei erreichbaren guten Wärmeüberführung können kleine Temperaturunterschiede mit Vorteil ausgenutzt werden, so daß Dampf mit etwa 100 ° viermal hintereinander zum Trocknen bei stufenweise abnehmenden Temperaturen benutzt werden kann. Es läßt sich hierdurch bei hoher Wärmewirtschaftlichkeit eine Trocknung auf 25 bis 30 vH Wassergehalt erreichen. Eine Anlage zum Trocknen und anschließendem Verpressen von 5 t/h Torf ist nach diesem Verfahren bereits errichtet. Als Dampf genügt Abdampf, der nach den Vorschlägen der Erfinder mit 65 ° aus den Turbinen abgenommen wird, wodurch sich die Krafterzeugung nur wenig vermindert. Der Bau einer Anlage dieser Art mit einer Krafterzeugung von 30 000 kW ist geplant.

Der Brenntorf stellt sowohl in Form der Strangtorfsode, wie auch als Brikett, wegen seines sehr geringen Aschengehaltes und der hohen Verbrennlichkeit einen sehr guten Ausgangstoff für die Vergasung dar[2]). Ferner verdient die Torfverkohlung, die technisch sehr leicht durchzuführen ist, besondere Beachtung. Die erhaltene Torfkohle ist wegen ihres sehr niedrigen Aschen- und Schwefelgehaltes, sowie des bei nur 220 ° liegenden Zündpunktes der Holzkohle durchaus ebenbürtig. Die Herstellung der Torfkohle erscheint gesichert, wenn Torf zu einem Höchstpreise von 10 ℛℳ/t zur Verfügung steht. [N 2616]

Prockat

[2]) *Keppeler:* Torfvergasung und Torfverkokung, „Stahl und Eisen“ Bd. 46 (1926) S. 631.

RUNDSCHAU

Naturwissenschaften

Tagesfragen der Physik

Atomphysik: Wellennatur des Elektrons, Molekularaufbau und Wirkungsquerschnitt, Elektrizitätsleistung in Lösungen. — Technische Physik: Kurze We len, Störungen der Wellensendung, Starkstrom-Hochspannungsmessungen.

In der neueren Entwicklung der Physik sind hauptsächlich zwei Gebiete ausgebaut worden, nämlich einerseits die Atomphysik und anderseits die technische oder angewandte Physik. In der Hamburger Physikertagung, die vom 16. bis 22. September 1928 im Rahmen der Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte stattfand, waren diese beiden großen Gebiete noch mehrfach unterteilt.

Atomphysik

Wellennatur des Elektrons

Seit der Entdeckung der Röntgenstrahlen vor etwa 35 Jahren und seit *Becquerels* erster Beobachtung der Radioaktivität hat sich die Lehre vom Atomismus[1]) der Elektrizität als unanfechtbare physikalische Grundanschauung entwickelt. In ihrem Mittelpunkt stehen die Elektronen[2]), kleinste Teilchen negativer Elektrizität, deren körperliche Eigenschaften durch zahlreiche Beobachtungen an den radioaktiven und den Kathodenstrahlen als ziemlich sicher ermittelt gelten. Man konnte ihre Masse, Ladung und Geschwindigkeit in gegebenen Feldern messen und berechnen, konnte sie zählen, wie in der Hamburger Tagung von *H. Geiger* [3]), Kiel, gezeigt wurde, man sprach von ihrem Stoße, von ihrer Reflexion usw., kurz von Eigenschaften, wie man sie Körpern oder kleinen Massenpunkten beilegt.

Die Elektronen haben aber e i n e Eigenschaft, die solchen Teilchen nicht zukommt: sie können nämlich wie die Röntgenstrahlen feste Körper in ziemlich weitgehendem Maße durchdringen.

Von den Röntgenstrahlen weiß man durch *E. Marx*, daß ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit gleich der Lichtgeschwindigkeit ist, und durch *Barkla*, daß sie sich wie Licht polarisieren lassen, sie sind mithin ein elektromagnetischer Ausbreitungsvorgang im Äther. Zur Bestimmung ihrer Wellenlänge haben *E. v. Laue* und seine Mitarbeiter 1912 die Gitter der Kristalle benutzt. Hiernach und durch das später gefundene Verfahren der Röntgenstrahlbeugung an gewöhnlichen optischen Gittern ist es möglich geworden, die Röntgenstrahlen in das Wellenlängengebiet von etwa 0,06 bis 200 Ångströmeinheiten (AE)[4]) einzuordnen. Dieses Gebiet geht somit in das Gebiet des ultravioletten Lichtes über, das von etwa 200 bis 4000 AE reicht.

Da nun auch die Elektronenstrahlen feste Körper zu durchdringen vermögen, besteht die Möglichkeit, auch bei ihnen die in der Röntgenspektroskopie ausgebildeten Verfahren der Beugung an Kristallen beim Durchgang durch dünne Metallfolien anzuwenden. Aber auch die Beugung an gewöhnlichen optischen Metallgittern läßt sich benutzen, worüber in Hamburg *E. Rupp* [5]) berichtete, der mit dem Verfahren des streifenden Einfalls nach *H. A. Compton* Elektronenstrahl-Beugungsbilder bis zur dritten Ordnung erhielt und damit die W e l l e n l ä n g e der untersuchten Elektronen von 150 V[6]) Geschwindigkeit zu 1,00 AE ± 0,02 bestimmt hat.

Durch diese Versuche wird bewiesen, daß den Elektronen neben ihrer Korpuskelnatur sicherlich noch eine Wellennatur innewohnt. Diese Erkenntnis ist aber von grundlegender Bedeutung für unsere Anschauungen vom Wesen des Stoffes und der Elektrizität; zu ihrer Beschreibung sind in neuester Zeit durch die wellenmechanischen Theorien von *de Broglie, Schrödinger* u. a.[7]) Ansätze gemacht worden. Eine grundlegende Beziehung dieser Mecha ist die von *L. de Broglie:*

$$\lambda = \frac{h}{m\,u},$$

wo h das elementare Wirkungsquantum nach *Planck* u die Wellenlänge des Elektrons bedeuten. Nach den Messu von *E. Rupp* gilt diese Beziehung bis auf ± 2 vH g

Mit diesem Beobachtungsergebnis ist allerdings keineswegs das letzte Wort der Erkenntnis über die A vorgänge gesprochen, trotz weitgehender logischer schlossenheit der neuen Quanten-Wellenmechaniken. I noch muß uns die Vorstellung beherrschen, daß die der physikalischen Objekte mit ihren letzten Gründen a halb des Bereiches der Sinne und unserer Anscha liegt[8]).

Molekülaufbau und Wirkungsquerschnitt

Handelte die Untersuchung von *E. Rupp* wesentlich den Eigenschaften des Elektrons allein, ohne Rücksich die Stofflichkeit der Umgebung, so führt der Bericht *C. Ramsauer*, Berlin[9]), „Über den Wirkungsquerschnitt traler Gasmoleküle gegenüber langsamen Elektronen" die Erscheinungen der Elektrizitätsbewegung in Gasen. Gasmoleküle bewirken einen Intensitätsabfall des E tronenstrahles, der im Vakuum die Intensität J_0 hatte.

$$J = J_0\, e^{-c p x},$$

wo p den Gasdruck in mm Q.-S., x die Elektronenwegl im Gas in cm und c einen Beiwert bedeuten. Dies exp tielle Schwächungsgesetz ist durch Versuche bewiesen der Beiwert c wird dabei gedeutet als der Gesamtquers aller Gasmoleküle in 1 cm³, die von den Elektronen Strahles beim Gasdruck 1 mm Q.-S. getroffen werden, so die getroffenen Elektronen durch Reflexion, Absorption fusion oder Geschwindigkeitsverlust als beseitigt gelten die Schwächung des Strahles gemäß obiger Beziehung dingen.

Auf den Beiwert c kommt es bei dem Bericht v *Ramsauer* und den beiden folgenden von *E. Brüche*[10]) *R. Kollath* [11]) Berlin, allein an. Es hat sich nämlich he gestellt, daß c von der Geschwindigkeit der Elektronen abhängt, und zwar in einer Weise, daß offenbar gesetzmä Beziehungen zwischen c und dem Molekülbau der Gase stehen. Unter anderem kann man aus Vergleichen schli daß zwei so verschiedene Gase wie Methan (CH_4) und Edelgas Krypton (Kr) an der Außenschale ihres Mol eine weitgehende Ähnlichkeit des Aufbaues zeigen mü

Neuere Ergebnisse über die Elektrizitätsleitung in Lösungen.

Dieses Gebiet behandelten die Vorträge von *M. Wi* *G. Joos*[13]), *E. Lange, I. Malsch* und *A. Nikuradse.* Nach klassischen Arbeiten von *Vant'Hoff, Arrhenius* und *rausch* bestand folgende Vorstellung: In einer verdü wäßrigen Lösung sind die Moleküle der gelösten Sub in ihre positiven und negativen Ionen entsprechend Dissoziationsgrad α aufgespalten.

Die Ionen besitzen innerhalb der Moleküle des Lös mittels die Ionenbeweglichkeiten v_+ und v_- im 1 Volt/cm und tragen je so viele elektrische Eleme quanten $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Amperesekunden, wie ihre chem Wertigkeit n angibt, und der Vorgang der Elektriz leitung besteht darin, daß durch die elektrischen Feldk die Ionen mit ihren Ladungen zur Kathode oder Anode bewegt werden. Demnach ist die Leitfähigkeit, d. h. sekundliche auf 1 cm² der Leitungsbahn entfallende trizitätsüberführung

$$\varkappa = \alpha\, N\, e\, n\,(v_+ + v_-),$$

---

[1]) Die Hypothese vom Atomismus der Elektrizität geht auf *H. A. Lorentz* (1880) und *H. v. Helmholtz* (1881) zurück.

[2]) Das Wort „Elektron" für die kleinsten negativen elektrischen Teilchen ist von *Stoney* vorgeschlagen worden (1894).

[3]) *H. Geiger* und *W. Müller:* Das Elektronenzählrohr, Phys. Z. Bd. 29 (1928) S. 839.

[4]) 1 AE = 10^{-7} mm = 10^{-1} $\mu\mu$.

[5]) Versuche zur Elektronenbeugung, Phys. Z. Bd. 29 (1928) S. 837.

[6]) Die Elektronen werden nach ihrer Geschwindigkeit u geordnet, die sie in einem gegebenen elektrischen Felde mit dem Spannungsgefälle V in Volt annehmen. Ist m die Masse und e die Ladung eines Elektrons, so gilt für den gedachten Beschleunigungsvorgang das Energiegesetz $\frac{1}{2} m u^2 = e V$, wonach die Elektronengeschwindigkeit u verhältnisgleich $\sqrt{V}$ wird. Die Verhältniszahl $\frac{u}{\sqrt{V}}$ ist gleich 600, wobei u in km/s zu berechnen ist und $\sqrt{V}$ etwa 100 bis 200 Volt beträgt.

[7]) Vergl, hierzu etwa *A. Haas:* Materiewellen und Quantenmechanik, Leipzig 1928.

[8]) Vergl. hierzu *M. Born:* Über den Sinn der physikalischen rien, „Die Naturwissenschaften" Bd. 17 (1929) S. 109, sowie *M. P* Aus der neuen Physik, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 11 S. 353.

[9]) *C. Ramsauer:* Über den Wirkungsquerschnitt neutraler moleküle gegenüber Elektronen, Phys. Z. Bd. 29 (1928) S. 823.

[10]) *E. Brüche:* Wirkungsquerschnitt und Molekelbau in der P Edelgasreihe: Ne—HF—H_2O—NH_3—CH_4, Phys. Z. Bd. 29 (1928) S. 8

[11]) *R. Kollath:* Über den Anteil der Reflexion an der Gesa kung neutraler Gasmoleküle gegenüber langsamen Elektronen, P Bd. 29 (1928) S. 834.

[12]) Über die Abweichungen der Elektrolyte vom Ohmschen G Phys. Z. Bd. 29 (1928) S. 751.

[13]) Die theoretische Deutung von Spannungs- und Frequenza gigkeit der elektrolytischen Leitfähigkeit, Phys. Z. Bd. 29 (1928)

die Zahl der in einem Kubikzentimeter Lösung ent-nen Moleküle der Substanz bedeutet[14]).
lit $\varkappa$ berechnet man den Widerstand der Lösung nach l und Querschnitt f der stromdurchflossenen Flüssig-säule:

$$w = \frac{1}{f\varkappa},$$

s gilt das Ohmsche Gesetz

$$E = i\,w$$

$$\varkappa = \frac{i\,l}{E\,f},$$

ch die Ionenbeweglichkeit v_+ und v_- aus Versuchen nmt werden kann. Für eine NaCl-Lösung findet man $v_- = 1$ cm/h, also jedenfalls gegenüber der freien Elek-nbewegung eine sehr kleine Geschwindigkeit, die durch eibung der Ionen an den Molekülen des Lösungsmittels gt ist.

Diese Vorstellungen gingen davon aus, daß die Leit-keit $\varkappa$ für eine gegebene Lösung ein Festwert und in nach dem Ohmschen Gesetz von der Spannung E un-ngig sei. Messungen von *M. Wien* und seinen Schülern n nun ergeben, daß $\varkappa$ mit E wächst. Diese Beobachtung *Debye* und *Hückel* veranlaßt, die gleichmäßige Vertei- und vollkommene Freiheit der Ionen in der Lösung, sie die *Arrheniussche* Theorie annimmt, aufzugeben und die elektrostatischen Kräfte der Ionen untereinander so-die durch die Wärmestöße der Moleküle des Lösungs-ls den Ionen mitgeteilte *Brownsche* Bewegung zu be-sichtigen.

So entsteht eine ziemlich einfache Vorstellung, die aber nematisch sehr schwer zu behandeln ist. Dies haben *ye* und seine Mitarbeiter ausgeführt und dabei eine lich weitgehende zahlenmäßige Übereinstimmung mit *Wienschen* Ergebnissen erreicht, wie *G. Joos*[15]) in Ham- des näheren ausführte.

Technische Physik

Über die Entwicklung der technischen Physik gewinnt ein Bild, wenn man bedenkt, daß von etwa 80 in Ham- gehaltenen Vorträgen 50 technisch-physikalische Ge- behandelten. Im einzelnen darüber zu berichten, ist öglich, nur die wichtigsten Ergebnisse sollen im fol-len angegeben werden.

rzeugung und Anwendung elektromagnetischer Wellen

Hierzu gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Verfah- die Selbsterregung geeigneter elektrischer Systeme und Erregung auf elektrodynamischem Wege durch Maschi- Dieses Verfahren ist älter und wurde durch die ge-nliche Wechselstromtechnik vorbereitet. In der Nach-tentechnik hat sich aber das erste Verfahren schneller wickelt, und zwar zunächst in Gestalt der Lichtbogen-ler nach *Paulsen;* es eroberte sich zunächst das Gebiet transozeanischen Telegraphie mit großen Wellen im Be-he von 10 bis 30 km Länge. Das Verfahren der elektro-netischen Maschinensendung entwickelte sich, als es ge-, durch ruhende Umformer die Frequenzen zu verviel-en.

In einen neuen Abschnitt trat die elektromagnetische llensendung durch die Elektronenröhrensender mit Rück-lung nach *A. Meißner.* Sie sind ihrer Natur nach für kürzeren Wellen unter 1000 m besonders geeignet, und auf en beruht in der Hauptsache das heutige Rundfunkwesen.

Das Fortschreiten zu immer kürzeren Wellen erhielt n neuen Anstoß, als sich herausstellte, daß mit äußerst zen Wellen von 100 m Länge und darunter bei sehr nem Energieverbrauch auf w e i t e Entfernungen ge-let werden kann. Wie Prof. *W. Rukop,* Köln, ausführte, man hier im Gegensatz zur Langwellentelegraphie eine kkehr der abgestrahlten Energie zur Erde durch Reflexion und Ausbreitung an der sogenannten Heaviside-schicht. Ihre Wirkung tritt nur für ein bestimmtes Wellenlängengebiet ein, das am Tage etwa zwischen 10 und 80 m und nachts etwa zwischen 20 und 100 m liegt. Kurze Wellen erzeugt man mit der Elektronenröhre oder piezoelektrisch. Wie *H. Kohl*[16]) berichtete, erreicht man mit kleinen Abmessungen der Röhren und des Schwingkreises ganz kurze Wellen bis zu 30 cm Länge. Mit solchen unter 10 m bis hinab zu 0,75 m hat Prof. *A. Esau,* Jena, Reichweitenversuche angestellt. Diese Wellen eignen sich für Nachrichten von der Erde an Flugzeuge oder vom Ende eines Eisenbahnzuges zur Lokomotive. Wertvoll ist dabei die Kleinheit der Sende- und Empfangsapparate. Das piezoelektrische Verfahren beruht darauf, daß sich ein elastischer, kristalliner Körper wie Quarz in einem elektrischen Felde verformt, wodurch wiederum das Feld geändert wird. Durch diese Verkoppelung schwingt der Kristall im Takte der Eigenfrequenz, die durch die Abmessungen des Kristalls gegeben ist. Eigenschwingungen von 3 Millionen Hertz sind möglich und damit Wellenlängen von 100 m.

Über neue piezoelektrische Stoffe berichtete *A. Meißner* in Hamburg[17]), die z. B. Quarz hinsichtlich der piezoelektrischen Wirkung 50- bis 70fach übertreffen. Solche Stoffe sind Platten, zusammengepreßt aus Pulvermischungen von hochisolierenden Harzen und Wachsen mit kristallinen Stoffen.

Über Maschinensender für kleine Wellenlängen berichtete *W. Hahnemann*[18]). Der Hochfrequenz-Maschinensender, Bauart Lorenz-Schmidt, hat sich auch auf dem Rundfunkgebiet nach folgenden Verbesserungen eingebürgert: Zunächst liefert ein Maschinensender infolge der ihm eigentümlichen Frequenzvervielfachung außer der beabsichtigten Hauptwelle noch eine Anzahl von Neben- und Oberwellen, die geeignet sind, andere Sendungen zu stören, wenn man sie nicht von der Antenne ausschließt. Dies erreicht man durch Sieb- und Sperrschaltungen.

Die Frequenzwandler enthalten wie die Transformatoren sehr fein unterteiltes Eisen in Folienform, in dem sich bei den hohen Frequenzen trotz Ölkühlung durch Hysteresis und Wirbelstromverluste eine beträchtliche Wärmemenge entwickelt, wodurch die Papierzwischenlagen verkohlen; dies kann durch Verkürzung der Wärmeableitungswege der Eisenpakete eingeschränkt werden.

Besonders wichtig ist bei einem Sender die Unveränderlichkeit der eingestellten Wellenlänge, wodurch das gleichzeitige Senden mit den zahlreichen, untereinander nicht sehr verschiedenen Wellen und das Abstimmen der Empfänger auf die Wellen ermöglicht wird. Beim Maschinensender ist die Unveränderlichkeit der Wellenlänge von der Regelung der Drehzahl der Maschine abhängig. Bei der Maschine von Lorenz-Schmidt wird eine verfeinerte Drehzahlregelung durch Kopplung des gewöhnlichen Reglers mit einem besonderen Motor in der Weise erreicht, daß der Regler bei jeder Maschinendrehung einmal anspricht.

Eine besonders beachtenswerte Störung der gleichmäßigen Umlaufgeschwindigkeit ergab die Elastizität der Maschinengehäuse, die infolge der Massenfehler der Läufer kleine Schwingungen ausführen, die sich auch der Maschinenachse mitteilen. Diese führt hierdurch schwingende Querbewegungen aus, die zwar klein sind ($^1/_{40}$ mm), sich aber der Drehgeschwindigkeit überlagern. So entstehen Ungleichmäßigkeiten der Drehzahl, die zwar nur $^1/_{6000}$ der ausgestrahlten Senderfrequenz ausmachen, sich aber durch eine Ungleichmäßigkeit des Empfangstones (Trillern) bemerklich machen. Diese Störungen werden durch genaue mechanische Ausführung der umlaufenden Teile und Verstärkung der Gehäuse beseitigt.

Senden kurzer Wellen

Schon der Entdecker der elektromagnetischen Raumstrahlung, *H. Hertz,* hat bei elektrischen Wellen durch Reflexion an metallenen Parabelspiegeln eine gewisse Richtwirkung erzielt. Rechnerisch und durch Versuche ist dann später gezeigt worden, daß auch Verbindungen von linearen Antennen, die in Abständen von einer viertel oder einer halben Wellenlänge zueinander angeordnet sind und mit Phasenunterschieden von 90° oder 180° gegeneinander schwingen, eine gerichtete Strahlung ermöglichen.

Bei den früher üblichen Wellenlängen von vielen Kilometern führen derartige Anordnungen zu außerordentlichen Abmessungen der Antennengebilde. Erst die neuere Kurzwellentechnik mit Wellen unter 100 m Länge ermöglichte

[14]) Bedeutet nun k die Konzentration, d. h. die Zahl der Massen-me, die in 1 cm³ Lösungsmittel enthalten ist, so wird $N = \frac{k\,L}{M}$, wo $6 \cdot 10^{23}$ die Loschmidtsche Zahl, das ist die in jedem Grammatom jedem Mol enthaltene Atom- oder Molekülzahl und M das Mole-rgewicht bedeutet. Demnach wird die Leitfähigkeit

$$\varkappa = a\,\frac{k}{M}\,(L\,e)\,n\,(v_+ + v_-).$$

ist $L\,e = 1{,}6\;10^{-19} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 96500$ Amperesekunden, die dem ein-igen Grammatom oder Mol äquivalente Elektrizitätsmenge; ferner utet

$$\eta = \frac{k}{M}$$

Aequivalentkonzentration und

$$\frac{k}{\eta} = \Lambda = a\,(L\,e)\,n\,(v_+ + v_-)$$

Aequivalentleitvermögen der Lösung.

[15]) s. Anm. 13.

[16]) *H. Kohl:* Über kurze ungedämpfte elektrische Wellen, Z. f. techn. Phys. Bd. 9 (1928) S. 472.

[17]) *A. Meißner* und *A. Beckmann:* Erzeugung und Untersuchung nicht kristalliner piezoelektrischer Stoffe, Z. f. techn. Phys. Bd. 9 (1928) S. 430.

[18]) *W. Hahnemann:* Über die neuere Entwicklung des Maschinensenders für kleine Wellenlängen, Elektr. Nachrichten-Techn. Bd. 5 (1928) S. 431.

das Peilfunken. Hierbei ist zu beachten, daß das Wellenbündel wegen der Heavisideschicht unter bestimmten Erhebungswinkeln zur Erdoberfläche zu entsenden ist.

Zur Lösung der so gegebenen Aufgabe haben in neuerer Zeit *Marconi*, Prof. *A. Meißner* und *Dr. O. Böhm* von Telefunken Versuche angestellt, worüber Dr. *O Böhm*[19]) und *A. Gothe*[20]) in Hamburg berichteten. Danach ist es heute möglich, durch Verbindung von richtenden und reflektierenden Drahtsystemen die Hauptenergie der Sendeanlagen innerhalb von Winkeln bis zu 14 ° zu bündeln, während ein einzelner Antennendraht die Energie innerhalb des Ganzwinkels 360 ° aussendet. Weiter ist es möglich, Antennen mit zwei ausgezeichneten Senderichtungen zu bauen, etwa in der Weise, wie augenblicklich in Nauen eine Anlage ersteht, die gleichzeitig nach Rio de Janeiro und nach Buenos Aires gerichtet strahlen wird.

Auch die Empfangsantennen wird man zweckmäßig mit Richtwirkung ausstatten, wodurch die Aufnahme von Störungen eingeschränkt wird.

Die Vereinigung aller dieser Maßnahmen erhöhte praktisch in einem bestimmten Falle (Südamerika – Geltow) die Empfangsstärke auf das Dreifache und die Telegraphiergeschwindigkeit auf das Sechsfache.

Störungen der Wellensendung in der Atmosphäre

Die Störungen der elektromagnetischen Wellensendung sind: Lautstärkeverminderungen, Richtungsstörungen und Störgeräusche (Knacken und Brodeln).

P. Duckert[21]) berichtete über die jahrelang fortgesetzten Beobachtungen der Lautstärke- und Richtungsstörungen des elektromagnetischen Empfanges auf dem Aeronautischen Observatorium in Lindenberg sowie über Funkrichtungsbestimmungen zwischen Schiffen und Küstenstationen. Die Beseitigung der Richtungsstörungen ist für die Schiffahrt wichtig, da die Abweichungen zuweilen 3 bis 50 ° betragen können. Sie treten bei bestimmten Wetterlagen ein, wenn warme feuchte Luft auf kalte so trifft, daß eine Temperaturumkehr mit gleichbleibender oder nach oben zunehmender relativer Luftfeuchtigkeit innerhalb der untersten Hektometer der Atmosphäre vorhanden ist.

Die Störgeräusche Knacken und Brodeln sind dagegen auf kosmische Ursachen zurückzuführen, wie *F. Schindelbauer*[22]) darlegte. Mit finanzieller Unterstützung der Notgemeinschaft deutscher Wissenschaft und durch Vergleich mit dem von Prof. *Watson Watt* auf englischen Stationen gewonnenen Beobachtungen ist es auf dem meteorologisch-magnetischen Observatorium in Potsdam gelungen, mit großer Wahrscheinlichkeit nachzuweisen, daß jene Störungen in der Hauptsache aus denselben kosmischen Zusammenhängen stammen, die man heute für das Zustandekommen der erdmagnetischen Erscheinungen annimmt: also einerseits einem Ringstrom in großer Höhe über der Erdoberfläche, der durch Elektronen von der Sonne stets neu gespeist wird, und anderseits wagerechte Stromwirbel in der Heavisideschicht, die auf der Tagseite der Erde durch die ultraviolette Sonnenstrahlung unterhalten werden. Ihre Wanderung von Osten nach Westen im Laufe des Tages bedingt die deutlich erkennbare tägliche Periode in Richtung und Stärke der Störungen. Das Knacken wird auf rasche Änderungen der Ringstromstärke und das Brodeln auf schnell aufeinanderfolgende Störungen der wagerechten Stromwirbel zurückzuführen sein.

Technik der Starkstrom-Hochspannungsmessungen

Die Erhöhung der Spannungen in der neuzeitlichen Elektrotechnik führt zu gewaltigen Abmessungen der Bauteile, z. B. der Hochspannungsisolatoren. Naturgemäß wird auch die Bauweise der Meßgeräte von dieser Entwicklung berührt. Über Hochspannungsmesser berichtet in Hamburg Prof. *H. Starke*[23]) Aachen, und über Meßkondensatoren Dr. *R. Vieweg*[24]). Der *Starkesche* Spannungsmesser wird bis zu 500 000 V Spannung gebaut. Der wesentliche Teil ist ein Plattenkondensator, bei dem die eine Platte in der Mitte einen kleinen drehbaren Flügel enthält. Seine Drehung ist ein Maß für die Stärke des Kondensatorfeldes und wird mit einem Fernrohr bestimmt.

Die Schwierigkeit bei den Meßkondensatoren besteht darin, daß die wünschenswerte Größe der Kapazität kleine Plattenabstände bedingt, diese aber wegen der Durchschlagfestigkeit der Luft bei hohen Spannungen bestimmte träge nicht unterschreiten dürfen. Man benutzt nun Erscheinung, daß die Durchschlagfestigkeit der Luft e bis zu 10 at ihrem Drucke verhältnisgleich anwächst. M kommt so zu den **Druckgaskondensatoren**, de elektrisch wirksamer Teil gänzlich in ein druckfestes röhr förmiges Gehäuse aus isolierendem Hartpapier eingeschl sen ist. So wird es möglich, daß das Meßgerät Spannun bis zu 350 000 V Spannung aushält.

Schlußbetrachtung

Wer als Ingenieur aufmerksam die Hamburger V sammlung verfolgte, wird eine technische Entwicklung kannt haben, die im wesentlichen ihre Wurzel und Nahru in der ursprünglich rein spekulativen Naturwissensch findet. Diese Entwicklung hat sich sprunghaft in den letz 30 oder 40 Jahren vollzogen und das auffällige daran die technische Ausnutzung völlig neuer Effekte, wie z. die elektromagnetische Wellensendung. Als Ingenieur n man dabei mit Bewunderung zusehen; wir haben zwar un Maschinen, Schiffe und Bauwerke vergrößert, auch die W kungsgrade verbessert, aber den großen Schwung ne Gedanken scheint doch wesentlich nur die Beschäftig mit dem Lichtäther hervorzurufen. [N 2404

Berlin Prof. Dr. *W. Hor*

Pumpen

Selbstsaugende Brennstoffpumpe mit kettenschlüssigem Antrieb für Dieselmotoren

Gleichbleibende, scharf begrenzte Förderung sehr klei Brennstoffmengen gegen höchste Drücke bei hohen Dr zahlen und selbsttätiges Ansaugen aus tiefer liegend Brennstoffbehälter sind die Eigenschaften, die man einer guten Brennstoffpumpe für Dieselmotoren mit Dru einspritzung verlangt. Bei der bekannten Regelung sol Pumpen mittels eines Schrägnockens, die sehr einfach werden Anstieg und Abfall des Druckes in der Pumpe du die Nockenform bedingt; sie beanspruchen infolgedes einen verhältnismäßig großen Abschnitt der verfügbaren Förderzeit. Bei hohen Drehzahlen werden diese Zeitabschnitte allerdings so klein, daß man Unterschiede gegenüber anderen Arten der Regelung beim Versuch nur feststellen kann, wenn Brennstoffpumpe, Leitung und Einspritzventil luftfrei sind und ihre Wandungen nicht nachgeben.

Die gleichbleibende Förderung erreicht man bei Brennstoffpumpen für kleine Schnelläufer dadurch, daß man das Ansaugen zwangläufig durch Schieber oder den Pumpenkolben selbst steuert. Der Rückgang des Pumpenkolbens bei geöffnetem Einlaßkanal ermöglicht, etwaige Unterdrücke im Pumpenraum auszugleichen und so den Liefergrad der Pumpe von der Drehzahl fast unabhängig zu machen. Bei sorgfältiger Werkstattarbeit kann man so erreichen, daß die För-

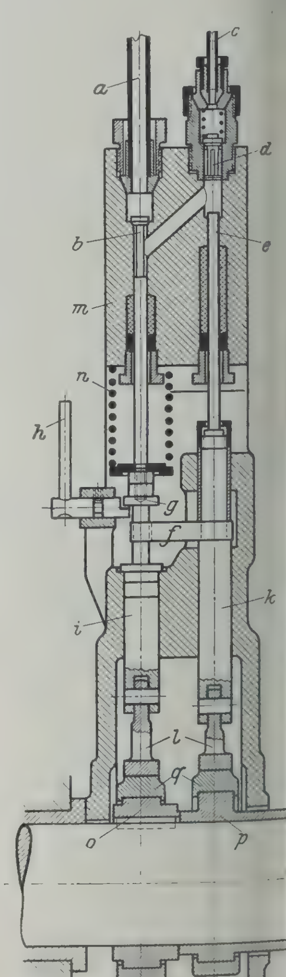


Abb. 1
Selbstansaugende Brennstoffpumpe für scharf abgegrenzte Ladungen.

a Saugleitung
b Saugventil
c Druckleitung
d Druckventil
e Pumpenkolben
f Mitnehmer
g Anschlag
h Abstellhebel
i Stößel
k Stößel
l Exzenterstangen
m Pumpenkörper
n Feder
o festes Exzenter
p bewegliches Exzenter
q Exzenterbügel

[19]) *O. Böhm:* Die Bündelung der Energie kurzer Wellen, Elektr. Nachrichten-Techn. Bd. 5 (1928) S. 413.

[20]) *A. Gothe:* Über Drahtreflektoren, Elektr. Nachrichten-Techn. Bd. 5 (1928) S. 427.

[21]) *P. Duckert:* Über Fehlweisungen der Funkpeilung in Abhängigkeit von der Wetterlage, Z. f. techn. Phys. Bd. 9 (1928) S. 466.

[22]) *P. Schindelbauer:* Über elektromagnetische Störungen, Elektr. Nachrichten-Techn. Bd. 5 (1928) S. 442.

[23]) *H. Starke* und *R. Schroeder:* Ein statisches Hochspannungsvoltmeter, Archiv f. El. Bd. 20 (1928) S. 115.

[24]) *H. Schering* und *R. Vieweg:* Ein neuer Kondensator für Höchstspannungen, Z. f. techn. Phys. Bd. 9 (1928) S. 442.

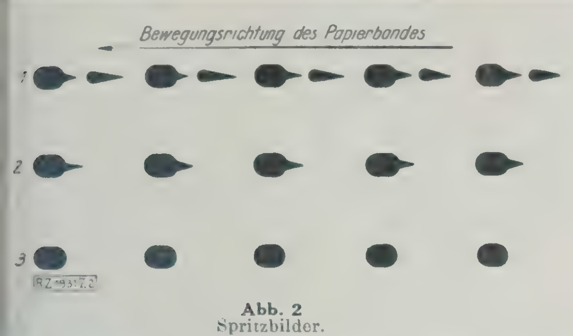


Abb. 2
Spritzbilder.
es Nachtropfen 2 geringes Nachtropfen 3 kein Nachtropfen

engen mehrerer Pumpen genau übereinstimmen. iber notwendigerweise die Steuerkanten des Einlaß- bers auch bei der kleinsten Fördermenge und beim sten Pumpenkolbenhub ein wenig überlaufen müssen, schon eine geringfügige Abnutzung nach kurzer Be- zeit Unterschiede in den Liefergraden der einzelnen pen hervorrufen.

Brennstoffpumpen dieser Art saugen ferner aus tiefer nden Behältern meist schwer an, weil im Verhältnis schädlichen Raum ihr Hubraum außerordentlich klein Bei ortfesten Motoren ist das Ansaugen auch nicht un- igt erforderlich, da man Brennstoffbehälter für den sbedarf fast stets in genügender Höhe anbringen kann, aß der Brennstoff der Pumpe unter Gefälle zufließt. Fahrzeug- und Flugzeugmotoren ist dagegen die Fähig- den Brennstoff anzusaugen, sehr erwünscht, da man größere Freiheit in der Unterbringung der Brenn- behälter erlangt und vor allem bei Flugzeugen das Ge- zwischen Behälter und Pumpe von der Lage abhängt.

Die Pumpe nach Abb. 1 ist imstande, Brennstoff aus erere Meter tiefer liegenden Behältern anzusaugen und genau abgemessener Menge gegen hohen Druck bei em Druckanstieg und Druckabfall bei hohen und bei kleinsten Drehzahlen zu fördern. Der Pumpenkolben *e* il vom Stößel *k* mitgenommen, der mittels Exzenters *p* und ab bewegt wird. Zugleich wird das Saugventil *b* h das auf der Antriebwelle aufgekeilte Exzenter *o* auf ab bewegt; jedoch ist sein Antrieb nicht kettenschlüssig, ern oberhalb des Stößels *i* kraftschlüssig unterbrochen.

Während sich der Pumpenkolben *e* aufwärts bewegt, ist Saugventil *b* anfangs noch offen und im Abwärtsgang iffen. Kurz bevor der Pumpenkolben die Hälfte seines wärtshubes zurückgelegt und seine größte Geschwindig- erreicht hat, schließt sich das Saugventil *e* in dem enblick, in dem seine Abwärtsbewegung die größte Ge- windigkeit erreicht. Fast augenblicklich steigt daher der ck in der Pumpe und die Brennstofförderung beginnt. z darauf, während die Geschwindigkeit des Kolbens nur erklich abgenommen hat, trifft sein Mitnehmer *f* auf den chlag *g* und öffnet das Saugventil wieder fast ebenso zlich, wie es vorher geschlossen wurde. Im gleichen enblick verschwindet der Überdruck im Pumpenraum die Förderung ist beendet.

Beim weiteren Aufwärtsgang drückt der Kolben den nnstoff in die Saugleitung zurück. Nach Umkehr saugt Kolbenbewegung neuen Brennstoff durch das weit ge- ete Saugventil an. Es bleibt während des ganzen Saug- es offen, da sich sein Stößel wieder aufwärts bewegt und Ventil vom Mitnehmer *f* abhebt, der sich abwärts bewegt.

Der Kolbenhub kann beliebig groß sein, da aus dem zen Kolbenweg nur ein verhältnismäßig kleiner wirk- er Teil im Augenblick der größten Kolbengeschwindig- herausgeschnitten wird. Das Saugvermögen der Pumpe icht deshalb hinter dem einer guten Wasserpumpe nicht ickzubleiben. Der Liefergrad der Pumpe beträgt, bezogen den Nutzhub, ziemlich genau 100 vH und ist praktisch bhängig von der Drehzahl, da sich der Unterdruck wäh- l des Aufwärtshubes des Kolbens beim Rückströmen des nnstoffes bis zum Beginn des Nutzhubes ausgleicht.

Der Regler verdreht das Exzenter *p* auf der Welle. Je h seiner Stellung stößt der Mitnehmer *f* früher oder er gegen den Anschlag. Droht der Motor durchzu- en, so fängt der Mitnehmer das Ventil *b* ab, ehe es sich ießt, so daß kein Brennstoff durch das Druckventil ritt. Brennstoffpumpen für Mehrzylindermaschinen kann n durch Nachstellen der Anschläge *g* leicht abstimmen. Pumpe arbeitet infolge des überwiegend kettenschlüs- n Antriebes mit geringer spezifischer Flächenbelastung bei geringer Abnutzung fast lautlos. Eine solche Brenn- fpumpe habe ich im Jahre 1924 erprobt. Um den Spritz- gang beobachten zu können, habe ich den Motor mittels s andern Motors angetrieben und die Brennstoffdüse ins Freie spritzen lassen. Schon diese Beobachtung der Düse ließ die außerordentlich genaue Wirkungsweise der Pumpe erkennen. Bei Versuchen mit einigermaßen geschlossenem Brennstoffstrahl und nicht zu starker Zerstäubung förderte die Düse in dichter Folge scharf abgegrenzte Brennstoffladungen. Schon wenn man das Motorschwungrad mit der Hand langsam drehte, flog aus der Düse ein flüssiges Brennstoffgeschoß mit großer Geschwindigkeit heraus. Selbst bei kleinster Motordrehzahl wird also die Einspritzung nicht schleichend. Das schlagartige Einsetzen und Abreißen des Brennstoffstrahles auch bei hohen Drehzahlen (500 U/min), wurde mittels eines sehr schnell an der spritzenden Düsenmündung vorbeigezogenen Streifens von Fließpapier nachgewiesen, Abb. 2. Die angefeuchteten Stellen sind scharf umrissen und verhältnismäßig kurz im Vergleich zu den Zwischenräumen, in denen auch keine kleinsten Brennstofftropfen verspritzt waren. [M 1931]

Hamburg. Dr.-Ing. *Otto Holm.*

Eisenbahnwesen

Bremsuntersuchungs-Meldeanlagen

Bei der Deutschen Reichsbahn dienten bisher als Verständigungsmittel für die Vornahme der Bremsprobe bei den Personen- und Schnellzügen Winksignale, die am Tage mit der Hand oder Mütze, bei Dunkelheit mit einer Handlaterne gegeben wurden, um den Lokomotivführer zum Anlegen oder Lösen der Luftbremse aufzufordern. War die Bremse in Ordnung, mußte der Wagenmeister dem Lokomotivführer dies mitteilen. Die Personen- und Schnellzüge wurden in den letzten Jahren immer länger und die Bremsprobe erforderte einen erheblichen Zeitaufwand. Für den Lokomotivführer war es unmöglich, wegen der vielen vor dem Zug sich aufhaltenden Reisenden und Beamten, die vom Schlusse oder von der Mitte des Zuges gegebenen Winksignale richtig zu erkennen. In Gleiskrümmungen und bei Nebel versagte diese Zeichengebung ganz. Einzelne Bahnen hatten für die Bremsprobe Signale mit der Pfeife oder Hupe eingeführt. Diese führten zu Unstimmigkeiten und vermehrten noch die Unruhe auf den Bahnhöfen.

Die Allgemeine Elektro-Industrie, Hch. Winkler, in Dortmund hat in den letzten Jahren Meldeanlagen ausgeführt, die auf der Zeichengebung mittels elektrischer Lampen beruhen. Solche Anlagen sind besonders auf großen Güterbahnhöfen erforderlich, da die Länge der jetzt mit Luft gebremsten Güterzüge eine Zeichenübermittlung mit der Hand oder einer Laterne unmöglich macht. Die neuen Meldeanlagen bestehen aus einem Zeichengeber mit dreiflammigem Signalbild, Abb. 3 und 4, an der Spitze des Zuges und — je nach der Zuglänge — aus mehreren Zwischenmeldern und einem Schlußmelder, die auf niedrigen Säulen neben den Gleisen oder in Personenbahnhöfen an den Bahnsteigüberdachungen und vorhandenen Säulen angebracht werden.

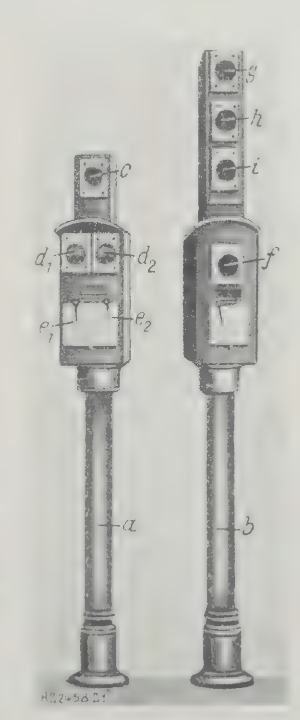


Abb. 3 und 4
Zeichengeben mit dreiflammigem Signalbild für Bremsuntersuchungs-Meldeanlagen.

a Schluß- und Zwischenmelder
b Spitzenmelder
c Achtungslampe
d_1, d_2 Signalmelder mit Zeigern e_1, e_2
f Achtung-Kontrollampe mit Zeiger
g, *h*, *i* Signallampen

Signalgebung

Schluß- und Zwischenmelder, Abb. 3:
Zeiger e_1 schlägt aus: „Bremsen anlegen"
Zeiger e_2 schlägt aus: „Bremsen lösen"
Zeiger e_1 und e_2 schlagen aus: „Bremsprobe fertig"

Spitzenmelder, Abb. 4:
Lampe *h* leuchtet auf: „Bremsen anlegen"
Lampe *g* und *i* leuchten auf: „Bremsen lösen"
Lampen *h*, *g*, *i* leuchten auf: „Bremsprobe fertig"

Das Aufleuchten eines Signals bedeutet: „Bremsen fest“, von zwei Lampen: „Bremsen los“, von drei Lampen: „Fertig“, vergl. die Erklärungen zu Abb. 3 und 4. Die Bremse wird also auf das erste Zeichen des Wagenmeisters angelegt, auf das zweite gelöst. Das dritte Zeichen gibt an, daß die Bremse in Ordnung ist und der Zug abfahren kann. Die Signale werden durch Einschaltung der Glühlampen von hinten über die Zwischenmelder nach vorn gegeben. Um bei Güterzügen den Beginn der Bremsprobe anzuzeigen, erhalten die Zwischenmelder und der Schlußmelder besondere Achtungslampen *c*, deren Aufleuchten mittels einer Kontrollampe *f* festgestellt werden kann. Die Melder lassen mittels der sich entsprechend einstellenden Zeiger e_1, e_2 auch erkennen, welches Signal zur Spitze hin gegeben wurde.

Bei neueren Anlagen in Offenburg, Villingen, Waldshut und Radolfzell wurden die Säulen mit Achtungslampen durch solche mit drei Lampen in der Form des Spitzenmelders ersetzt. Auch bei den Anlagen in Dortmund und Ruhrort wurde in alle Zwischenmelder ein dreiflammiges Signal, nach beiden Seiten leuchtend, eingebaut.

Durch Anwendung der Kreuzschaltung können alle Signale von jeder beliebigen Stelle aus eingeschaltet oder gelöscht werden.

Bei den Anlagen in Personenbahnhöfen wird noch eine Einrichtung angebracht, durch die das Signal „Fertig“ zwangläufig unter Blockverschluß gelegt, von den Zwischenmeldern aus nicht mehr geändert und nur noch vom Fahrdienstleiter mit Benutzung eines besonderen Unterbrecherschalters entblockt werden kann. Der Blockverschluß wird mit dem Unterbrecherschalter und einem Hell- und Dunkelschalter im Raume des Fahrdienstleiters oder in dessen unmittelbarer Nähe aufgestellt. Mit der Einstellung des Hell- und Dunkelschalters wird bewirkt, daß die Signallampen bei Tage mit voller Lichtstärke, bei Dunkelheit aber, um eine Blendung zu verhüten, nur mit halber oder zwei Drittel Lichtstärke leuchten.

Die Bremsmeldeanlagen, die bisher auf etwa 60 großen Bahnhöfen eingerichtet worden sind, tragen wesentlich zur Beschleunigung der Zugabfertigung bei, ersparen viele Wege und gewährleisten auch bei unsichtigem Wetter eine einwandfreie Signalübermittlung. Auf großen Zugbildungs- und Wechselstationen kann eine Bremsuntersuchungs-Meldeanlage wegen der beschleunigten Zugabfertigung nicht mehr entbehrt werden. [M 2458]

Heidelberg.

Oberregierungsbaurat a. D. *Fr. Zimmermann.*

Gasreinigung

Poröse Steine zum Reinigen von Gasen

Die Filtertücher und Metallgewebe der Luftfilter kann man durch die erheblich weniger empfindlichen porösen Filtersteine ersetzen. Die Steine werden nach einem besonderen Verfahren hergestellt, um den Höchstwert an Porenreichtum, Gleichmäßigkeit der Poren und Bruchfestigkeit zu erreichen[1]). Der Filterstein (Brandolstein) ist aus kugeligen Körnern stets gleichen Durchmessers aufgebaut, so daß die Poren auf der gesamten Fläche gleichgroß sind. 16 verschiedene Porenweiten stellt man her; die nachstehend beschriebenen Versuche sind unter Weglassung einiger Zwischenstufen mit 11 Porengrößen durchgeführt, und zwar:

Stein Nr.	5	10	20	30	40	50
Poren-Dmr.	0,0077	0,0154	0,0308	0,0462	0,0616	0,077 mm
Stein Nr.	60	70	80	90	100	
Poren-Dmr.	0,0924	0,1078	0,1232	0,1386	0,1547 mm	

und erstrecken sich:

1. auf die Ermittlung der Leistung der verschiedenen Steine bei verschiedenen Luftdrücken, nämlich 50, 100, 150, 200 und 250 mm W.-S. — Versuche bei 500, 1000 mm W.-S. und darüber werden später durchgeführt;
2. auf das Auffangen von Staub aus Luft; hierbei wurde durch ein hintergeschaltetes Filter, bestehend aus gespanntem, dichtem, schwarzem Stoff von geringerem Durchmesser als der Filterstein selbst, geprüft, ob und wieviel Staubteilchen durch den Stein mitgerissen werden;
3. auf die Prüfung der Blasengröße bei der Einführung von Luft in Wasser und den Nachweis, daß einer bestimmten Porengröße auch eine bestimmte Größe der Blasen entspricht;
4. auf eine Prüfung von doppelporösen Steinen zur Verwendung bei Luftfiltern von größeren Abmessungen;
5. auf die zweckmäßigste Art der Reinigung der Filtersteine[2]).

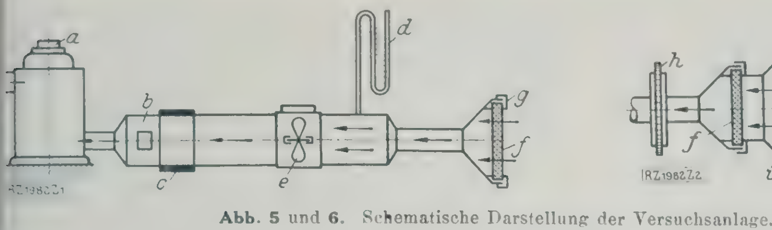
[1]) Schumachersche Fabrik G. m. b. H., Stuttgart.
[2]) Die physikalischen Eigenschaften der Brandolfiltersteine vergl. Dr. *W. Stollenwerk*: Neues über Filtration, Z. für angew. Chemie Bd. 40 (1927) S. 203.

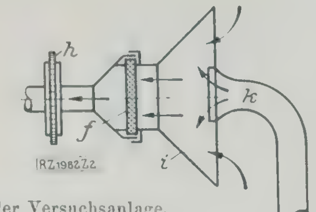
1. Die Versuchsanordnung zeigen Abb. 5 und 6. Versuche ergaben, daß die Durchlässigkeit der Steine von der Porengröße (je größer die Pore, um so gerin die Reibung der Luft in ihr) und dem Druck abhängig daß dagegen die Dicke des Steines eine untergeordnete R spielt. Daher hat man die Steine nicht auf genau 10 Dicke abgeschliffen, da das Abschleifen erfahrungsge leicht einen Teil der Poren verstopft. Der Einfluß der D ist nur in der Zahlenreihe bei 250 mm W.-S. festgelegt den. Mit Rücksicht auf die Schwierigkeit, den Druck län Zeit gleichgroß zu halten, wurde die Luft durch den S hindurchgesaugt und Vorsorge getroffen, daß vor dem S genau 50 usw. mm W.-S. Druck vorhanden war.

Die kleine Unterdruckanlage *a*, Abb. 5, besteht aus e Luftpumpe mit unmittelbar gekuppeltem Motor. Die Sch öffnung *b* für Frischluft kann man mittels eines Überw ringes *c* so regeln, daß der Druck oder der Unterdr gemessen mittels des Manometers *d*, gleichgroß bleiben. Filterstein *f* wird mittels einer Überwurfmutter *g* zweier Gummidichtungen abgedichtet. Der freie Quersch beim Filterstein betrug bei allen Versuchen 50 cm². Die Anemometer *e* angezeigte Zahl gibt, multipliziert mit den Durchgang in Litern an. Die Dauer der Versuche bet

Zahlentafel 1. Durchlässigkeit von Luft verschiedenen Steinsorten und versch denem Unterdruck, 10 mm Steindicke u 50 cm² Filterfläche.

Bezeichnung des Steines	Vacuum bei den Versuchen mm W.-S.	Leistung l/m	Leistung m³/m² min	Leistun m³/m²
100	250	551	110,2	6200
	200	453	90,6	5200
	150	367	73,4	4200
	100	281	56,2	3100
	50	183	36,6	2000
90	250	453	90,6	5200
	200	343	68,6	4000
	150	281	56,2	3200
	100	208	41,6	2500
	50	122	24,4	1400
80	250	404	80,8	4800
	200	330	66	3800
	150	269	53,8	2900
	100	196	39,2	2100
	50	110	22	1150
70	250	404	80,8	4800
	200	306	61,2	3500
	150	257	51,4	2800
	100	183	36,6	2000
	50	110	22	1050
60	250	330	66	3800
	200	257	51,4	2600
	150	220	44	2400
	100	171	34,2	1900
	50	98	19.6	900
50	250	294	58,8	3400
	200	232	46,4	2500
	150	208	41,6	2200
	100	147	29,4	1800
	50	85	17	800
40	250	281	56,2	3000
	200	232	46,4	2400
	150	183	36,6	2000
	100	147	29,4	1600
	50	85	17	70
30	250	257	51,4	280
	200	208	41,6	230
	150	147	29,4	160
	100	122	24,4	130
	50	73	14,6	60
20	250	257	51,4	280
	200	208	41,6	220
	150	122	24,4	130
	100	73	14,6	80
	50	49	9,8	50
10	250	98	19,6	100
	200	85	17	90
	150	36	7,2	40
5	250	98	19,6	90
	200	73	14,6	70
	150	—	—	—





a Unterdruckanlage
b Schlitzöffnung für Frischluft
c Überwurfring
d Manometer
e Anemometer
f Filterstein
g Überwurfmutter
h Prüffilter aus Stoff
i Glasrohr
k Zerstäuber zur Erzeugung von Staub

Abb. 5 und 6. Schematische Darstellung der Versuchsanlage.

min, so daß man miteinander vergleichbare Zahlen die Filterwirkung erhält, Zahlentafel 1. Die geringen ankungen in den gefundenen Zahlen sind bedingt durch unvermeidlichen kleinen Schwankungen des Unter-es, da dieser oder der Druck nicht genau gleichgroß lten sind.

In der Versuchsanordnung, Abb. 6, wird zunächst er Staub kleinster Korngröße in der zu filternden verteilt, ferner der durch einen Stein durchgetretene durch ein Stoffprüffilter *h*, Abb. 6, abgeschieden. Das ohr *i* hat den gleichen Querschnitt wie das Filter. Der äuber *k* wurde mit feinstem trockenen Reismehl be-kt. Schon der Stein Nr. 100 (Poren-Dmr. 0,1547 mm) verhältnismäßig wenig von dem Reismehl, dessen mitt-Korngröße etwa 6 μ beträgt, durch. Beim Stein Nr. 40 en-Dmr. 0,06 mm) blieb das schwarze Stoffprüffilter ommen sauber.

Im Gegensatz zur Filtration von Flüssigkeiten, bei denen Porendurchmesser kleiner sein muß als das feinste zu erende Teilchen, ist also die Wirkung des Steines bei n eine wesentlich andre. Da sich dem während 1 min enden Zerstäuben des Reismehls, wobei sich die Vorder-des Steines mit einer Schicht Staubes überzog, ein wei-Durchsaugen von 1 min Dauer anschloß, hätte der Staub gend Zeit gehabt, den Stein zu durchdringen. Nur bei is 100 mm Poren-Dmr. wurden Abscheidungen auf dem ilter sichtbar. Man kann daher schon bei verhältnis-ig großen Porenweiten feine Staube zurückhalten.

Durch Reinigen der Steine beseitigt man die allmählich ckgehende Filterleistung, und zwar durch Rückwärts-en oder -saugen. Da trockner Staub verwendet wurde auch die Steine trocken waren, kann keinesfalls Feuchtigkeit bei der Filterwirkung in Frage kommen; es spielen sich hier physikalische Vorgänge ab, deren genaue Erforschung noch aussteht (elektrische oder Adsorptionserscheinungen).

Derartige Filtersteine hat man in die Ansaugleitung von Kraftwagenmotoren eingebaut, um den Straßenstaub aus der angesaugten Luft zu entfernen. Nach 1000 km Fahrstrecke war eine Reinigung nicht erforderlich.

3. Besonders in der chemischen Industrie mischt man Luft oder andre Gase mit Flüssigkeiten. In den biologischen Abwässerkläranlagen muß man große Luftmengen dem Wasser in feiner Verteilung zuführen. Bei Verwendung des Brandolsteines kann man unter geringem Kraftverbrauch die Luft bei feinster gleichmäßiger Verteilung verdichten, dem Abwasser die notwendige Menge Sauerstoff zuführen. Die Größe der einzelnen Luftblasen ist von dem Porendurchmesser abhängig.

4. Man hat doppelporöse Steine hergestellt, d. h. Steine grober Porosität, die mit einer dünnen feinporigen Schicht fest verbunden sind. Die feinporige Schicht übernimmt die Filtration, der grobporige Stein dagegen, dessen Durchgangswiderstand gering ist, so daß eine größere Dicke gewählt werden kann, verleiht dem Filterstein eine hohe Bruchfestigkeit. Man kann daher ohne Unterlagen von Metallgittern Platten von größeren Abmessungen und daher großer wirksamer Fläche verwenden.

5. Die Filtersteine reinigt man durch Saugen oder durch kräftiges Rückblasen von Luft, gegebenenfalls unter gleichzeitiger Bearbeitung der filtrierenden Fläche mit einem Wasserstrahl. In den Fällen, in denen der Filter nicht zeitweise außer Betrieb gesetzt werden kann, baut man eine Doppelfilteranlage ein. [M 1982]

Stuttgart-Bietigheim, Bonn *P. Meyer* und *W. Stollenwerk*

Kleine Mitteilungen

Große Hochdruck-Kesseltrommeln

In dem 400 000 kW-Kraftwerk Deepwater der American & Electric Co., das zur Zeit gebaut wird, werden 100 at-sel mit je 845 m² Heizfläche und 150 t/h Dampfleistung estellt. Die Trommeln der Kessel werden aus dem en geschmiedet. Sie sind rd. 15 m lang und haben n Außendurchmesser bei rd. 10 cm Wanddicke. Als stoff wird SM-Stahl mit 53 kg/mm² Zugfestigkeit, 24 vH nung auf 50,8 mm und 38 vH Einschnürung verwendet. enthält etwa 0,45 vH Kohlenstoff, 0,30 bis 0,45 vH Man-, 0,04 vH Schwefel und 0,04 vH Phosphor. Der miedeofen zum Anwärmen des Stahlblocks hat einen eglichen Boden, der die Bedienung mittels eines Kranes attet. Die Bearbeitung ist in einzelne Arbeitsgänge auf-ilt, die je etwa ½ h dauern; nach jedem Arbeitsgang d das Schmiedestück im Ofen neu angewärmt. Darauf den die Trommeln innen und außen fertig gedreht und offenen Enden unter Pressen einwärts gekümpelt, wo-zwei Mannlöcher offen bleiben. Bei der Wasserdruck-be mit 200 at dehnen sich die Trommeln im Durchmesser 2,4 mm aus, ziehen sich aber nachher um den gleichen rag wieder zusammen. Die fertige Trommel wiegt 66 t. he Engineer“ 8. März 1929 S. 276) [M 2758 b] *Le.*

0 kW-Turbodynamo mit einem Gehäuse

Das Kraftwerk Lakeside bei Milwaukee hat eine neue bodynamo der Westinghouse Electric & Mfg. Co. aufge-lt, die bei rd. 21 at Anfangsdruck bis zu 60 000 kW bei 0 U/min aufnehmen kann. Es handelt sich um die erste gehäuse-Dampfturbine der Westinghouse-Gesellschaft für e Leistung, die hinsichtlich der Befestigung der letzten aufeln, der Aufnahme von axialen Wärmedehnungen r. neuartige Einzelheiten aufweist. Der Läufer trägt i Gleichdruckräder und 22 Überdruckräder, die Dampf-teilung wird mittels dreier vom Turbinenfundament ge-nter Ventile geregelt, von denen das dritte den Frisch-pf hinter den Gleichdruckstufen eintreten läßt. Bei voller Öffnung der beiden Dampfventile für die Gleichdruckstufen läßt die Dampfturbine rd. 215 t/h Dampf durch, wobei die Leistung ohne Anzapfbetrieb 51 400 kW beträgt.

Die Turbine wird an vier Stellen angezapft, und die Vorwärmer sind so bemessen, daß sie die größte Kondensatmenge von rd. 300 t/h auf rd. 360 ° für die Speisung von Hochdruck-Dampfkesseln von 91 at Betriebsdruck vorwärmen können. Um den Dampfverbrauch dieser Turbinen genau messen zu können, hat das Werk zwei Behälter zum Wägen des Kondensats aufgestellt, die je rd. 38 m³ fassen und bei der vollen Leistung in 7½ min vollaufen. Wenn die Turbodynamo, vom Netz abgeschaltet, ausläuft, wird sie von einem 15 PS-Motor selbsttätig mit 25 U/min weitergedreht, damit sie sich gleichfalls abkühlt.

Das Werk hat gleichzeitig mit dieser Turbine eine zweite Vorschaltturbine von 7700 kW für 84 at Anfangsdruck aufgestellt. Im Sommer, wenn beide 91 at-Kessel in Betrieb sind, sollen die beiden Vorschaltturbinen die neue 60 000 kW-Turbine mit Gegendruckdampf von 21 at speisen. (Electrical World 23. Februar 1929 S. 381/82*)
[M 2758 a] *H.*

Doppeltwirkender Zweitakt-Schiffsdieselmotor

Der erste doppeltwirkende Zweitakt-Schiffsdieselmotor nach der Bauart von *W. S. Burn*, der für den praktischen Fahrdienst bestimmt ist, hat in diesen Tagen seine amtlichen Abnahmeversuche auf dem Prüfstand von Richardsons, Westgarth & Co., West-Hartlepool, erledigt. Der Motor hat drei Zylinder von 546 mm Dmr. und 965 mm Hub, leistet 1250 PS bei 60 U/min und ist für den Antrieb des 3200 t-Tankschiffs „Irania“ bestimmt. Kennzeichnend für diese Bauart sind die Druckeinspritzung mittels getrennter Pumpen für jedes Ende der drei Zylinder, deren Gegendruck durch selbsttätige Nadelventile bestimmt wird. Die hohlen Kolben haben gekühlte Kolbenstangen mit besonderen Kreuzköpfen. Die größte Maschinenhöhe beträgt rd. 7,162 m.

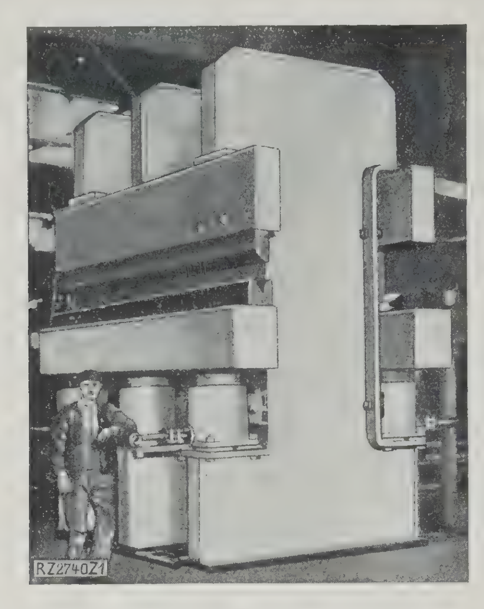


Abb. 1. Hydraulische Presse für 1000 t Druck, ausgeführt als elektrisch geschweißte Stahlkonstruktion.

Bei den Versuchen konnte die Nutzleistung des Motors bis auf 1133 PS bei 89,5 U/min gesteigert werden, was bei 87,2 vH mechanischem Wirkungsgrad mittleren indizierten Kolbendrücken von 5,31 at über und 4,88 at unter den Kolben entspricht. („The Engineer" 8. März 1929 S. 274/76*) [N 4740 c] *H.*

Geschweißte Stahlkonstruktionen im Werkzeugmaschinenbau

Es ist bemerkenswert, daß in den Vereinigten Staaten von Amerika die Hersteller von schweren Pressen, Scheren u. a. als erste elektrisch geschweißte Stahlkonstruktionen verwendeten. Ein gutes Beispiel hierfür ist die in Abb. 1 dargestellte von der Pacific Steel Boiler Corp. gebaute hydraulische Presse für 1000 t Druck. Der Druck auf die Preßkolben beträgt rd. 120 kg/cm². Die Presse wiegt 70 t und wird zum Biegen von 10 mm dicken Stahlblechen benutzt.

Eine Nabenpresse der Kutscheid Manufacturing Co., Chikago, ist ebenfalls vollständig aus Stahl gebaut. Die seitlichen Rahmen sind aus 100 mm dicken Stahlplatten geschnitten. Das Antriebrad von 1830 mm Dmr. ist ebenfalls eine elektrisch geschweißte Stahlkonstruktion. Die Radscheibe ist aus 19 mm dickem Blech geschnitten, um sie herum wird ein aus 50 × 100 mm² Formstahl gerollter Reifen als Zahnkranz geschweißt. Die aufgeschweißte Nabe besteht ebenfalls aus gerolltem Formstahl. („American Machinist", London, 9. März 1929) [N 2740*] *Schr.*

Selbsttätige Azetylen-Sauerstoff-Schweißmaschine

Seit dem Jahre 1910 entwickelte sich mit der Azetylen-Sauerstoff-Schweißung von Rohren eine neue Industrie. Heute werden Rohre bis rd. 200 mm Dmr. und rd. 5 mm Wanddicke mit selbsttätigen Azetylen-Sauerstoff-Schweißmaschinen hergestellt. Die Arbeitskosten sind gering; genauer und dem Rohr anpaßbarer Schweißdruck w durch verstellbare, zu beiden Seiten der Naht angeordn Rollen erreicht. Erhöhung der Schweißgeschwindigk wurde zuerst durch starke Beanspruchung des Brenn (großer spez. Gasverbrauch), dann durch genaueste V arbeit des Rohres in den Walzen (Toleranz des offenen R res nur 0,13 mm) erreicht.

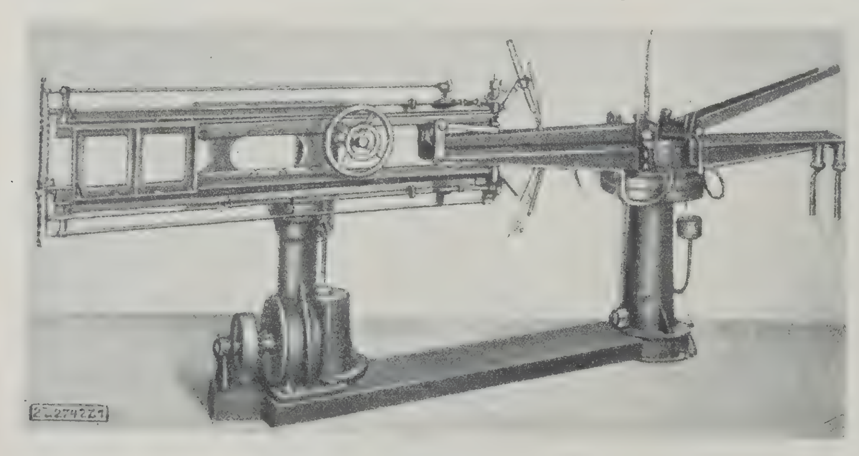


Abb. 2 Maschine zum Schweißen von Blechen.

Abb. 2 zeigt eine Maschine zum Schweißen von Blech Das Werkstück wird in Backen eingespannt, der Bren — bei großen Wanddicken je einer zu beiden Seiten Naht — wird mit regelbarer Geschwindigkeit darüber wegt. Es sind zwei Backenpaare, um 180° versetzt, einem Drehtisch angeordnet, so daß an einer Seite schweißt, an der andern eingespannt werden kann. größeren Wanddicken ist das Schweißen mit zwei Brenn wirtschaftlicher; die Flammen werden so eingestellt, d der untere eine etwas größere Wärmemenge erzeugt der obere. Die Schweißnaht hat fast die gleiche Festigk wie der Ausgangswerkstoff, wenn mit reduzierender Flam gearbeitet wird.

Abb. 3 zeigt einen Schweißbrenner mit selbsttäti Schweißdrahtzuführung, die regelbar ist. Verwendu findet er beim Schweißen von Blechen. Es werden imm zwei Reihen von Flammen, mehr oder weniger parallel stellt, verwendet, zwischen denen der Draht hindurchgefü wird. Hierdurch wird erreicht, daß die Schweißhitze

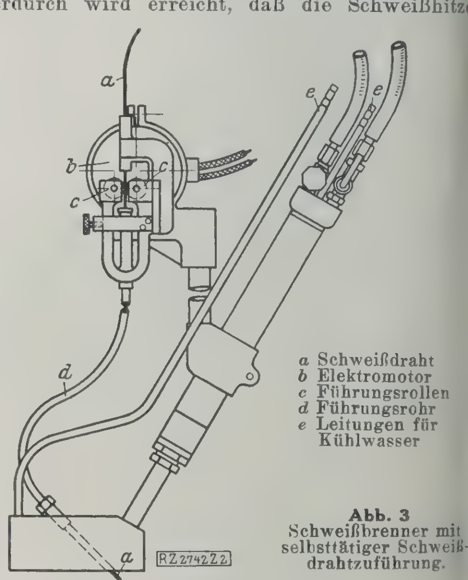


Abb. 3 Schweißbrenner mit selbsttätiger Schweißdrahtzuführung.

geregelt werden kann, daß unabhängig von der Werkst dicke immer die richtige Schweißtemperatur an der St herrscht, wo der Zusatzwerkstoff eintritt. („The Iron A Bd. 74 (1929) S. 591) [N 2740 a]

Holzschwellen auf Betonbettung für Schnellbahngleise

Seit einigen Jahren hat man auf Teilstrecken der N Yorker Schnellbahnen Versuche mit einem neuen Gl oberbau gemacht. Die Schienen sind auf kurzen H blöcken von 152 × 254 mm² Querschnitt, die fast ganz Beton eingebettet sind, verlegt. In der Gleismitte bl somit Raum frei für eine Entwässerun rinne, deren Tiefe etwa gleich der Schw lenhöhe ist. Die Schienen sind mit Platten auf den Schwellen befestigt.

Die Ergebnisse, die sich auf triebserfahrungen von bereits 12 Jah stützen, sind sehr befriedigend. Entwässerung vor allem ist bedeut besser als bei Schotterbettung, Gleiserhaltung ist nicht so auf die triebspausen angewiesen wie bei Sc tergleisen, sie beansprucht auch wenig Zeit und Arbeit. Die bes Reinhaltung ist ein weiterer Vorzug, Sicherheit ist größer. Die Bauko sind nur ein wenig, die Erhaltu kosten dagegen bedeutend niedriger bei Schotterbettung. Dies ist vor al der vorzüglichen Entwässerung zu schreiben; die schon zwölf Jahre ei bauten Holzblöcke zeigen kaum irg welche Zerstörungen, man schätzt Lebensdauer auf 36 Jahre. Nach

. vermindert sich der Zugwiderstand um 15 vH, über-
erden die Fahrzeuge mehr geschont als bei Normal-
. Der neue Gleisoberbau wird nunmehr auf den New-
r Schnellbahnen in großem Maßstab eingeführt wer-
ir Bahnhof- und Abstellgleise wird man aber weiter-
hotterbettung beibehalten. („Electric Railway Journal“
ruar 1929 S. 203*) [N 2740 b] *Ro.*

Amerikas großes Museum für die Geschichte der Technik

ei Dearborn im Staate Michigan entsteht ein riesiger, angelegter Bau: das neue „Ford-Museum“. In ihm alle Entwicklungsstufen der amerikanischen In-, Technik und Landwirtschaft gezeigt werden. Den größten Teil der Ausstellungsgegenstände hat man bereits, teilweise unter erheblichen Mühen, gesammelt, wobei *Ford* und *Edison* selbst rege mitgearbeitet haben. Durch ihren Schülerkreis wurden die historischen Anlagen und Werkstätten mit ihren alten Einrichtungen naturgetreu nachgebildet und die Erzeugnisse vom ersten Stromerzeuger bis zur neuzeitlichen Riesenturbine Stück für Stück betriebfertig zusammengestellt. Das Ausstellungsgebäude selbst besteht aus fünf langen, zweistöckigen Hallen, die durch Querflügel verbunden werden. Es wird auf einem Gelände von 430 m Länge und 260 m Breite errichtet und soll in etwa zwei Jahren fertiggestellt sein. Die reinen Baukosten belaufen sich auf 5 000 000 $. („Electrical World“ 16. Februar 1929 S. 347) [N 2740 d] *Stg.*

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung,
Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15704).

e“, Taschenbuch für Betriebsingenieure. Herausgeg. Akademischen Verein Hütte, E. V. und *A. Stauch.* Aufl. Berlin 1929, Wilh. Ernst & Sohn. 1215 S. m. . Preis 32 *RM.*

er Beruf des Betriebsingenieurs wird täglich vieler, so daß ein Folgen auf allen Gebieten der Betriebsk physisch fast unmöglich ist. Das erforderliche Rüstkann ihm deshalb nicht zweckmäßig genug zur Verg gestellt werden. Die „Betriebshütte“ erfüllt diese rung in vollem Maße. Die kürzlich erschienene dritte ge gibt dem Betriebsingenieur über alle wichtigen n der modernen Betriebstechnik in knapper Form ausnde Auskunft. Die Mitarbeiter haben aus ihrem beren oder weiteren Berufskreise das Beste gegeben, was ders anzuerkennen ist; denn die schnelle Entwicklung abrikationstechnik machte die vollständige Umarbeivieler Abschnitte erforderlich.

esonders wichtig erscheint mir die Vertiefung auf den ten Austauschbau und Gewinde unter Berücksichtigung euesten Normen sowie Neuaufnahme von Abschnitten Arbeitsfluß, neuester Gieß- und Verformungsverfahren, anung, Spritzlackierung usw., wenngleich hierfür die nitte Stoffkunde, Materialprüfung und Festigkeitslehre len mußten. Es wäre zu begrüßen, wenn bei weiteren gen im Abschnitt Zerspanung der Bearbeitung von hnungen, dem Gewindeschleifen gehärteter Teile und mehr Raum gegeben würde. Den Abschnitt Betriebsisation, der hauptsächlich Musterbeispiele aus dem altungsgebiet enthält, dürfte man dafür etwas knapper n, ohne dem Ganzen zu schaden.

Nicht nur der Ruf der „Hütte“, sondern der Inhalt des es verbürgt, daß die vorliegende Auflage schnell veren sein wird. [E 2579] *Damm*

w-Foerster, **Hilfsbuch für den Schiffbau.** Von *E. Foerr.* 5. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 1. Bd.: S. m. 688 Abb., 2. Bd.: 55 S. m. 56 Taf. Preis zus. 88 *RM.*

eit dem Erscheinen der 4. Auflage des „Johow-Foerster“ 8 Jahre vergangen, die auf die Entwicklung des neuchen Schiffbaues nicht ohne starken Einfluß gewesen Bei der soeben erschienenen 5. Auflage sahen sich Herausgeber und Verlag vor die Aufgabe gestellt, alle chritte der letzten Jahre dem Inhalte neu zuzuführen. dies, ohne den bisherigen Umfang des Buches wesentzu ändern, dem Herausgeber, Herrn Dr.-Ing. *E. Foerster,* seinen Mitarbeitern gelungen ist, spricht für die gründ- Art, mit der diese Aufgabe durchgeführt wurde.

Ermöglicht wurde es dadurch, daß in der neuen Auf- viele nur noch geschichtlich wertvolle und von der überholte Einzelabschnitte stark gekürzt oder ganz geen und daß die Zahlentafeln stärker zusammengefaßt in den 2. Band übernommen worden sind. Daher hat erste Band an Übersichtlichkeit gewonnen.

Fast alle Abschnitte sind eingehend durchgearbeitet und nzt; einige neu gestaltet worden. Besonders wertvoll im ersten Abschnitt: „Berechnung und Entwurf der fe“, die Ergänzungen, die den praktischen Schiffseb und seinen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der behandeln, sowie im zweiten Abschnitt die umfasere Behandlung der Hydromechanik und Aerodynamik, grundlegende Bedeutung für den Schiffbau immer erkannt wird. Auch die neueren Erkenntnisse der gkeitslehre sind dem Buche zugeführt worden. Daß *Clapeyronsche* Gleichung in einer für den Schiffbau hbaren Form in das Handbuch aufgenommen wurde, esonders verdienstlich. Entsprechend der steigenden Bedeutung der Schiffsschwingungen für die Schiffsfestigkeit ist auch dieser Abschnitt stärker ausgebaut.

In den übrigen Abschnitten des Handelsschiffbaues ist neben zahlreichen Ergänzungen besonders die Einfügung des Teiles über Ladegeschirr zu nennen. Die gedrängte Übersicht über den Kriegsschiff- und Unterseebootbau ist ebenfalls auf die Höhe der Neuzeit gebracht. Das Zeichnungs- und Schiffslistenmaterial ist durch die Verdopplung nicht nur an Zahl, sondern vor allem an Gebrauchswert in erfreulicher Weise angewachsen. Manches bisher Fehlende, so im Frachtdampferbau, ist an der Hand von Unterlagen auch der allerletzten Jahre ergänzt worden.

Den Anspruch, zum eisernen Bestande des Schiffbauers zu gehören, darf auch die neue Auflage, vielleicht in noch höherem Maße als die früheren, erheben. Die Neuauflage des „Johow-Foerster“ wird daher in den Fachkreisen des Schiffbaues freudige Aufnahme finden. [E 2545]

O. Lienau

Der Eisenwasserbau. Von *H. Kulka.* 1. Bd.: Theorie und Konstruktion der beweglichen Wehre. Berlin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 323 S. m. 383 Abb. Preis 31 *RM.*

Der „Eisenwasserbau“ bildet einen Teil der Sammlung „Das Bauen in Stahl“ und soll in zwei Bänden erscheinen. Der erste, hier vorliegende Band bringt die Theorie und Konstruktion der beweglichen Wehre; in einem zweiten Bande sollen die Schleusentore, Docks, Schiffshebewerke, Wasserbehälter und Kanalbrücken Platz finden. Es muß als ein außerordentlich dankenswertes Unternehmen bezeichnet werden, dem Eisenwasserbau, insbesondere dem Wehrbau, dem gerade die letzten beiden Jahrzehnte durch die Entwicklung des Ausbaues von Wasserkräften wie auch durch die erhöhte Berücksichtigung von Landeskulturinteressen beim Ausbau der Flüsse einen gewaltigen Aufschwung gebracht haben, eine besonders eingehende Behandlung in einem Sonderwerke zu widmen. Daß dies unter fast ausschließlicher Berücksichtigung der modernsten Aufgaben aus diesem Gebiet und der sich aus ihrer Bearbeitung ergebenden gewaltigen Fortschritte der Theorie und Konstruktion geschehen ist, und zwar durch einen Verfasser, dem die besten Erfahrungen auf diesem Gebiete zur Seite stehen, macht das Buch besonders wertvoll.

Der Versuch, dem Wehrbau durch ausgiebige Heranziehung des Rüstzeuges, das die höhere Mathematik und Hydrodynamik zu bieten vermag, die diesem Gebiet bisher mangelnde theoretische Grundlage zu geben, kann als gut gelungen bezeichnet werden. Freilich wird das Studium des Buches dadurch nicht gerade erleichtert. Es kann und darf aber dem Ingenieur der Praxis wie dem Studierenden nun einmal nicht erspart werden, in der Theorie fortzuschreiten und sich die wissenschaftlichen Voraussetzungen zur Lösung der neu an ihn herantretenden Aufgaben des Wasserbaues möglichst vollkommen zu verschaffen. Sehr nützlich und fruchtbringend ist, daß außer dem Grundsätzlichen auch Einzelberechnungen der wesentlichen Teile der verschiedenen Wehrteile gebracht werden und daß jede Wehrart kritisch beleuchtet wird. Alles in allem, das Buch wird als höchst wertvoller Ratgeber seinen Weg machen.

[E 2604] *Busch*

Automobiltechnische Bibliothek, 13. Bd.: **Die elektrische Ausrüstung des Kraftfahrzeuges. 1. T.: Zündung.** Von *Erich Klaiber* und *Walter Lippart.* Berlin 1928, M. Krayn. 237 S. m. 157 Abb. Preis 10 *RM.*

Die elektrische Ausrüstung der Kraftfahrzeuge wurde bisher in der Kraftfahrzeug-Literatur stiefmütterlich behandelt. Man sieht sie meist als Zubehör an, ohne zu beachten, daß die Kenntnis ihrer Wirkungsweise und Bauart für den

Kraftfahrzeug-Ingenieur ebenso wichtig ist, wie die Kenntnis der Verbrennungsvorgänge und der mechanischen Kraftübertragung. Diese Lücke soll durch ein dreibändiges Werk geschlossen werden, das grundlegend zu werden verspricht. Im ganzen arbeiten sieben Fachleute, sämtlich von der Firma R. Bosch A.-G., gemeinsam an dem Werk, was die Gewähr für die Vermeidung von Einseitigkeiten und Fehlern bietet. Die Bearbeiter haben sich auch bemüht, das Gebiet sachlich ohne Bevorzugung einzelner Firmen zu behandeln. Sie wandten sich an die gesamte Industrie des In- und Auslandes und wurden auch reichlich unterstützt.

Im Augenblick liegt der erste Band des Werkes vor, der sich mit dem umfangreichsten (weil ältesten?) Gebiet, der Zündung, befaßt. Den Herausgebern ist es im allgemeinen gelungen, sachlich zu bleiben, wenn man vielleicht auch der Meinung sein kann, daß die Batteriezündung beim Vergleich mit der Magnetzündung etwas zu schlecht weggekommen ist. Die theoretischen und konstruktiven Abschnitte und die Behandlung der Zündkerzenfrage und der Störungsquellen sind an der Hand reichlicher und guter Diagramme und Bilder vorzüglich gelungen.

Da der Kraftfahrzeug-Ingenieur heutzutage auch Elektrotechniker sein muß, so kann das Studium dieses Buches empfohlen werden. Allerdings setzen die Bearbeiter im Kapitel über die Theorie der Zündung bereits eine gute elektrotechnische und mathematische Vorbildung voraus. Man kann das Werk daher auf die Höhe eines Lehrbuches für Studenten und Ingenieure, die mit ihrem Fachwissen auf dem laufenden bleiben wollen, stellen. Die weiteren Bände sollen Lichtmaschine und Batterie sowie die Stromverbraucher behandeln.

[E 2543] Dipl.-Ing. *P. Friedmann.*

Selbstanschlußtechnik. Von *Martin Hebel.* München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 423 S. m. 240 Abb. u. 1 Anh. Preis 18 *RM.*

Der große Aufschwung, den der selbsttätige Fernsprechbetrieb in den letzten Jahren genommen hat, weckte das Bedürfnis nach einem Buch, das die theoretischen Grundlagen, die Schaltungen und die Beschreibung der Apparate und ihrer Teile zusammenfaßt. In dem vorliegenden Buch werden, ausgehend von der geschichtlichen Entwicklung der Selbstanschlußtechnik, für die vor nunmehr 50 Jahren die ersten Patente erteilt wurden, die Grundbegriffe des selbsttätigen Fernsprechbetriebes an Netzen für 100 und 1000 Teilnehmer erläutert, das deutsche Reichspostsystem eingehend geschildert und verschiedene Sonderfragen des Betriebes und Entwurfes selbsttätiger Fernsprechnetze erörtert. Den Anhang bilden eine Reihe von Schaltbildern. Das Buch wird den Fachleuten und den Studierenden willkommen sein. [E 2569] *Pa.*

Anleitung zum Bau von Schwachstrom-Anlagen. 8. Aufl. Jubiläumsausgabe 1879 bis 1929. Herausgeg. von Mix & Genest A.-G., Berlin-Schöneberg 1928. 710 S. m. 672 Abb. Preis 13,50 *RM.*

Das 50jährige Bestehen der Firma war der Anlaß, der vor 14 Jahren erschienenen 7. Auflage nunmehr eine weitere folgen zu lassen, die den großen Fortschritten der neuzeitlichen Schwachstromtechnik angepaßt worden ist. Dem Inhalt ist kaum anzusehen, daß es sich um ein von einer Herstellerfirma herausgegebenes Buch handelt, so eingehend und sachlich sind die verschiedenen Zweige der Schwachstromtechnik, ihre Bauteile und Schaltungen dargestellt. [E 2528] *Pa.*

Kalkulationstabellen zur Bestimmung von Stückzeiten für Handschmiedeformung. Von *Bernhard Preuß.* Berlin 1929, Julius Springer. 73 S. Preis 7 *RM.*

Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. ausgeg. von *Ernst Feyerabend, Hugo Heidecker, F Breisig* und *August Kruckow.* Berlin 1929, Julius S ger. 1. Bd.: A bis K. 830 S. m. 1319 Abb., 2. Bd.: L b 903 S. m. 1450 Abb. Preis zus. 192 *RM.*

Druckrohrleitungen. Von *Felix Bundschu.* 2. Aufl. B 1929, Julius Springer. 62 S. m. 15 Abb. Preis 6 *RM*

Das Elektrostahlverfahren. Nach *F. T. Sisco*, „The M facture of Electric Steel", umgearb. und erweitert *St. Kriz.* Berlin 1929, Julius Springer. 291 S 123 Abb. Preis 22,50 *RM.*

Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsansta Sonderheft 5: Arbeiten aus dem Kaiser Wilhelm-Ins für Metallforschung zu Berlin-Dahlem. Berlin Julius Springer. 189 S. m. 372 Abb. Preis 26 *RM.*

Materiallehre für die Textilindustrie. Von *Joseph Sp rath.* 4. Aufl. von *Eugen Ristenpart.* Berlin M. Krayn. 205 S. m. 133 Abb. Preis 16 *RM.*

Practical Steelmaking. Von *Walter Lister.* London Chapman & Hall, Ltd. 413 S. m. 211 Abb. Preis

Brauerei-Maschinenkunde. Von *W. Goslich* und *K. I mann.* 1. Bd.: Kraft- und Wärmewirtschaft. 4. Neubearb. von *K. Fehrmann.* Berlin 1928, Paul P 269 S. m. 110 Abb. Preis 20 *RM.*

Neuere Fortschritte der Galvanotechnik. Eine Ergän zu: Die galvanischen Metallniederschläge und deren führung, 4. Aufl. von *G. Buchner* und *A. Wogrinz. Alfred Wogrinz.* Berlin 1929, M. Krayn. 85 S. m. 53 Preis 5 *RM.*

Photographischer Bücherschatz, 3. Bd.: **Die mode Lichtpaus-Verfahren.** Von *Hans Spörl.* 5. Aufl. zig 1929, Ed. Liesegangs Verlag M. Eger. 118 S 18 Abb. Preis 4,80 *RM.*

Die Praxis der planmäßigen Entwässerung im Br kohlenbergbau. Von *J. Nahnsen.* Halle (Saale) Wilhelm Knapp. 59 S. m. 37 Abb. Preis 6,90 *RM.*

Sechzehnte Berichtfolge des Kohlenstaubausschusses Reichskohlenrates: Richtlinien für Mühlenuntersuc gen. Von *P. Rosin* und *E. Rammler.* Berlin 1929, schäftstelle der Technisch-Wirtschaftlichen Sachver digenausschüsse des Reichskohlenrates. 34 S. 3 *RM.*

Mehrfachröhren-Empfänger. Von *Manfred von Ard* Berlin 1929, Rothgießer & Diesing. 71 S. m. 67 Preis 1,70 *RM.*

Die Blauen Bücher: **Bauten der Arbeit und des Verk** Von *Walter Müller-Wulckow.* Neue Ausg. König i. T. und Leipzig 1929, Karl Robert Langewiesche. m. Abb. Preis 3,30 *RM.*

Die Berliner Straßenordnung. Erläutert von *Weiß* und Berlin 1929, C. A. Weller. 225 S. Preis 4,50 *RM.*

Der Bau von Anoden- und Heizstrom-Netzanschlußge Von *Manfred von Ardenne.* 4. Aufl. Berlin 1929, gießer & Diesing. 72 S. m. 78 Abb. Preis 1,70 *RM*

Leipzig und Mitteldeutschland. Denkschrift für Rat Stadtverordnete zu Leipzig. Herausgeg. von *L* Leipzig 1928, Heinrich F. A. Timm. 343 S. m. K Preis 7 *RM.*

Leipziger Verkehr und Verkehrspolitik. Schriften des Rats-Verkehrsamtes Leipzig. Herausgeg. von *L* Nr. 13: **Luftfahrt und Luftfahrtmakler.** Von *Wi Ulderup.* Leipzig 1928, Selbstverlag. 24 S. Preis

Flugfunkwetter. Die Flugwettermeldungen Europas. sammengest. im Auftrage des Reichsverkehrsministe vom Höhenwetterdienst. Berlin 1928, Leitung des H wetterdienstes. 3. Aufl. 197 S. m. Nachtrag 1 Preis 12,50 *RM.*

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

73 SONNABEND, 30. MÄRZ 1929 Nr. 13

ı Beitrag zur Klärung der Drahtseilfrage

Von R. WOERNLE, Stuttgart

Notwendigkeit planmäßiger Dauerversuche an Drahtseilen — Einfluß des Rillengrund-Halbmessers, der Schlagart, der Seilbelastung, der Drahtdicke und -festigkeit auf die Lebensdauer von Aufzug- und Kranseilen — Seildehnung im Betrieb — Einfluß der Zahl der Biegungswechsel und der Zahl der Drahtbrüche auf die Abnahme der Seiltragkraft — Seile mit hoher Lebensdauer — Einfluß der Verzinkung, der Vorformung (Trulay-Seile) und der Gegenbiegung auf die Lebensdauer von Seilen — Chemische Analyse — Dornbiege-, Verwinde- und Zerreißproben von Seildrähten.

'e große Bedeutung der Drahtseile für weite Wirt-schaftsgebiete, wie den Aufzug- und Kranbau, die bahnen für Lasten- und Personenbeförderung, die ıchtförderung usf., drängt auf Klarstellung des Ver-ıns von Drahtseilen hin[1]). Die im folgenden niedergeen Versuchsergebnisse beschränken sich auf Aufzug-Kranseile. Die gewonnenen Ergebnisse werden jedoch n für Nachbargebiete, wie Seilbahntechnik und Schacht-erseile, Anregungen geben und — wenn auch be-ızte — Folgerungen ermöglichen.

Das Ziel, die Klärung der Drahtseilfrage auf dem ;e der Rechnung zu erreichen, muß bei der großen ahl von Unbekannten, wenigstens zur Zeit noch, als ıt möglich bezeichnet werden, wie die Erfahrung zeigt. der Schwierigkeit der Aufgabe neigte man zu irrigen, ikürlichen, mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmen-Rechnungsvoraussetzungen, oder zu unzureichenden chnungsannahmen. Dieses Vorgehen führte nicht zu ır Klärung, sondern zu einer Verwirrung der Sachlage.

Auch an der Hand von Zusammenstellungen aus dem ieb kann man kaum ein sicheres Urteil über das Ver-en von Drahtseilen gewinnen, weil genaue Vergleichs-rlagen oft fehlen (Schlagart, Aufbau des Seiles, Draht-kstoff, Dauer und Art der Benutzung oder besser ıl der Arbeitspiele oder Biegungswechsel und die für e in Frage kommenden, häufig in weiten Grenzen wankenden Belastungen, Art der Seilführung, Rollen-ßen, Gestaltung und Zustand der Seilrille, Wartung, mierung usw.). Die Aufliegezeit von Drahtseilen kann außerordentlich hohe Bewährung vortäuschen, wenn epausen und Betriebstillstände übersehen werden, die em manchmal von Seilgarnitur zu Seilgarnitur wech-, und wenn die Anlage selten mit Höchstlast gefahren wird. Die Lebensdauer eines Seiles sinkt rasch mit der Zunahme der Seilbelastung bei sonst gleichen Verhältnissen, Abb. 1. Dieser wichtige Einfluß kann bei Anlagen mit wechselnden Belastungsverhältnissen, z. B. bei Aufzügen und Kranen, kaum schätzungsweise, geschweige denn zahlenmäßig erfaßt werden. Ausdrücke, wie streng oder mäßig, für die Art der Benutzung von Seilen reichen zum Vergleich nicht aus, besonders wenn es sich um den Vergleich verschiedener Anlagen handelt.

Abb. 1
Einfluß der Seilbelastung auf die Lebensdauer eines Drahtseiles.

Eine gewisse Gleichwertigkeit und damit eine angenäherte Vergleichsfähigkeit der Aufliegezeiten von Kran- und Aufzugseilen im praktischen Betrieb wird demnach selten gegeben sein. Dabei ist noch zu beachten, daß die Frage, wann ein Drahtseil überhaupt als ablegereif anzusehen ist, — zur Zeit wenigstens noch — eindeutig schwerlich beantwortet werden kann. Ob und wann ein Drahtseil ablegereif ist, bedarf der Klärung durch planmäßige Versuche, vergl. Abb. 32 bis 34. Besonders schwierig ist die Beurteilung des verhältnismäßigen Sicherheitsrestes von Seilen verschiedener Schlagart und Drahtzahl. Auch dieser Umstand erschwert zur Zeit noch den Vergleich der Aufliegezeiten von Drahtseilen im praktischen Betrieb. Bei den Kreuzschlagseilen treten infolge des mehr geschlossenen Seilverbandes die gebrochenen Drähte nur wenig oder kaum heraus, derart, daß ein schon stark mit Drahtbrüchen behaftetes Seil immer noch einen ziemlich vertrauenerweckenden Eindruck hervorruft. Das Gleichschlagseil ruft im Gegensatz hierzu schon bei verhältnismäßig wenig Drahtbrüchen, weil die gebrochenen Drähte erheblich aus dem Seilverband heraustreten, den Eindruck der Gefahr des Seilbruches hervor. Hierin steckt wohl der Vorzug einer frühzeitigen Warnung vor der Bruchgefahr, ein Vorzug, den das Kreuzschlagseil nicht in gleichem Maß aufweist. Aber man wird demgemäß geneigt sein, das Gleichschlagseil verhältnismäßig früher, d. h. in größerem Abstand von der Bruchgrenze, abzulegen als das entsprechende Kreuzschlagseil.

Im Gegensatz zu Betriebsaufzeichnungen vermag der Dauerversuch mit Drahtseilen verhältnismäßig rasch und sicher ein Urteil über die zu erwartende Bewährung von Seilen zu geben, weil hierbei der Vergleich gewährleistet ist. Die Aufliegezeit beim Versuch unter sonst gleichen Verhältnissen führt zu einem eindeutig erfaßbaren Vergleichswert, einem Grenzwert, nämlich der Biegezahl bis zum Bruch, d. h. der Lebensdauer.

Versuchsprogramm

Im folgenden wird berichtet über die im Institut für Fördertechnik an der Technischen Hochschule Stuttgart[2]) in der Zeit von Ende Oktober 1927 bis Ende Oktober 1928 unter meiner Leitung durchgeführten planmäßigen Dauerversuche mit Drahtseilen.

[1]) Vergl. *Isaachsen*, Z. Bd. 51 (1907) S. 652; *Woernle*: „Zur Beurteilung der Drahtseilschwebebahnen für Personenbeförderung", Habilitationsschrift, Karlsruhe 1913, und „Ein Beitrag zur Beurteilung der heutigen Berechnungsweise der Drahtseile", Karlsruhe 1914; *Benoit*, Z. Bd. 58 (1914) S. 985 und „Die Drahtseilfrage", Karlsruhe 1915; *Woernle*, „Maschinenbau" Bd. 3 (1924) S. 763

[2]) Dieses Institut wurde anläßlich meiner Berufung von der Technischen Hochschule Danzig nach Stuttgart vom Württ. Kultministerium am 1. April 1927 gegründet. Die Inbetriebnahme erfolgte Ende Oktober 1927.

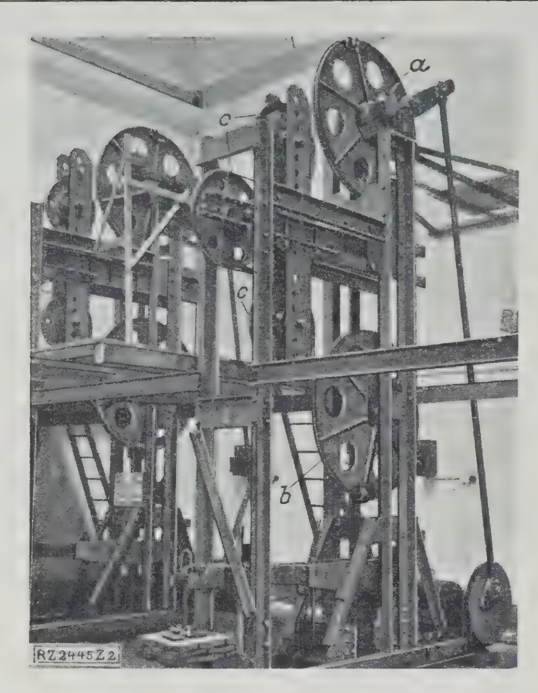




Abb. 2 und 3. Dauerprüfmaschine für Drahtseile.
a Treibscheibe *b* Spannscheibe *c* Versuchscheiben

Erforscht wurde der Einfluß des Rillengrundhalbmessers, der Schlagart, der Seilbelastung, der Drahtdicke, der Drahtfestigkeit auf die Lebensdauer von Aufzug- und Kranseilen. Auch die Seildehnung im Betrieb wurde gemessen. Ferner wurde verfolgt der für die Beurteilung des Zeitpunktes des Ablegens von Seilen wichtige Einfluß der Anzahl der Biegungswechsel auf die Abnahme der Tragkraft eines Seiles und der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Drahtbrüche auf 1 m Seillänge und der Abnahme der Tragkraft eines Seiles. Die Gegenüberstellung der Lebensdauer nominell gleichwertiger Drahtseile, die unter gleichen Versuchsbedingungen gefahren worden waren, verdeutlicht, wie durch planmäßige Untersuchungen Seile mit hoher Lebensdauer gewonnen werden können. Ferner werden Mitteilungen gemacht über den Einfluß der Verzinkung, der Vorformung der Seildrähte (Trulay-Seile) und der Wirkung der Gegenbiegung (S-Biegung) auf die Lebensdauer von Drahtseilen. Schließlich wurde auch der Drahtwerkstoff von Seilen analysiert, um einen Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung des Drahtes und der Bewährung von Seilen zu finden. Auch Dornbiege-, Verwinde- und Zerreißproben von Drähten wurden in den Bereich der Untersuchungen gezogen.

Nur über den bei Drahtseilen besonders langwierigen und mühevollen Weg des wissenschaftlichen, planmäßigen Versuchs ist zu erwarten, daß der Praxis diejenigen Berechnungsgrundlagen und Vergleichswerte allmählich gegeben werden können, die sie so dringend braucht.

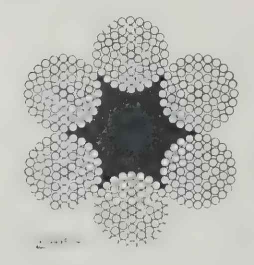
Wenn auch die Versuche ihres gewaltigen Umfanges wegen im Verlaufe des ersten Jahres des Versuchsbetriebs noch nicht derart abgeschlossen werden konnten, daß auf den gewonnenen Unterlagen die Bemessung von Aufzug- und Kranseilen schon jetzt aufgebaut werden kann, so sprach doch der A u s s c h u ß f ü r D r a h t s e i l f o r s c h u n g d e s V e r e i n e s d e u t s c h e r I n g e n i e u r e anläßlich seiner wissenschaftlichen Sitzung am 6. Nove 1928 in Stuttgart, den Wunsch aus, daß meine bishe Versuchsergebnisse, über die ich damals berichtete, möglichst veröffentlicht werden sollten, weil die Teile nisse bereits ein gewisses Vorfeld aufklären und richt gebende Anhaltspunkte für die Bemessung von S dem Fachmann zu vermitteln imstande sind.

Die Versuchseinrichtung

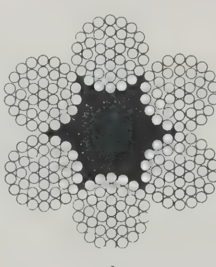
Die in Abb. 2 und 3 wiedergegebene, von mir ent fene Dauerprüfmaschine für Drahtseile ermöglicht Prüfung von Seilen mit einer Zugbelastung bis zu 500 bei Versuchscheibendurchmessern von 300 bis 1200 Dem Entwurf der Maschine lag der Gedanke zugru daß sie die Prüfung von Seilen gestatten müßte in messungen, wie sie in der Aufzug- und Kranpraxis ü sind, da von Modellseilchen kleiner Abmessungen fü ausführende Technik brauchbare Vergleichwerte nich wartet werden dürfen. Die Maschine eignet sich Dauerprüfung von Seilen bis zu einem Seildurchme von 26 mm.

Die gußeisernen Versuchscheiben *c* sind der T und der Spannscheibe *a* und *b* vorgelagert und können halb in bequemer Weise ausgewechselt werden. Die I fachanordnung der Versuchscheiben ermöglicht die Du führung von Dauerversuchen mit Biegung des Seiles gleichen Sinne (krumm—gerade—krumm) oder mit Ge biegung, sogen. S-Biegung (krumm—gerade—entge gesetzt krumm). Bei der Dreifachanordnung der Vers scheiben wird das Seil in mehreren Abschnitten gebo so daß eine erhebliche Seillänge der Prüfung unterz wird. Der durch eine Schwingkurbel erzeugte Sei kann je nach der Versuchsbedingung in weiten Gre verändert werden.

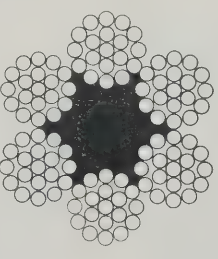
Die Spielzahl der Maschine läßt sich zwischen 22 44 in 1 min regeln.



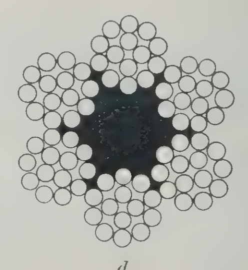
a



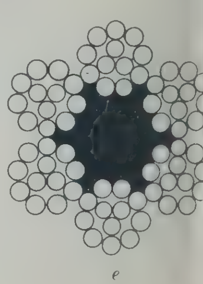
b



c



d



e

Zahlentafel 1. Kennzahlen der Versuchseile.

Nr.	Seilaufbau: Querschnittbild (Abb. 4 bis 12)	Bezeichnung nach den Normen	Litzenzahl	Drahtzahl je Litze	Gesamtdrahtzahl	Seildurchmesser mm	Einzeldrahtdurchmesser mm	Querschnitt mm²	Festigkeit kg/mm²	Schlagart (Kreuzschlag = Kr, Gleichschlag = L)	Schlaglänge der Litze mm	Bemerkungen. Sämtliche Seile rechtsgängig und mit einer Faserstoffeinlage. Sämtliche Drahtlagen in den Litzen von Kreuzschlagseilen linksgängig, in den Litzen von Gleichschlagseilen rechtsgängig.
1	c	A 16 DIN 655	6	19	114	16	1,0	89,5	130	Kr	110	blank
2	c	AL 16 DIN 655	6	19	114	16	1,0	89,5	130	L	125	blank
3	c		6	19	114	16	1,0	89,5	80	Kr	110	blank, Aufbau nach A 16 DIN 655
4	c		6	19	114	16	1,0	89,5	80	L	125	blank, Aufbau nach AL 16 DIN 655
5	c	A 16 DIN 655	6	19	114	16	1,0	89,5	160	Kr	110	blank
6	c	AL 16 DIN 655	6	19	114	16	1,0	89,5	160	L	125	blank
7	c	A 16 DIN 655	6	19	114	16	1,0	89,5	180	Kr	110	blank
8	c	A 16 DIN 655	6	19	114	16	1,0	89,5	180	L	125	blank
9	c		6	19	114	16	1,0	89,5	200	Kr	110	blank, Aufbau nach A 16 DIN 655
10	c		6	19	114	16	1,0	89,5	200	L	125	blank, Aufbau nach AL 16 DIN 655
11	c	A 16 DIN 655	6	19	114	16	1,0	89,5	130	Kr	110	verzinkt
12	c	AL 16 DIN 655	6	19	114	16	1,0	89,5	130	L	125	verzinkt
13	c		6	19	114	16	1,0	89,5	130	Kr	116	Trulay, blank, Aufbau nach A 16 DIN 655
14	c		6	19	114	16	1,0	89,5	130	L	107	Trulay, blank, Aufbau nach AL 16 DIN 655
15	a		6	61	366	16	0,56	90,1	130	Kr	108	blank
16	a		6	61	366	16	0,56	90,1	130	L	133	blank
17	b		6	37	222	16	0,73	92,9	130	Kr	112	blank
18	b		6	37	222	16	0,73	92,9	130	L	130	blank
19	d		6	14	84	16	1,15	87,2	130	Kr	114	blank
20	d		6	14	84	16	1,15	87,2	130	L	124	blank
21	e		6	12	72	16	1,25	88,4	130	Kr	115	blank
22	e		6	12	72	16	1,25	88,4	130	L	120	blank
23	f		6	7	42	16	1,65	89,8	130	Kr	112	blank
24	f		6	7	42	16	1,65	89,8	130	L	114	blank
25	g		6	4	24	16	2,15	87,1	130	Kr	126	blank
26	g		6	4	24	16	2,15	87,1	130	L	124	blank
27	h		6	3	18	16	2,50	88,4	130	Kr	130	blank
28	h		6	3	18	16	2,50	88,4	130	L	134	blank
29	e		6	12	72	16	1,25	88,4	130	Kr	115	Trulay, blank
30	e		6	12	72	16	1,25	88,4	130	L	117	Trulay, blank
31	f		6	7	42	16	1,65	89,8	130	Kr	115	Trulay, blank
32	f		6	7	42	16	1,65	89,8	130	L	117	Trulay, blank
33	i		6	19	114	16	s. Bem.	92,5	s. Bem.	Kr	98	6 × {1 Dr. mit 1,5 mm Dmr., 9 „ „ 0,7 „ „, 9 „ „ 1,2 „ „} mittl. Festigkeit rd. 120 kg/mm² blank
34	i		6	19	114	16	s. Bem.	92,5	s. Bem.	L	104	6 × {1 Dr. mit 1,5 mm Dmr., 9 „ „ 0,7 „ „, 9 „ „ 1,2 „ „} mittl. Festigkeit rd. 120 kg/mm² blank, Trulay
35	c	A 13 DIN 655	6	19	114	13	0,8	57,3	130	Kr	90	blank
36	c		6	19	114	13	0,8	57,3	130	Kr	82	Trulay, blank, Aufbau nach A 13 DIN 655
37	i		6	19	114	13	s. Bem.	54,0	s. Bem.	Kr	80	6 × {1 Dr. mit 1,2 mm Dmr., 9 „ „ 0,55 „ „, 9 „ „ 0,9 „ „} mittl. Festigkeit rd. 120 kg/mm² blank

Der Bau von drei Versuchsmaschinen der gekennzeichneten Art, die Beschaffung weiterer Versuchseinrichtungen und der Versuchsbetrieb wurden in dankenswerter Weise mit Geldmitteln unterstützt, vor allem durch den Verein deutscher Ingenieure, die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit[3]) und in geringerem Umfange durch den Verband der Aufzugsfabrikanten. Zu Dank verpflichtet bin ich der Firma Felten & Guilleaume, Carlswerk, Köln-Mülheim, die zu den systematischen Versuchen die nötigen Drahtseile kostenlos zur Verfügung stellte. Weiter wurden meine Arbeiten gefördert durch die Firma Bopp & Reuther, Mannheim, und die Maschinenfabrik C. Haushahn, Aufzüge und Krane, Stuttgart-Feuerbach. Bei der Konstruktion der Drahtseil-Dauerprüfmaschine unterstützte mich in hervorragender Weise mein bisheriger Konstruktionsingenieur, Dipl.-Ing. *Gerhard Schnibbe*. Bei der Durchführung der mühevollen, Tag- und Nachtarbeit erfordernden Versuche, wirkten mit die Assistenten Dipl.-Ing. *Manfred Wilhelm*, Dipl.-Ing. *Franz Goerke* und Dipl.-Ing. *Ernst Lucas*.

[3]) Das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit hat diese Versuchsarbeiten im Interesse der Allgemeinheit mit Geldmitteln unterstützt. Die Versuche dienen dazu, Grundlagen für die Bemessung von [illegible] und Kranseilen und ihre Normung zu gewinnen.
Die Schriftleitung.

Die Kennzahlen der Versuchseile sind aus Zahlentafel 1 zu ersehen, die Querschnitte zeigen Abb. 4 bis 12.

Die Zugbelastung wurde bei den Versuchen zunächst verhältnismäßig hoch gewählt, um möglichst schnell Einblick in die zu erwartenden Gesetzmäßigkeiten zu gewinnen. Bei den weiteren Dauerversuchen ermöglicht der erhaltene Einblick, sich auf das für die Praxis Wesentlichste zu beschränken, was notwendig erscheint im Hinblick auf die lange Versuchsdauer, die bei den üblichen Betriebsbelastungen zu erwarten ist.

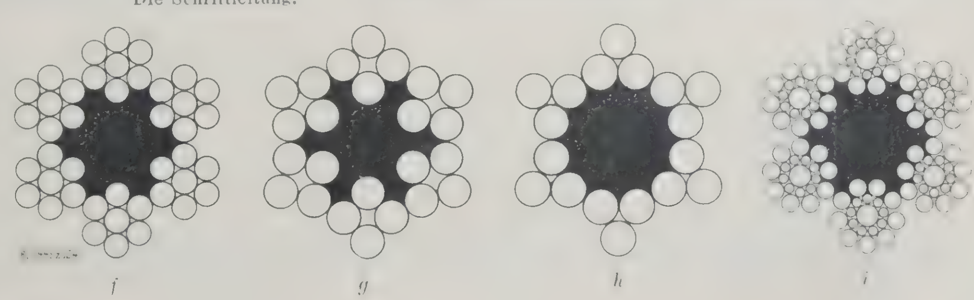


Abb. 4 bis 12 Querschnitte der Versuchsseile *a* bis *i*; vergl. Zahlentafel 1.

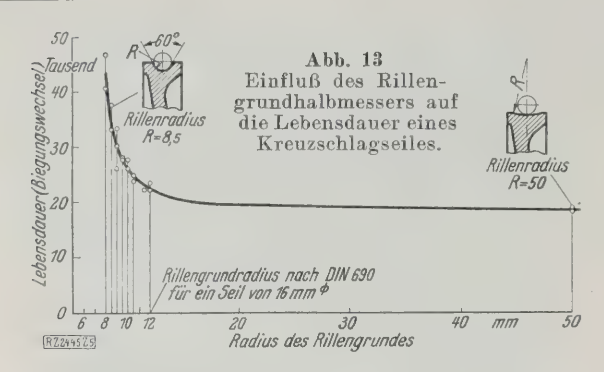


Abb. 13 Einfluß des Rillengrundhalbmessers auf die Lebensdauer eines Kreuzschlagseiles.

Als e i n Biegungswechsel aufgefaßt und gezählt wird bei den folgenden Versuchsreihen die Biegung aus dem gekrümmten in den geraden und wieder in den gekrümmten Zustand zurück.

Versuchsergebnisse

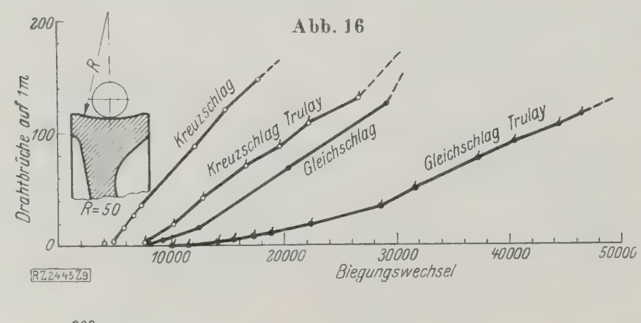
Einfluß des Rillengrundradius

Bei der Verfolgung des Einflusses des Rillengrundradius auf die Lebensdauer eines Drahtseiles wurde ein Kreuzschlagseil A 16 DIN 655 mit 130 kg/mm² Zugfestigkeit bei einer spez. Zugbelastung von 30 kg/mm² auf einer Scheibe von 400 mm Dmr. dem Versuch unterworfen. Abb. 13 zeigt, daß mit zunehmendem Rillengrundhalbmesser die Lebensdauer r a s c h abnimmt, infolge der Zunahme der spez. Pressung zwischen Seil und Scheibe, und daß bei einem Rillengrundradius von 50 mm, d. h. bei praktisch zylindrischer Lauffläche der Scheibe, die Lebensdauer etwa auf die Hälfte absinkt gegenüber satter Auflage des Seiles im Rillengrund. Bei 12 mm Halbmesser des Rillengrundes, der nach DIN 690 für Rillenprofile von Seilscheiben für ein Seil von 16 mm Dmr. zugelassen wird, kann man bereits eine erhebliche Abnahme der Lebensdauer des Seiles feststellen.

Das Gleichschlagseil AL 16 DIN 655, das auf einem Rillengrundradius von 8,5 mm und 50 mm unter denselben Bedingungen der Prüfung unterworfen wurde, ergab einen ähnlichen Abfall der Lebensdauer, vergl. a. Abb. 14. Die Ergebnisse verdeutlichen, welchen erheblichen Einfluß die Gestaltung des Rillengrundes der Scheibe auf die Lebensdauer von Seilen ausübt.

Einige der folgenden Versuchsreihen wurden, um tunlichst die Grenzbedingungen zu erfassen, sowohl mit 8,5 mm als auch mit 50 mm Rillengrundhalbmesser durchgeführt.

Für die weiteren Versuche sind noch andre technisch wichtige Profilformen vorgesehen, außerdem wird der Einfluß des Werkstoffes der Rillen, z. B. Stahl, Stahlguß, Bronze, Holz, Leder und dergl. verfolgt werden.



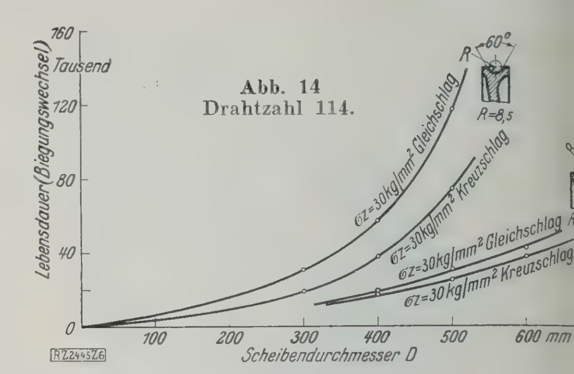


Abb. 14 Drahtzahl 114.

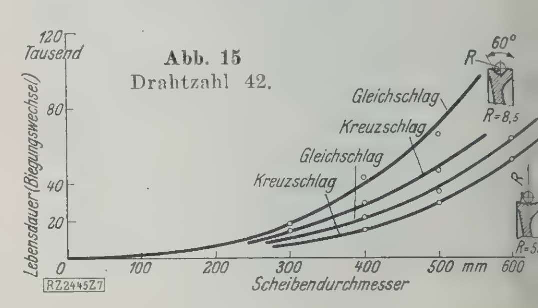


Abb. 15 Drahtzahl 42.

Abb. 14 und 15
Einfluß der Schlagart auf die Lebensdauer vor Gleich- und Kreuzschlagseilen in Abhängigkeit vom Scheibendurchmesser.

Einfluß der Schlagart

Aus Abb. 14 und 15, die in Abhängigkeit vom S bendurchmesser bei einer spez. Zugbelastung von 30 kg/mm² den Einfluß der Schlagart auf die Lebens von Seilen erkennen lassen, geht die Überlegenhei Gleichschlagseiles gegenüber dem Kreuzschlagseil her In Abb. 14 ist ein Kreuzschlagseil A 16 DIN 655 (114-dr mit dem entsprechenden Gleichschlagseil A L 16 DI verglichen, beide haben 130 kg/mm² Zugfesti Abb. 15 enthält den Vergleich 42-drähtiger Seile mit Dmr. und 130 kg/mm² Zugfestigkeit in Kreuz- und G schlag. Die Versuche wurden auf Scheiben mit grundhalbmesser von 8,5 mm und 50 mm ausgeführ

Die Lebensdauer der Seile beider Schlagarten sich, wie zu erwarten, bei 50 mm Rillengrundhalbm doch geht auch hierbei, was für die Praxis wicht scheint, die Überlegenheit des Gleichschlagseiles verloren, trotz des den Vorzug des Gleichschlag verwischenden Einflusses der hohen Pressung zwi Seil und Scheibe.

Abb. 16 bis 19 verdeutlichen für die oben angef Seile mit Drahtzahlen von 114 und 42 den langsamere stieg des Zerstörungsverlaufs (Drahtbrüche auf 1 m länge in Abhängigkeit von den Biegezahlen) beim G schlagseil, gegenüber dem Kreuzschlagseil, bei einem bendurchmesser von 500 mm und bei Rillengrundhal sern von 8,5 mm und 50 mm.

Auch bei den folgenden Versuchsreihen wurden G und Kreuzschlagseile gefahren; man erkennt immer die Überlegenheit des Gleichschlagseiles.

[4]) Diese Versuchsergebnisse bestätigen die in der Zeitschri schinenbau" Bd. 3 (1924) S. 763 von mir auf Grund von Versuche gesprochene Ansicht von der Überlegenheit der Gleichschlagse

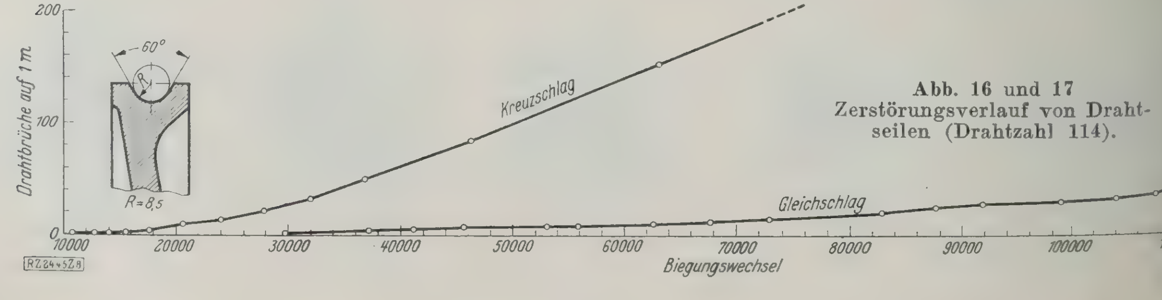


Abb. 16 und 17
Zerstörungsverlauf von Drahtseilen (Drahtzahl 114).

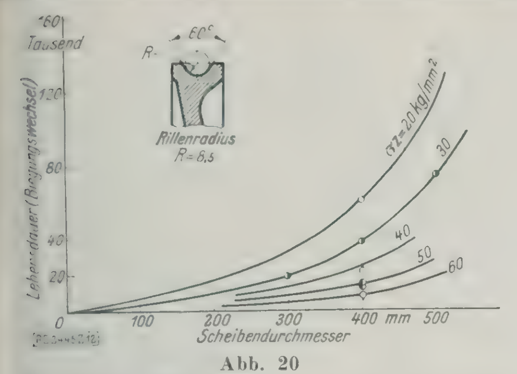


Abb. 20
Einfluß der Seilbelastung auf die Lebensdauer eines Kreuzschlagseiles in Abhängigkeit vom Scheibendurchmesser.

Einfluß der Seilbelastung

Abb. 20 zeigt in Abhängigkeit vom Scheibendurch-
…er den Verlauf der Lebensdauer eines Kreuzschlag-
…is (A 16 DIN 655, Zugfestigkeit 130 kg/mm²), bei
…rr spez. Seilbelastung σ_z von 20 bis 60 kg/mm². Für
…mm Scheibendurchmesser ist für das gekennzeichnete
… der Zusammenhang zwischen σ_z und der Lebens-
…r in Abb. 1 wiedergegeben. Abb. 1 und 20 ver-
…lichen das rasche Absinken der Lebensdauer mit zu-
…ender Seilbelastung[5]).

Seildehnung beim Dauerbiegeversuch

Abb. 21 gibt für ein Kreuzschlagseil A 16 DIN 655 und
…Gleichschlagseil A L 16 DIN 655 von je 130 kg/mm²
…festigkeit bei einer Seilbelastung σ_z von 30 kg/mm²
… während des Dauerbiegeversuchs gemessene Seil-
…ung in Abhängigkeit von der Anzahl der Biegungs-
…sel wieder. Diese Schaulinien lassen erkennen, daß
… kurzer Betriebzeit, d. h. nach verhältnismäßig
…ig Biegungswechseln, das Seil bezüglich seiner Deh-
… sich in einen gewissen Beharrungszustand ein-
…lt. Kurz vor dem Bruch nimmt aber, entsprechend
… — äußerlich nicht immer wahrnehmbaren[6]) — Zer-
… des Seiles die Dehnung verhältnismäßig schnell zu.
…ses Warnungszeichen vor dem drohenden Bruch, die
…he Zunahme der Seildehnung, sollte in der Praxis
…t übersehen werden.

…fluß der Drahtdicke und Drahtzahl auf die Lebensdauer von Drahtseilen

Bei den in Abb. 22 bis 25 niedergelegten Versuchs-
…en wurde unternommen, Einblick in den Einfluß der
…htdicke und Drahtzahl auf die Lebensdauer von
…en zu gewinnen, und zwar sowohl bei Kreuzschlag
… auch bei Gleichschlag, für Rillengrundhalbmesser von
… mm und 50 mm. Nach Lösung dieser Aufgabe wird es
…lich sein, der Praxis das für einen bestimmten Scheiben-
…chmesser günstigste Seil anzugeben.

Die dem Versuch bei einer spez. Seilbelastung σ_z von
…kg/mm² unterworfenen Seile von gleichem Seildurch-
…ser (16 mm) und gleicher Drahtfestigkeit (130 kg/mm²)
…ten Drahtzahlen i von 366 bis 18 und Drahtdicken δ von
… mm bis 2,5 mm. Die in Abhängigkeit von der Draht-
…ke in Abb. 22 bis 25 aufgetragenen Lebensdauern der
…le zeigen bei einer bestimmten Drahtdicke bzw. Draht-
…l eine größte Lebensdauer, und zwar prägt sich im
…ßen ganzen dieser Höchstwert an Lebensdauer bei zu-
…mender Scheibengröße von 300 mm bis 500 mm (Rillengrundhalbmesser 8,5 mm) und von 400 mm bis 600 mm (Rillengrundhalbmesser 50 mm) deutlicher aus.

[5]) Vergl. a. *Benoit:* „Die Drahtseilfrage"; Karlsruhe i. B. 1915, S. 110
… 37.

[6]) Vergl. den von *Benoit* geschilderten Fall in „Die Drahtseilfrage",
… 36, Anmerkung.

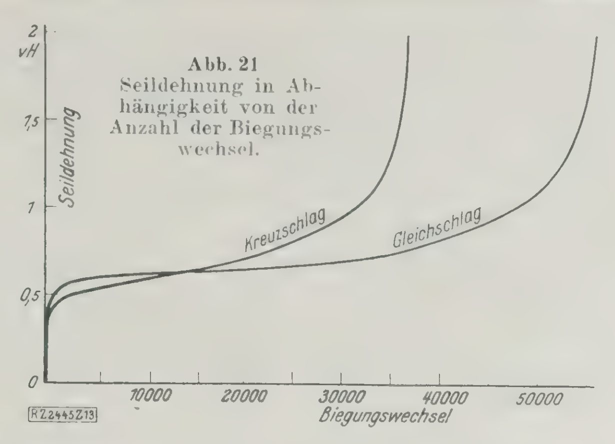


Abb. 21
Seildehnung in Abhängigkeit von der Anzahl der Biegungswechsel.

Im vorliegenden Fall kann als das überlegenste Seil mit Kreuzschlag bei 500 mm Scheibendurchmesser und 8,5 mm Rillengrundradius das 114drähtige Seil mit 1 mm Drahtdicke angesprochen werden.

Beim Gleichschlagseil kennzeichnet sich das 114drähtige Seil mit 1 mm Drahtdicke schon von einem Scheibendurchmesser von 300 mm an als das günstigste.

Bei 50 mm Rillengrundhalbmesser sinkt naturgemäß die Lebensdauer der Seile im Vergleich zu den Versuchsreihen bei passendem Rillengrund. Der Höchstwert verschiebt sich in Richtung der zunehmenden Drahtdicke, vergl. Abb. 23 und 25, weil das Seil mit dickeren Drähten der bei der flachen Rille auftretenden ungünstigeren Pressung eher zu widerstehen vermag. Das 42drähtige Seil mit 1,65 mm Drahtdicke zeigt sich im Vorteil, und zwar bei Kreuzschlag von 500 mm, bei Gleichschlag von 400 mm Scheibendurchmesser an.

Wenn bei Lastenseilbahnen, wo zwar das Seil die Tragrollen nicht umschlingt, 42drähtige Seile als Zugseile verwendet werden, so erscheint ein solches Vorgehen nach diesen Versuchsergebnissen sinngemäß, da ja auch dort die auf der Strecke befindlichen Tragrollen große Rillenauskehlungen haben.

Beachtenswert dürfte bei den vorliegenden Versuchsreihen ferner der jähe Abfall der Lebensdauer bei den 84- und 72drähtigen Seilen sein, der sich sowohl bei der Versuchsreihe mit 8,5 mm als auch mit 50 mm Rillengrundhalbmesser zeigt. Das ungünstige Verhalten dieser Seile ist vermutlich in ihrem Aufbau, Abb. 7 und 8 (*d*, *e*), begründet. Der in Abb. 22 gestrichelt eingetragene Linienzug für 500 mm Scheibendurchmesser läßt das besondere Verhalten des 84- und des 72drähtigen Seiles auch bei entsprechendem Drahtseilwerkstoff andrer Herkunft erkennen. Bei weiteren Versuchen wird dieser Erscheinung besondere Beachtung zu schenken sein, da 84- und 72drähtige Seile auch als Zugseile von Personen-Seilschwebebahnen Verwendung gefunden haben.

Einfluß des Rollenverhältnisses

Bei Zugrundelegung eines bestimmten Verhältnisses $\frac{D}{\delta}\left(\frac{\text{Scheibendurchmesser}}{\text{Drahtdicke}}\right)$ für die Bemessung des Scheiben- oder Trommeldurchmessers wird in der Praxis und in Lehrbüchern stillschweigend die Voraussetzung gemacht, daß die Inanspruchnahme von Seilen beliebigen Aufbaues und verschiedener Schlagart im Betrieb infolge

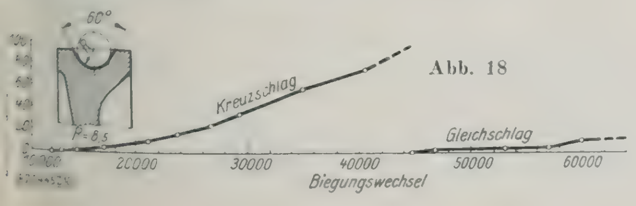


Abb. 18

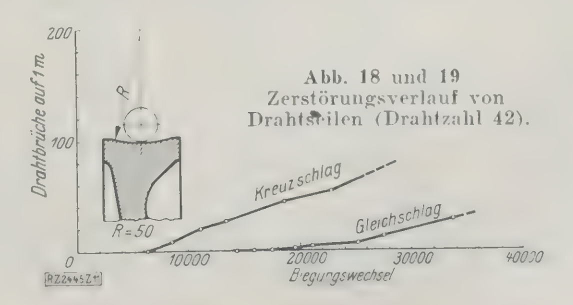


Abb. 18 und 19
Zerstörungsverlauf von Drahtseilen (Drahtzahl 42).

des Laufes über die Scheiben oder auf die Trommel bei gleichem $\frac{D}{\delta}$ dieselbe sei. Es wird angenommen, damit dem Zusammenhang zwischen Scheibendurchmesser und Drahtdicke und der Inanspruchnahme des Seiles beim Umbiegen Rechnung getragen zu haben.

Um in den Zusammenhang zwischen dem Rollenverhältnis $\frac{D}{\delta}$ und der Lebensdauer von Seilen verschiedener Drahtdicke und Drahtzahl Einblick zu gewinnen, wurden die Lebensdauern solcher Drahtseile in Kreuz- und Gleichschlag, von gleicher Drahtfestigkeit (130 kg/mm²) und gleichem Seildurchmesser (16 mm), die bei 30 kg/mm² spez. Zugbelastung und mit Rillengrundhalbmessern von 8,5 mm und 50 mm gefahren worden waren, in Abhängigkeit vom Rollenverhältnis $\frac{D}{\delta}$ aufgetragen, Abb. 26 bis 29.

Die vorliegenden Versuchsergebnisse zeigen, daß bei einem bestimmten Verhältnis $\frac{D}{\delta}$ die Seile eine weitgehend verschiedene Inanspruchnahme bzw. Lebensdauer aufweisen. Wäre die Auswirkung des Rollenverhältnisses $\frac{D}{\delta}$ für jedes Seil gleich, so müßte an Stelle der Kurvenscharen in Abb. 26 bis 29 jeweils ein einziger Linienzug auftreten. Das Rollenverhältnis $\frac{D}{\delta}$ ist eben nicht *allein* maßgebend für die Bewährung von Seilen. Die Schlagart, der Seilaufbau und andres sind von wesentlichem Einfluß. Wie unterschiedlich die Wirkung des Rollenverhältnisses auf die Lebensdauer verschiedener Seile sein kann, geht aus Abb. 26 hervor (Kreuzschlag, Rillengrundhalbmesser 8,5 mm), wonach z. B. die Lebensdauer des 366dräh[…] Seiles mit $\delta = 0{,}56$ mm bei einem Rollenverhältn[…] $= 900$ dieselbe ist (56 000 Biegungswechsel) wie […]jenige des 42drähtigen Seiles mit $\delta = 1{,}65$ mm bei […] Rollenverhältnis $\frac{D}{\delta} = 340$. Noch ausgesprochener […] die bezüglichen Verhältnisse in Abb. 27 (Kreuzs[…] Rillengrundhalbmesser 50 mm). Hier ist sogar be[…] genannten Seilen die Lebensdauer die gleiche (32 00[…] gungswechsel) bei einem Rollenverhältnis $\frac{D}{\delta} = 1070$ […] $\frac{D}{\delta} = 310$. Dem entsprechen auch die Ergebnisse bei G[…]schlag.

Die bis vor kurzem für die Berechnung von A[…]seilen behördlich vorgeschriebene Gleichung drängt[…] dünndrähtige Seile hin, die sich, wie die Versuche bis[…] zeigen, als unzweckmäßig erweisen. Bei der Ent[…]lung der deutschen Seile im Sinne der zweckmäßig[…] mit dickeren Drähten in der Decklage der Litzen[…] gestatteten, amerikanischen Aufzugseile, war die deu[…] Drahtseilindustrie behördlich gehemmt. Auch […] kennzeichnet im Hinblick auf Schachtförderseile[…] Grund seiner Erfahrungen den Nachteil hoher D[…]zahlen bzw. geringer Drahtdicke[7]).

In Abb. 26 bis 29 zeigt sich wieder, daß eine[…] stimmten Rollendurchmesser ein Seil mit größter Le[…]dauer zugeordnet ist.

Zur Klärung des Einflusses des Rollenverhältn[…] im Zusammenhang mit der Drahtdicke bzw. Drah[…] werden die Versuche noch ausgedehnt auf Seile mit[…]schiedenem Durchmesser und mit geometrisch ähnli[…] Querschnitt.

Einfluß der Drahtfestigkeit

Für die Fördertechnik ist es wichtig, zu wisse[…] eine Zunahme der Drahtseilfestigkeit eines Seile[…] sonst gleichen Verhältnissen eine entsprechende Zun[…] der Lebensdauer in sich schließt bei gle[…] spez. Seilbelastung.

Weiter drängt sich die Frage au[…] bei gleicher Sicherheit auf Zug, d. h[…] einer mit der Zugfestigkeit wachse[…] Seilbelastung die Lebensdauer von S[…] gleichen Aufbaues dieselbe ist.

[7]) Z. Bd. 72 (1928) S. 345.

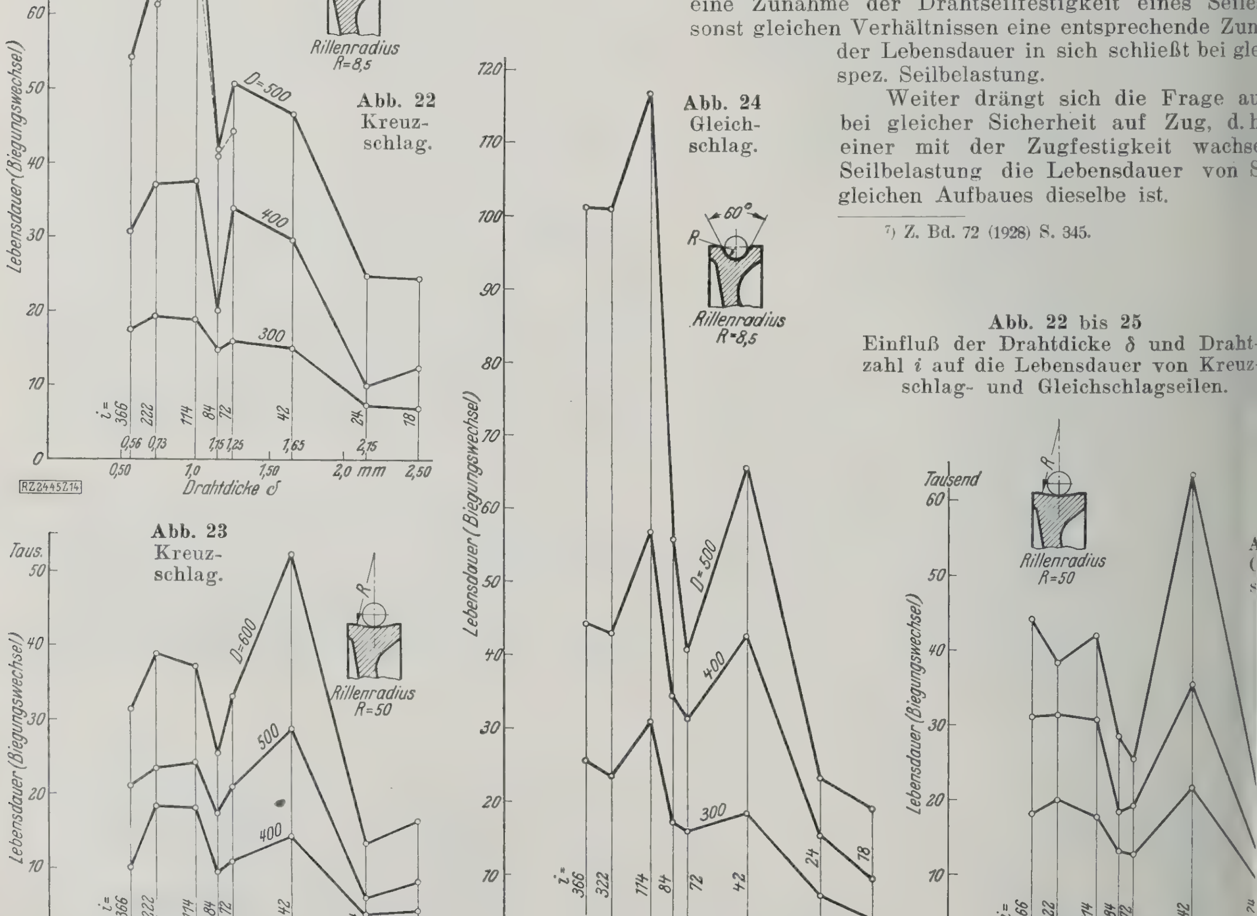


Abb. 22 Kreuzschlag.

Abb. 23 Kreuzschlag.

Abb. 24 Gleichschlag.

Abb. 22 bis 25
Einfluß der Drahtdicke δ und Drahtzahl i auf die Lebensdauer von Kreuzschlag- und Gleichschlagseilen.

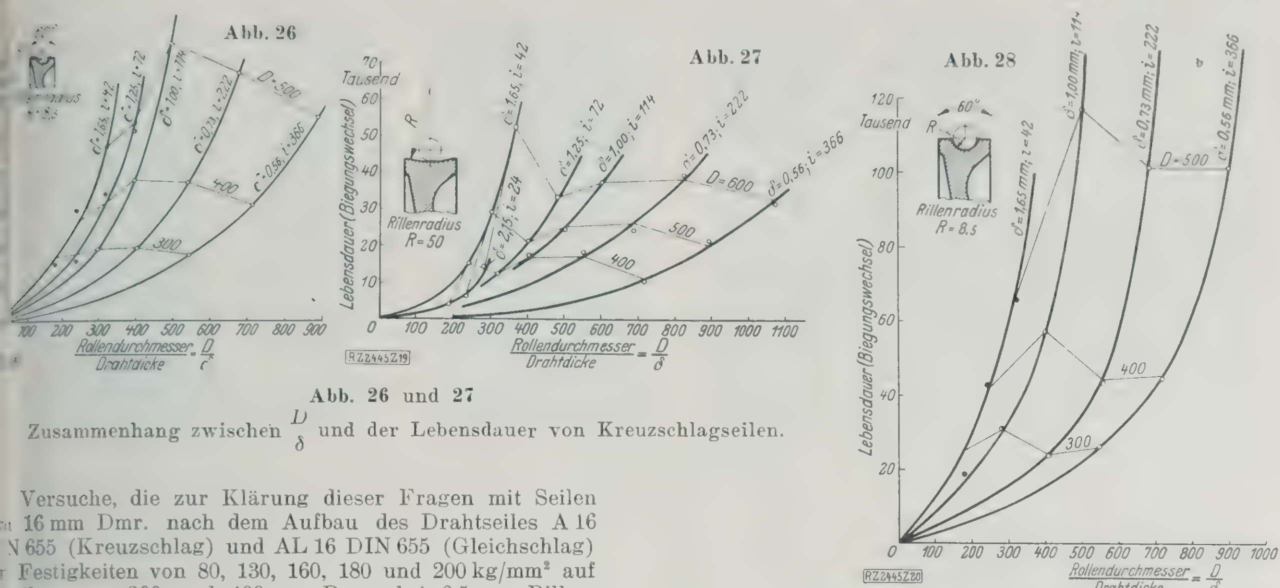


Abb. 26 und 27

Zusammenhang zwischen $\frac{D}{\delta}$ und der Lebensdauer von Kreuzschlagseilen.

Versuche, die zur Klärung dieser Fragen mit Seilen v. 16 mm Dmr. nach dem Aufbau des Drahtseiles A 16 I N 655 (Kreuzschlag) und AL 16 DIN 655 (Gleichschlag) n Festigkeiten von 80, 130, 160, 180 und 200 kg/mm² auf Steiben von 300 und 400 mm Dmr., bei 8,5 mm Rillengrundhalbmesser durchgeführt wurden, haben zu den in Abb. 30 und 31 niedergelegten Ergebnissen geführt. Abb. 30, d die Ergebnisse der Versuche mit gleicher spez. Belastung (30 kg/mm²) wiedergibt, läßt erkennen, daß die Lebensdauer der Zunahme der Drahtfestigkeit nicht fgt, obgleich die Seile mit zunehmender Festigkeit rechnerisch im Vorteil sind. Die Seile mit hochfesten Drähten erweisen sich in ihrer Lebensdauer den Seilen mit 1) kg/mm² Zugfestigkeit nicht oder nicht wesentlich ·rlegen.

Abb. 31 gibt die Versuchsergebnisse wieder bei gleichbleibender Sicherheit (4,33) auf Zug. Hierbei sinkt, wie nach den Ergebnissen in Abb. 30 zu erwarten ist, die Lebensdauer mit zunehmender Drahtfestigkeit. Die Seile mit Drähten von 130 kg/mm² scheinen nach den bisherigen Versuchen sich günstig zu verhalten.

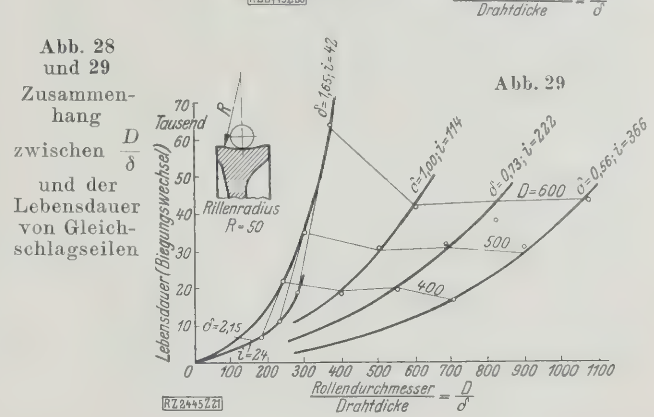


Abb. 28 und 29 Zusammenhang zwischen $\frac{D}{\delta}$ und der Lebensdauer von Gleichschlagseilen

Zusammenhang zwischen der Anzahl der Biegungswechsel und der Abnahme der Tragkraft eines Seiles

Das Seil ist ein Organ, das im Laufe des Betriebes seinen ursprünglichen Sicherheitsgrad verliert. Abb. 32 zeigt den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Biegungswechsel und der Abnahme der Tragkraft eines Kreuzschlagseiles A 16 DIN 655 (130 kg/mm² Zugfestigkeit), und zwar für verschiedene spez. Seilbelastungen von $\sigma_z = 20$ bis 60 kg/mm² bei 400 mm Scheibendurchmesser und 8,5 mm Rillengrundhalbmesser.

Die Seile wurden jeweils nach einer bestimmten Anzahl von Biegungswechseln zerrissen, um die Resttragkraft bzw. die Abnahme der Tragkraft festzustellen.

Für die Linie $\sigma_z = 20$ kg/mm² ist in Abb. 32 für eine Reihe von Versuchspunkten der Zerstörungszustand der Seile von vorn und von der Seite gesehen, wiedergegeben.

Die entsprechende Versuchskurve für das Gleichschlagseil A L 16 DIN 655 und für eine spez. Seilbelastung von $\sigma_z = 30$ kg/mm² gibt Abb. 33 wieder. Auch hier ist der Zerstörungsgrad der Seile festgehalten.

Der Vergleich zwischen den beiden Linien für $\sigma_z = 30$ kg/mm² in den Abb. 32 und 33 für Kreuz- und Gleichschlag läßt erkennen, daß die Abnahme an Tragkraft beim Gleichschlagseil wesentlich l a n g s a m e r erfolgt als beim entsprechenden Kreuzschlagseil.

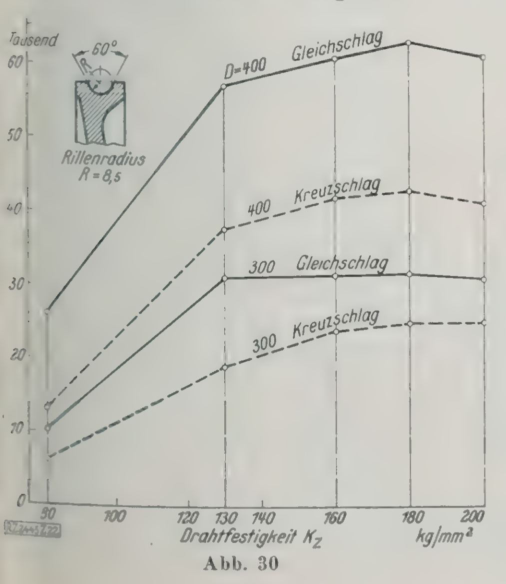
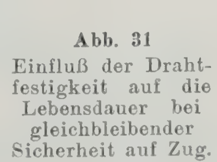


Abb. 30

Abb. 30 Einfluß der Drahtfestigkeit auf die Lebensdauer bei gleicher spez. Seilbelastung.


Abb. 31 Einfluß der Drahtfestigkeit auf die Lebensdauer bei gleichbleibender Sicherheit auf Zug.

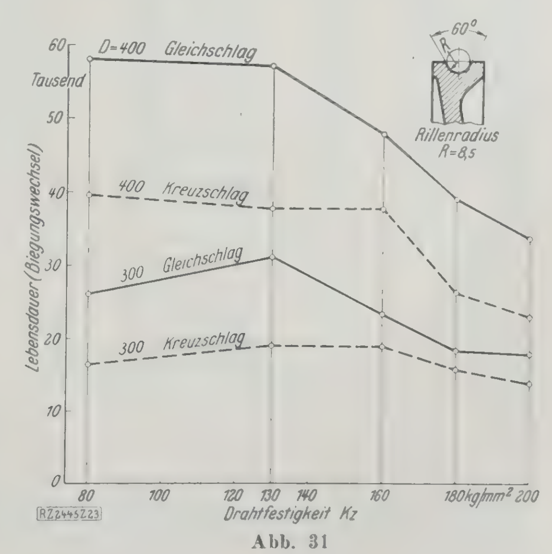


Abb. 31

Zusammenhang zwischen der Anzahl der Drahtbrüche und der Abnahme der Tragkraft eines Seiles

In Abb. 34 ist für das Kreuzschlagseil A 16 DIN 655 (Zugfestigkeit 130 kg/mm²) der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Drahtbrüche auf 1 m Seillänge und der Abnahme der Tragkraft des Seiles veranschaulicht. Für das dem Versuch unterworfene Seil zeigte sich ein praktisch linearer Verlauf der Abnahme der Tragkraft. Einer gewissen Drahtbruchzahl entsprach eine bestimmte Abnahme der Tragkraft, gleichgültig mit welcher spez. Zugbelastung ($\sigma_z = 20$ bis 50 kg/mm²) das betreffende Seilstück gefahren worden war.

Die beigefügten Schaubilder halten den Zustand des Seiles fest, damit der Seilprüfer neben der Drahtbruchzahl ein Vergleichsbild für die aus dem Zerstörungsgrad eines Seiles zu schätzende Abnahme an Tragkraft erhält.

Es ist zu hoffen, daß es auf Grund derartiger Versuchsdiagramme in Zukunft möglich sein wird, Seile rechtzeitig, nicht zu spät, d. h. bei schon drohender Bruchgefahr, aber auch nicht unwirtschaftlich voreilig, abzulegen.

Weitere derartige Versuchsreihen sind in Aussicht genommen mit Seilen, die infolge Gegenbiegung auf zwei gegenüberliegenden Laufflächen Drahtbrüche aufweisen, und mit solchen, die durch Lauf in verschiedenen Ebenen oder durch Drehung ringsum Drahtbrüche zeigen. Ferner werden die Versuche auf Seile verschiedener Drahtzahl und Schlaglänge bei wechselndem Seildurchmesser ausgedehnt.

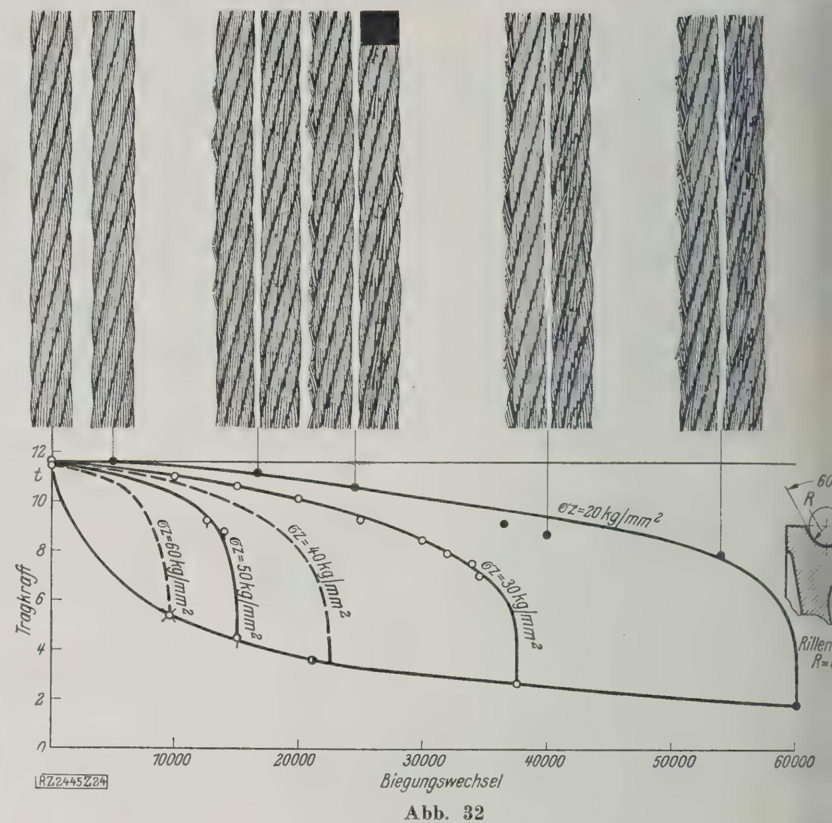


Abb. 32
Zusammenhang zwischen der Anzahl der Biegungswechsel und der Abnahme der Tragkraft eines Kreuzschlagseiles.

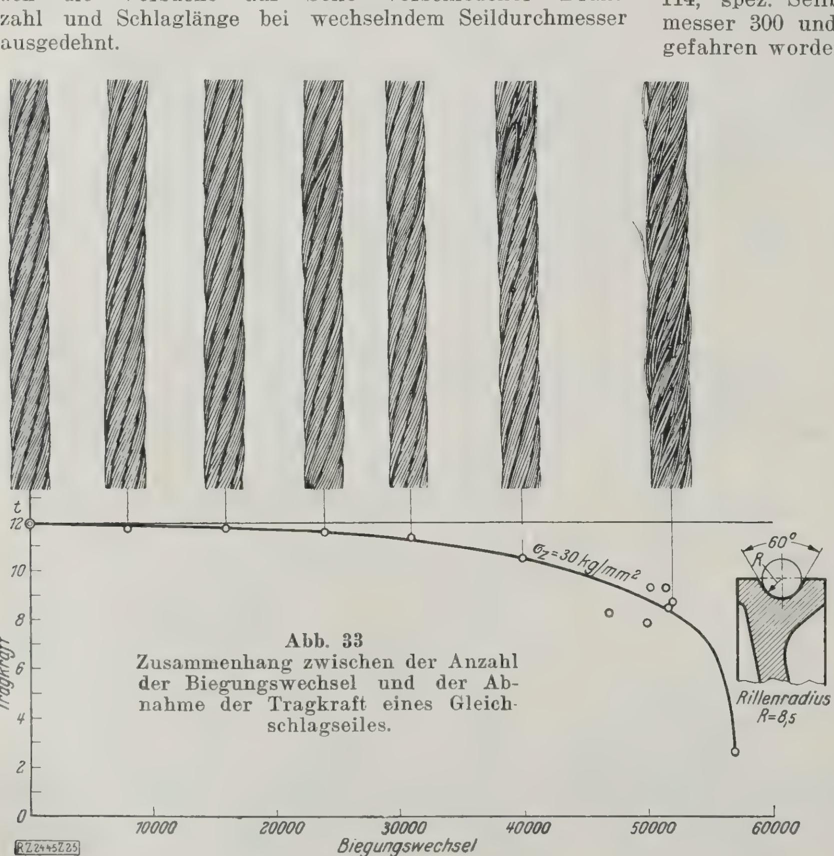


Abb. 33
Zusammenhang zwischen der Anzahl der Biegungswechsel und der Abnahme der Tragkraft eines Gleichschlagseiles.

Vergleich der Lebensdauer nominell gleichwertiger Drahtseile

Die in Abb. 35 eingetragenen Lebensdauerwerte nominell gleichwertigen Drahtseilen, die unter gleic Versuchsbedingungen (Seildurchmesser 16 mm, Drahtz 114, spez. Seilbelastung $\sigma_z = 30$ kg/mm², Scheibendu messer 300 und 400 mm, Rillengrundhalbmesser 8,5 m gefahren worden waren, sind in Abhängigkeit vom Sc bendurchmesser aufgetragen. Die S *k, l, m, n, o, p, r, s, t, u, v* und *w* ha einen Aufbau nach A 16 DIN (130 kg/mm²) oder A L 16 DIN (130 kg/mm²), während die Seile *q* *x* eine aus dickeren Drähten bestehe Decklage in den Litzen gemäß Abb (*i*, vergl. a. Zahlentafel 1, Nr. und 34) aufweisen.

Mit Ausnahme des Seiles *q*, am kanischer Fertigung, sind die geke zeichneten Seile deutsche Seile versc dener Herkunft. Diese Seile sind Lebensdauer dem hochwertigen am kanischen Aufzugseil *q* teils un legen, teils gleichwertig, teils üb treffen sie es. Auch die Zusamm stellung, Abb. 36, die bei entsprech den Versuchsbedingungen einen V gleich zweier deutscher Seile 13 mm Dmr. mit einem vorzüglic amerikanischen Aufzugseil von 13 Dmr. (*y*) wiedergibt, zeigt die Üb legenheit eines deutschen Seiles.

Bei den Seilen *q* und *x* mit 16 Dmr. und analog bei dem Seil *y* 13 mm Dmr. haben die Drahtlagen den Litzen gleiche Schlaglängen, w rend die Vergleichseile gleiche Fle winkel der Drahtlagen in den Lit aufweisen.

Abb. 35 und 36 verdeutlichen günstigem Einfluß der Vorform

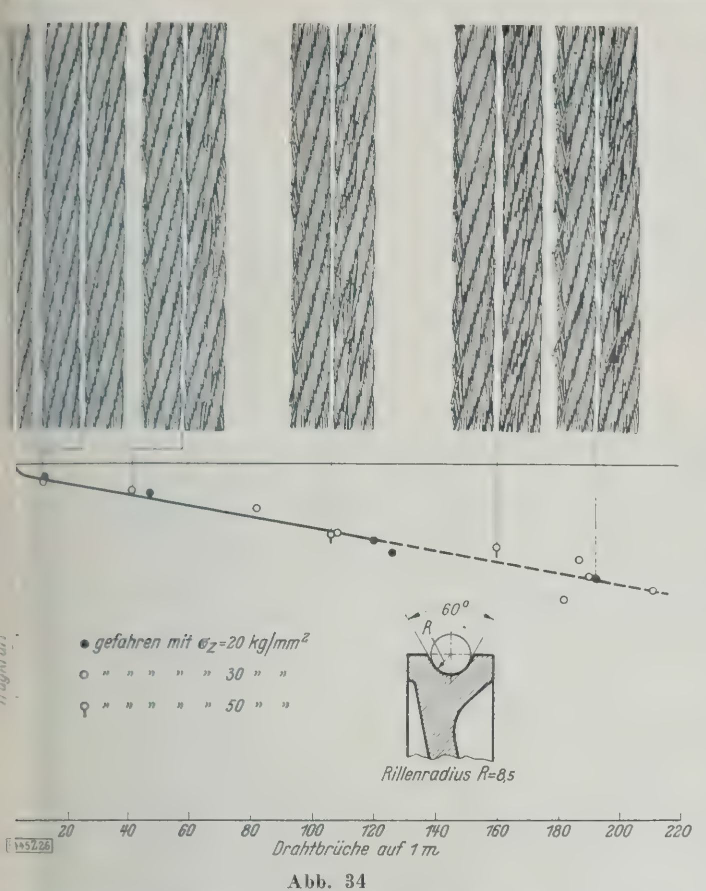


Abb. 34
Zusammenhang zwischen der Anzahl der Drahtbrüche auf 1 m und der Abnahme der Tragkraft eines Kreuzschlagseiles.

dr Verseilung im Gleichschlag und der Verwendung ckerer Drähte in den Decklagen der Litzen. Ferner heint die Anordnung gleicher Schlaglängen der Drahtlzen in den Litzen sich günstig auszuwirken.

Einfluß der Verzinkung

Aus Abb. 35 ist auch noch ersichtlich, daß die Lebensuer des verzinkten Seiles (*n*, *u*) nicht unter, sondern was über derjenigen des entsprechenden blanken Seiles gt, in Übereinstimmung mit meinem Hinweis in der itschrift „Maschinenbau" Bd. 3 (1924) S. 770, Fußmerkung 21. Die Verzinkung der Versuchseile war rzüglich. Weitere Versuche mit verzinkten Seilen andrer rkunft sind in Aussicht genommen.

In der Praxis wird entgegen diesen Ergebnissen meist genommen, daß sich das verzinkte Seil, verichen mit dem Seil aus blanken Drähten, genüber Umbiegungen ungünstiger rhalte. Die günstige Wirkung der Verkung läßt sich aus einer Schmierwirkung s Zinks und vielleicht auch aus einem rgüten des Drahtes beim Verzinkungsrgang erklären.

Hinzuweisen ist in diesem Zusammenng auf die Beobachtung von *Sieglerhmidt*[8]) bei Versuchen im Staatlichen aterialprüfungsamt Berlin-Dahlem, wonach rzinkte und blanke Seildrähte keine wesenthen Unterschiede in den Festigkeitseigenhaften aufzuweisen scheinen. Meine Verchsergebnisse stimmen mit dieser Beobltung bei den Zerreiß- und Dornbiegeoben überein. Ich fand jedoch einen erblichen Unterschied zuungunsten des vernkten Drahtes bei den Verwindeproben. ieses ungünstige Ergebnis der Verwindeobe bei den Drähten steht im Gegensatz zu der Bewährung der aus diesen Drähten geschlagenen Seile, denn die oben erwähnten Drahtseil-Dauerversuche ergaben ein günstiges Verhalten der verzinkten Seile.

Seile mit vorgeformten Drähten (Trulay-Seile)

Abb. 16 und 35 bis 37 zeigen, daß die Vorformung der Drähte bzw. Litzen für die Lebensdauer von Seilen eine günstige Wirkung hat. Die Vergleichseile in Abb. 37 mit 16 mm Seildurchmesser, 130 kg/mm² Zugfestigkeit, mit Drahtzahlen von 114, 72 und 42 sowie Drahtdicken von 1, 1,25 und 1,65 mm wurden auf einem Scheibendurchmesser von 500 mm mit 8,5 mm und 50 mm Rillengrundhalbmesser gefahren. Abb. 16 verdeutlicht für das genannte 114drähtige Seil im Kreuz- und Gleichschlag bei Trulay-Ausbildung den langsameren Anstieg des Zerstörungsverlaufs (Drahtbrüche auf 1 m Seillänge) gegenüber den entsprechenden gewöhnlichen Seilen.

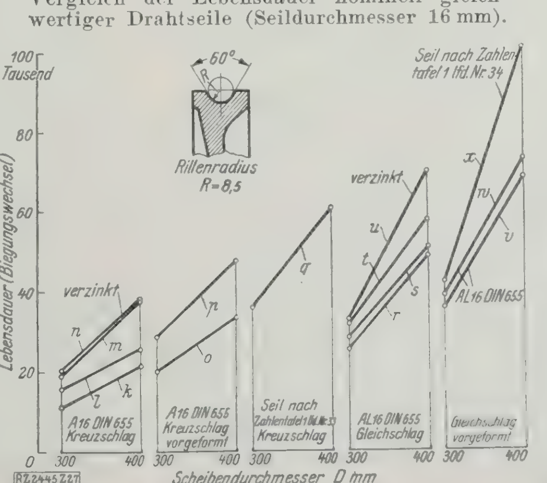
Die günstige Wirkung der Vorformung auf die Lebensdauer verliert sich nach den bisherigen Versuchen mit zunehmender Drahtdicke, was sich daraus erklären läßt, daß die bei der Verflechtung auftretende Verformung der Drähte bei grobdrähtigeren Seilen das Seil bereits angenähert in einen Trulay-Zustand versetzt. Die Seile mit vorgeformten Drähten haben neben einer gewissen Erhöhung der Lebensdauer den Vorteil, daß sie drallfrei und deshalb beim Einbau und im Betrieb bequemer zu handhaben sind als gewöhnliche Seile. Besonders für die Gleichschlagseile, die an sich schon eine günstigere Lebensdauer aufweisen und deren Verwendung in gewöhnlicher Ausführung wegen des starken Dralles beschränkt ist, hat die Trulay-Ausbildung große Bedeutung. Die Trulay-Seile ergeben jedoch eine weniger sichere Spleißstelle, verglichen mit gewöhnlichen Seilen, infolge der fehlenden, die Reibung erhöhenden federnden Wirkung der vorgeformten Drähte und Litzen.

Einfluß der Gegenbiegung (S-Biegung)

Auch der praktisch wichtige Fall der Gegenbiegung (krumm — gerade — entgegengesetzt krumm) wurde in den Bereich der Untersuchungen gezogen. Es zeigte sich bis jetzt bei einem Kreuzschlagseil A 16 DIN 655 (Zugfestigkeit 130 kg/mm², spez. Seilbelastung $\sigma_z = 30$ kg/mm², Scheibendurchmesser 500 mm) eine Abnahme der Lebensdauer um etwa 25 vH, verglichen mit dem in gleichem Sinn (krumm — gerade — krumm) gebogenen

Abb. 36 (rechts)
Vergleich der Lebensdauer nominell gleichwertiger Drahtseile (Seildurchmesser 13 mm).

Abb. 35
Vergleich der Lebensdauer nominell gleichwertiger Drahtseile (Seildurchmesser 16 mm).



150 Tausend
60°
R
R = 7,0
100
50
0
Lebensdauer (Biegungswechsel)
Trulay / Aufbau nach A 13 DIN 655
Seil nach Zahlentafel 1 lfde. Nr. 37
A 13 DIN 655
300 mm 400
Scheibendurchmesser

[8]) Z. Bd. 71 (1927) S. 520.

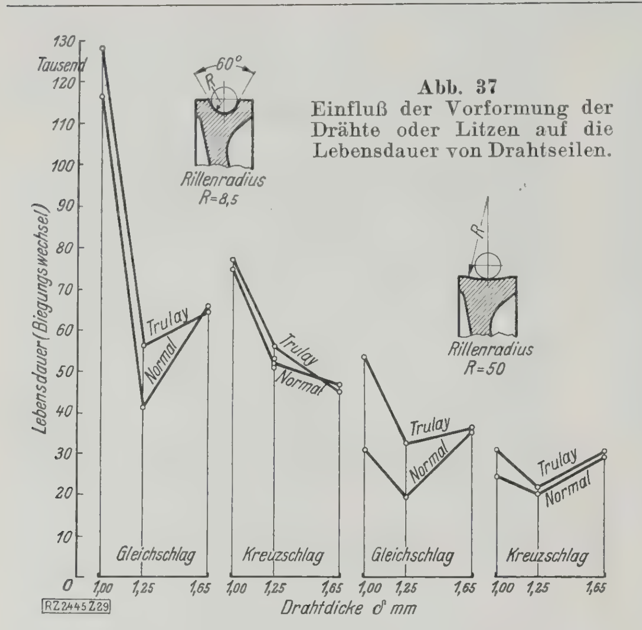


Abb. 37 Einfluß der Vorformung der Drähte oder Litzen auf die Lebensdauer von Drahtseilen.

Seil. Bei dem entsprechenden Gleichschlagseil A L 16 DIN 655 betrug die Abnahme der Lebensdauer bei den gleichen Betriebsbedingungen etwa 40 vH.

Chemische Analyse des Seildrahtwerkstoffes

Wenn zuweilen die Meinung ausgesprochen wird, daß an der Hand von Seildrahtanalysen auf die Bewährung von Seilen geschlossen werden könne, so habe ich auf Grund des Vergleichs, den die Dauerversuche ermöglichen, diese Ansicht bisher nicht bestätigt gefunden. Jene Meinung entstand wohl durch Betriebsbeobachtungen, die, wie in der Einleitung bereits bemerkt, kein sicheres Urteil zulassen.

Ein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung (C, Si, Mn, P, S, Cu) der Seildrähte und der Lebensdauer von Seilen ließ sich trotz vieler Vergleichsversuche bis jetzt nicht gewinnen. Nur weitere umfassende, planmäßige Versuche können bei dieser so verwickelten Sonderaufgabe Aufklärung erhoffen lassen.

Der chemische Aufbau des Rohstoffes ist gewissermaßen als „Erbgut" des Drahtes anzusehen und ist somit von nicht zu verkennender Bedeutung. Durch „Erziehung" des Rohstoffes vom Knüppel bis zum fertigen Draht durch den Walz- und Ziehvorgang und durch die Wärmebehandlung wird die Auswirkung des „Erbgutes" bei der Verwendung des Drahtes im Seil wesentlich beeinflußt. Dazu tritt überlagernd der stark in die Erscheinung tretende Einfluß der Verseilung, des Seilaufbaues und der Schlagart, schließlich auch der Faserstoffeinlage und des Tränkungs- oder Schmiermittels auf das Verhalten des Drahtes im Seil, auf die Bewährung des Seiles im Betriebe.

Die Lösung der Aufgabe, einen gewissen Zusammenhang zwischen Analyse und Lebensdauer bei Drahtseilen zu finden, erscheint demnach bei der Vielzahl der gekennzeichneten Veränderlichen als recht verwickelt und kostspielig. Ihre Lösung ist aber eine wirtschaftliche Notwendigkeit.

Dornbiege-, Verwinde- und Zerreißproben

Der Dauerversuch mit Drahtseilen erfaßt im Gegensatz zu den üblichen Kurzproben (Dornbiege-, Verwinde- und Zerreißproben) das Verhalten des Drahtes im verseilten Zustand unter den Bedingungen, unter denen der Seildraht im Betrieb zu arbeiten gezwungen ist (Kerbwirkung, Verschleiß, Reibung, Pressung zwischen den Seildrähten und der Scheibe usf.). Diese Kurzproben mit Drähten reichen nicht zur Beurteilung der Bewährung von Seilen im Betriebe aus, worauf ich bereits im „Maschinenbau" Bd. 3 (1924) S. 765 hinwies. Man ist, wie *Herbst*[9]) sagt, nicht in der Lage, auf Grund guter Ergebnisse dieser Prüfungen eine gute Bewährung des Seiles gewährleisten zu können, auch wenn diese Prüfungen durch chemische Analysen und metallographische Untersuchungen ergänzt werden. Meine Versuche bestätigen diese Erfahrung.

[9]) Z. Bd. 72 (1928) S. 349.

Zusammenfassung

Die Notwendigkeit von Dauerversuchen zur Klä
der Drahtseilfrage, zur Schaffung von Berechnungsgr
lagen für Drahtseile ist auf Grund der Versuchsre
nachgewiesen. Die vorliegenden Teilergebnisse, die
naturgemäß nur auf die untersuchten Seile bezie
klären bereits ein gewisses Vorfeld auf und erschei
geeignet, dem Fachmann Anhaltspunkte zur Bemess
von Seilen zu geben. Die Versuche werden fortgesetzt
Ergänzung der bisherigen Ergebnisse. Insbesondere
den noch Versuche durchgeführt werden zur Aufhell
des Verhaltens der Drahtseile unter den besonderen
hältnissen, wie sie bei Treibscheibenwinden
liegen. Zu dem für diese Untersuchungen erforderli
Versuchsaufzug wurden die Mittel in dankenswe
Weise von der Notgemeinschaft der De
schen Wissenschaft zur Verfügung gestellt.
[2445]

Herstellung von Schweißverbindungen bei Gasrohrleitungen

Der Fachausschuß für Schweißtechnik beim Ve
deutscher Ingenieure hat vorläufige Richtlin
für die Herstellung von Schweißverbindungen bei Gasr
leitungen von mehr als 200 mm Dmr. und 1 at Überd
im Betrieb aufgestellt. Sie wurden mit Vertretern der
zeuger und der Benutzer solcher Leitungen und mit
tretern der Behörden beraten. Aus den Richtlinien
hier folgendes mitgeteilt:

Die Schweißarbeiten dürfen nur von gut ausgebild
und zuverlässigen Schweißern ausgeführt werden, die
Eignungsprüfung nach den Richtlinien des Fachausschu
bestanden haben. Außerdem muß der Schweißer an Sch
ßungen, die den bei der auszuführenden Leitung
kommenden Schweißverbindungen ähneln, nachweisen,
er eine sorgfältig ausgeführte Schweiße auch in jeder
Schweißen der Rohrleitung vorkommenden Lage herste
kann. Die Güte der Schweiße ist bei Rohrstücken d
Wasserdruckprobe, sonst durch metallographische Ur
suchungen, festzustellen. Die Schweißen dürfen keine
dichten Stellen, Verbrennungen, Schlackeneinschlü
mangelhafte Bindungen oder Hohlräume enthalten.
Unternehmer muß den Schweißer selbst prüfen, wobei S
verständige zugezogen werden sollten.

Die auftraggebende Firma hat sich darüber zu
gewissern, daß nur ordnungsmäßig geprüfte Schweißer
wendet werden, wobei die Schweißarbeiten durch Ü
wachungsingenieure beaufsichtigt werden müssen.
jede ausgeführte Schweißstelle, den Namen des Schweiß
der die Arbeit ausgeführt hat, den Zeitpunkt der Sch
ßung und den Namen des aufsichtführenden Beamten
die ausführende Firma Buch zu führen. Die einzelnen
sammengeschweißten Teile der Gasrohrleitungen sind
dem Verfüllen des Grabens mit Luft unter Betriebsd
(höchstens 5 at Überdruck) 1 h zu prüfen, wobei
Schweißstellen auf Dichtheit durch Abpinseln mit Sei
wasser oder durch ein ähnliches Verfahren zu untersu
sind. Die Hauptdruckprobe großer Leitungsstre
zwischen zwei Schiebern wird nach DIN 2401 mit Luft
dem höchsten für die Leitung in Aussicht genommenen
triebsdruck während 24 h vorgenommen. Undichte St
müssen angekreuzt und sorgfältig nachgeschweißt wer

Die Wahl der Rohrverbindungen und des Schw
verfahrens ist freigestellt. Bei der Verlegung der R
dürfen die Rohrenden nicht kalt verformt werden.
durch Temperaturschwankungen oder andre Einflüsse (
im Bergbau) auftretenden Längsspannungen sind durch
eignete Vorrichtungen (Dehnungsmuffen) aufzuneh
Der Werkstoff der Rohre darf höchstens 0,2 vH C entha
Der Zusatzstoff muß den Richtlinien des Fachausschu
für Schweißtechnik entsprechen. Die Bruchfestigkeit
Schweißung soll mindestens 50 vH der des ungeschwei
Rohrquerschnittes betragen.

Im allgemeinen sollen die Rohrleitungen über
Graben geschweißt und stoßlos und gleichmäßig in
Graben herabgelassen werden. Wird im Graben geschw
so müssen die Schweißstellen leicht zugänglich sein;
dürfen nicht in Leitungskrümmungen liegen.

In Betrieb befindliche Gasrohrleitungen sind stä
zu überwachen. Störungen müssen sofort beseitigt we
können. Undichte Schweißverbindungen kann man
schweißen, ohne daß das Gas aus der Leitung entfernt
wozu der Gasdruck entsprechend zu vermindern ist; an
falls muß man das Gas sorgfältig entfernen.

[N 2792] G.

Kabelkrananlage mit Betongießbühne
beim Bau der Staumauer Spitallamm des Grimselspeicherbeckens

Von A. RUBIN, Danzig-Langfuhr

Die zunehmende Verwendung von Kabelkranen zur Gußbetonförderung ist eine Folge der bisherigen günstigen Erfahrungen. Erwünscht erscheint jedoch in manchen Fällen eine Steigerung der Leistungsfähigkeit, um mit dem Gießturmverfahren Schritt zu halten. Eine Hochleistungsanlage wurde im Sommer 1928 zum Bau der Staumauer des Grimselspeicherbeckens in Betrieb genommen, wo innerhalb etwa zwölf reinen Betriebsmonaten rund 340 000 m³ Beton einzubringen sind. Zwei genau gleich ausgebildete Kabelkrananlagen bedienen den Baustreifen von 75 m Breite. Außer den auf 23,2 m verbreiterten und auf zwei besonderen Tragseilen verfahrbaren „Gießbühnen" mit Fliegern sind als neuartige Erweiterung „Arbeitsbühnen" vorgesehen, die hauptsächlich für Schalungsarbeiten bestimmt sind und das Bauwerk von unnötigen Hilfsgerüsten entlasten. Durch Steigerung der Geschwindigkeiten sind bei 3 m³ Förderkübelinhalt Tagesleistungen von 1500 bis 2000 m³ im doppelschichtigen Betrieb und bei mittleren Förderwegen zu erwarten.



Gesamtbild der Gußbeton-Kabelkrananlage zum Bau der Staumauer Spitallamm des Grimselspeicherbeckens.

[I]n neuerer Zeit zeigt sich eine zunehmende Verwendung [d]es Kabelkranes zur Gußbetonförderung auf größeren [B]austellen. Hierzu drängt zunächst die wirtschaftliche [N]otwendigkeit, den häufig als Hebezeug sowieso erforderl[i]chen Kabelkran vollkommener auszunutzen. Auch be[s]ondere Verhältnisse können in einzelnen Fällen hierzu [z]wingen, z. B. dort, wo neben Gußbeton gleichzeitig [B]lockeinlagen einzubringen sind oder wo sich noch weit[e]re wichtige Aufstellungsarbeiten mit dem Kabelkran [e]rledigen lassen.

Bisherige Erfahrungen

Der erste Grund war mit ausschlaggebend für die [V]erwendung von Kabelkranen mit Betongießkübel bei der [S]chwarzenbach-Talsperre[1]) des Murgwerkes, der zweite [b]eim Bau des Kraftwerkhauses am Shannon, wo der zur [G]ußbetonförderung gewählte Kabelkran gleichzeitig die [A]ufstellung der Kraftwerkmaschinen ermöglicht[2]). Bei [V]erwendung von Gießtürmen wären in beiden Fällen noch [b]esondere Hebezeuge notwendig geworden.

Sodann ist der Kabelkran vorteilhaft bei lang[g]estreckten Bauwerken, wo das Gießen andernfalls un[g]ewöhnlich hohe oder mehrere hintereinandergeschaltete [G]ießtürme, beides fördertechnisch teure und unbefriedi[g]ende Anordnungen, erfordert haben würde. Die Beförderung von Gußbeton im Kabelkrankübel ist bautechnisch sehr günstig, da keine langen Rinnen zu durchlaufen sind, und man so die Möglichkeit hat, wasserärmeren Beton zu verwenden. Hinzu kommt die hohe Betriebsicherheit besonders beim Arbeiten in der Dunkelheit, im Nebel und bei Nachtfrost, wo Überwachen und Reinhalten ausgedehnter Rinnenanlagen Schwierigkeiten machen. Grundbedingung für die Verwendung einer Kabelkrananlage sind natürlich geeignete örtliche Verhältnisse. In sehr vielen Fällen scheidet sie von vornherein aus.

Unterlegen zeigte sich bisher der Kabelkran als Gußbetonförderer hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit. Ein Vergleich hierfür ließ sich gewinnen bei den Wäggital-Bauarbeiten[3]), wo Kabelkran und Gießturmanlage nebeneinander arbeiteten. Das Leistungsverhältnis ergab sich dort im praktischen Betrieb durchschnittlich zu etwa 2 : 1 zugunsten eines Gießturmes. Im Mittel wurden etwa 15 Kabelkranspiele in 1 h erreicht, also bei einem Kübelinhalt von 3 m³ etwa 45 m³/h gegen 65 m³/h eines Gießturmes. Das ist immerhin schon erheblich mehr als bei der Schwarzenbachsperre, wo vier Kabelkrane (zu zwei Doppelanlagen zusammengefaßt) in Betrieb standen und auf einen Kran i. M. nur sechs bis acht Förderspiele bei Kübeln mit 2 m³ Inhalt erzielt werden konnten bei allerdings etwas längeren mittleren Förderwegen. Die Anschaffungskosten werden bei der Wäggitalsperre eben-

[1]) Enzweiler, Der Bau der Schwarzenbachtalsperre, „Bauingenieur" Bd. 6 (1925) S. 401; ders., Die Fördereinrichtungen beim Bau der Schwarzenbach-Talsperre, Z. Bd. 68 (1924) S. 718.

[2]) s. *Garbotz*, „Bauingenieur" Bd. 8 (1927) S. 449, *Enzweiler*, Z. Bd. 72 [1]928 S. 1481.

[3]) *Nipkow*, Gießrinne oder Kabelkran für Staumauern aus Gußbeton? Schweiz. Bauzeitung Bd. 88 (1926) S. 143.

falls höher angegeben. Die Kabelkrananlage soll etwa das 2,9fache der Doppel-Gießturmanlage gekostet haben.

Ein Vergleich der reinen Gesamtanschaffungskosten führt aber zu falschen Schlüssen. Der Gußbeton-Kabelkran ersetzt gleichzeitig zahlreiche Hebezeuge, während die Gießturmanlage nur Beton und allenfalls kleine Blocksteine fördern kann. Der richtige Preisvergleich darf also hinsichtlich der Kabelkrananlage nur diejenige Summe in Rechnung stellen, die mehr aufgewendet werden mußte gegenüber den Kosten eines gewöhnlichen Kabelkranes oder derjenigen Hebezeuge, die bei Nichtvorhandensein eines Kabelkranes in andrer Form hätten eingesetzt werden müssen. Bei der Wäggitalanlage z. B. wäre man ohne Seilkran wohl überhaupt nicht ausgekommen, auch wenn der Gußbeton nur mit Turm und Rinnen gefördert worden wäre.

Die Anlage am Grimselpaß

Beim Bau der Staumauer „Spitallamm" des Grimselspeicherbeckens wird wiederum eine in Anordnung, Abmessungen und Leistungsfähigkeit neuartige Gußbeton-Kabelkraneinrichtung verwendet. Sie hat im vergangenen Sommer den Betrieb aufgenommen. Gerade auf dieser Baustelle spielt die Leistungsfähigkeit eine ausschlaggebende Rolle, anderseits hätten die örtlichen Verhältnisse durchaus die Möglichkeit gelassen, den Beton nur mittels Gießturmes einzburingen. Die Baustelle liegt rd. 1850 m über Meeresspiegel, und die klimatischen Verhältnisse sind derart, daß nur etwa drei Monate im Jahr betoniert werden kann. In vier Jahren, also in zwölf reinen Betriebsmonaten, soll die Mauer fertiggestellt sein.

Das Grimselstaubecken mit 100 000 000 m³ nutzbarem Wasserinhalt (bei 82 m Spiegelabsenkung) umfaßt das Quellgebiet der Aare und überflutet das ganze Gelände um und südwestlich des Grimselhospizes. Zum Abschluß sind zwei Staumauern erforderlich, deren wichtigste, die Sperrmauer „Spitallamm", als Bogenschwergewichtsmauer mit etwa 65 m größter Grundflächenbreite, 4,3 m Kronenbreite und 248 Kronenlänge bei etwa 110 m größter Höhe einen Inhalt von rechnerisch 340 000 m³ Beton erfordert, Abb. 1[4]). Die Kronenhöhe der Mauer liegt auf + 1914,5, der Überfall auf + 1912, die Talsohle auf etwa + 1810 (ohne Aushubtiefe). Die Betonmisch-

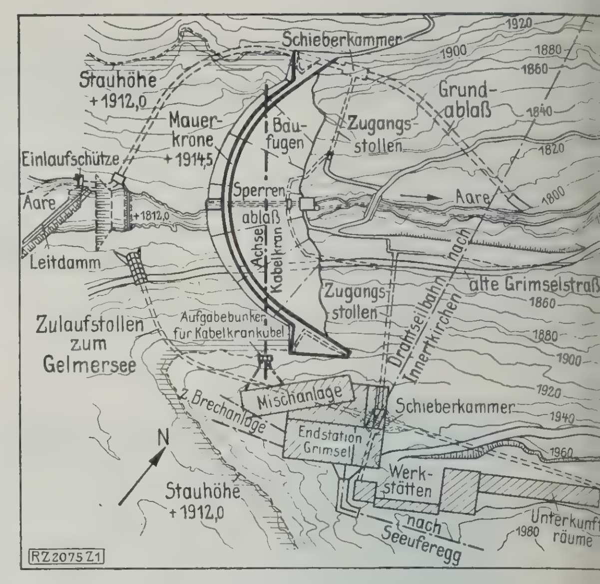


Abb. 1. Lageplan der Spitallammsperre und der Bauanlagen auf dem Nollen.

anlage befindet sich auf dem sogenannten Nollen, ei Erhebung auf der rechten Aareseite, die Ausläufe Mischmaschinen liegen auf + 1928,7, s. Titelbild u Abb. 2 und 3.

Der Beton fließt über Zwischenbunker in drei neb einander liegende Verteilbunker (Bunkerunterka + 1908,5) von etwa 8 m Gesamtbreite. Der mittlere Bunk beschickt eine das natürliche Gefälle ausnutzende Gi rinne, die beiden äußeren beliefern die Kabelkrankübel kurzen Rinnen, deren Ausläufe auf + 1906 enden.

Zur Zufuhr der Baustelleneinrichtung, des Zement der Maschinenteile, der Verpflegungsstoffe usw. dient Innertkirchen die Eisenbahn, sodann eine 18 km la Baudrahtseilbahn (Bleichert) von etwa 200 t Leistun fähigkeit am Tage. Die an Ort und Stelle gewonnenen Z schlagstoffe werden unterhalb des Nollens auf dem „Aa boden" in einem Schotterwerk aufbereitet und mit zweier weiterer Seilbahnen (Pohlig) der Siloanlage dem Nollen zugeführt, wo auch die Ferndrahtseilbahn e mündet. Diese wird mit ihren verschiedenen Abzweigung allein weit über 100 0 im Laufe der Bauzeit die verschiedenen Baus len zu befördern haben

Mit der Kabelkrananlag mußte entsprechend d Mauergrundriß ein B streifen von etwa 75 Breite bestrichen wer können, anderseits ges teten die steilen Hä nicht die Aufstellung fa barer Türme. Diese V hältnisse zwangen, abw chend von der Ausführu beim Wäggitalwerk, einer Unterteilung in z genau gleiche Einzelan gen und zu einer wes lichen Verbreiterung Gießvorrichtung, hier Gi bühne genannt. Da konnten alle Tragseile mittelbar im Fels veran werden, wodurch n nennenswerte Ersparni und eine erhebliche V einfachung erzielte.

Jeder Einzelkabelk hat zunächst die Fahrb

[4]) Näheres s. z. B. *Quitmeyer*, Die neuen Kraftwerke im Oberhaslital „Zement" Bd. 17 (1928) S. 762, sowie *Jegher*, Vom Bau des Grimselwerkes der Kraftwerke Oberhasli. Schweiz. Bauzeitung Bd. 92 (1928) S. 155. Weitere Einzelheiten wird Dir. *Kaech*, nach dessen Entwürfen und unter dessen Bauleitung die Gesamtanlagen der Kraftwerke in Oberhasli geschaffen werden, später in dieser Zeitschrift bringen.

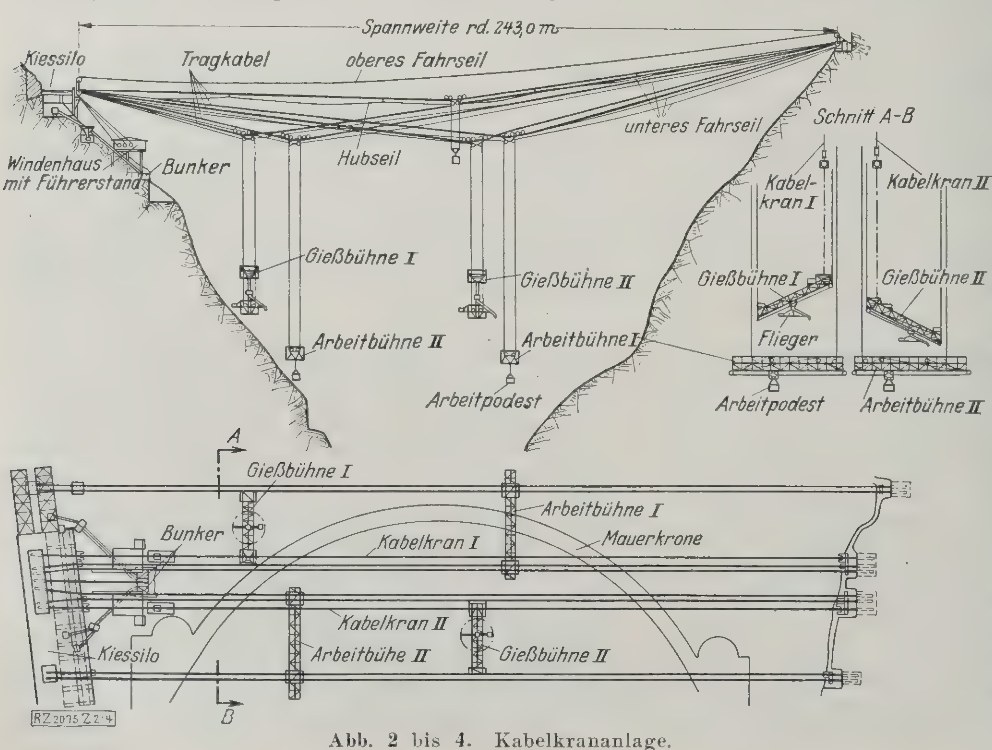


Abb. 2 bis 4. Kabelkrananlage.

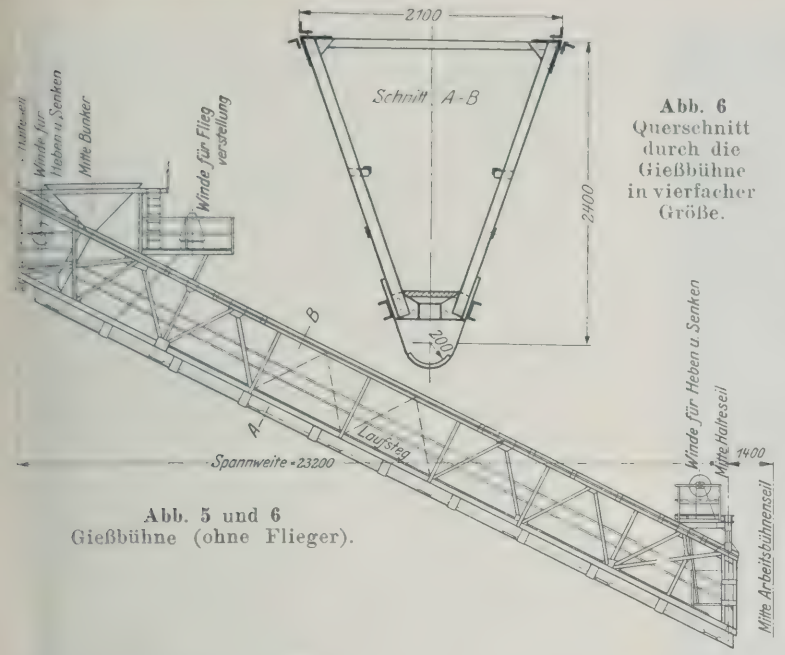


Abb. 6
Querschnitt durch die Gießbühne in vierfacher Größe.

Abb. 5 und 6
Gießbühne (ohne Flieger).

ir eine Kabelkrankatze normaler Bauart für 10 t Tragraft (sechs Laufräder von 550 mm Dmr. und für Klappeiter[5]) eingerichtet), die einen Betonkübel von 3 m³ Inhalt it Bodenklappen trägt. Diese Fahrbahn wird gebildet urch ein einziges Tragseil von 50,4 mm Dmr. Der Abstand er Fahrbahnen beider Einzelkabelkrane beträgt 16 m. Der eton wird aus je einem äußeren der schon genannten bergabebunker aufgenommen, wobei sich die Kübel wähend des Füllens um etwa 1,8 m senken, Abb. 2 bis 4.

Die Spannweite wechselt infolge des verschiedenen erlaufs der beiderseitigen Berglehnen. Sie beträgt i. M. d. 243 m bei einem Leerdurchhang von rd. 8 m und inem Vollastdurchhang von etwa 11,25 m. Bei hochEführter Mauer wird durch stärkere Anspannung der ollastdurchhang auf etwa 7,5 m verkleinert.

Der Größtdurchhang für die Tragseile der weiter nten besprochenen Gieß- und Arbeitsbühnen schwankt m etwa 22,5 m. Die tiefste Seillage der Katzentragseile rreicht etwa + 1930, der sonstigen Tragseile etwa + 1922.

Die Betonkübel

ntleeren ihren Inhalt in einen Übergabebunker von 6 m³ assung auf dem erhöht liegenden Ende jeder

Gießbühne.

Diese hat 23,2 m Spannweite. Sie esteht aus einem Fachwerkträger n Dreieckform, dessen Untergurt ls Gießrinne mit 200 mm Halbmeser ausgebildet ist, Abb. 5 bis 8. Die Rinne hat mehrere verschließbare Ausflußöffnungen, unter die der Flieger mit einem Schwenkhalbmeser von 10 m gefahren werden kann. Die Gießbühne hängt von vornerein schräg in einer Neigung von : 2, entsprechend dem für ein gutes Abfließen des Betons erforderlichen Gefälle. Der Flieger läuft auf den nterflanschen zweier links und echts der Rinne angenieteter ⊏-Eisen nd wird durch Handwinde und 12 mm-Zugseil von einem Podest us verfahren. Bei Stellung des Fliegers am oberen und unteren Ende der Gießbühne ergibt sich ine größte Betonreichweite für eden Kran von reichlich 40 m. Die Gießbühne ist verfahrbar, sowie heb- und senkbar. Als Fahrbahn dienen zwei besondere Tragseile von 59,4 und 46 mm Dmr. An den darauf fahrenden acht- und vierrädrigen Doppellaufwerken hängt je eine Gießbühnenseite mittels je zweier Halteseile von 26 oder 19 mm Dmr. Die stärkeren Trag- und Halteseile liegen jeweils auf der Bunkerseite. Die Gießbühne wird motorisch mit 25 m/min verfahren. Zu diesem Zweck greift an jedem Laufwerk ein Fahrseil von 20 und 17 mm Dmr. an. Das Heben und Senken geschieht mittels vier Handwinden. Die Halteseile laufen jedoch nicht unmittelbar über die Handwinden, weil sonst ein zu großes Übersetzungsverhältnis notwendig geworden wäre. Gehoben wird vielmehr auf die Weise, daß durch die Handwinden Spindeln bewegt werden, die mittels Klemmvorrichtungen an den Halteseilen angreifen. Beim Hochwinden, das nur in größeren Zeitabständen notwendig wird, deshalb auch nur langsam und mit einfachen Mitteln bewerkstelligt zu werden braucht, werden also die an den Halteseilen angeschlossenen Spindeln bis zur Hubbegrenzung eingezogen, wobei alle vier Winden genau gleichmäßig nach aufgestellten Wasserwagen bedient werden müssen. Alsdann wird die Gießbühne in der neuen Stellung an die Halteseile mittels weiterer besonderer Klemmenplatten angeklemmt. Jetzt können erforderlichenfalls die Spindeln wieder entlastet, die zuerst genannten Klemmenvorrichtungen versetzt und alsdann kann das Spiel von neuem wiederholt werden.

Zur Bedienung einer Gießbühne, deren Gewicht ohne Beton etwa 18 t beträgt, genügt im gewöhnlichen Betrieb ein Mann, der das richtige Ablaufen des Betons aus dem Übergabebunker zu überwachen und die Bodenklappen des mit der Kabelkrankatze herangefahrenen Beschickkübels durch Seilzug zu öffnen und den Flieger zu verstellen hat. Er steht mit der Fliegerwinde auf einem Podest neben dem Bunker. Auf zwei weiteren Podesten an den Gießbühnenenden stehen die vier Handwinden zum Verstellen der Bühnenhöhe. Als Verbindungslaufsteg dient die abgedeckte Betonrinne.

Außer der Gießbühne erhält jeder Kran noch eine, später sogar zwei

Arbeitsbühnen.

Die Anordnung der Arbeitsbühnen ist neuartig und hat vor allem den Zweck, die Schalungsarbeiten zu erleich-

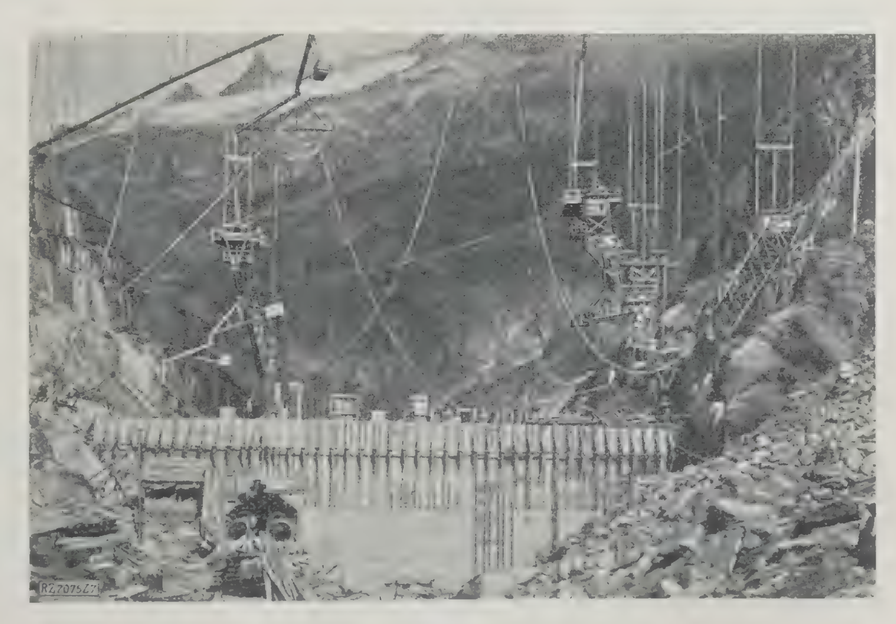


Abb. 7
Die Gießbühne, rechts eine Arbeitsbühne.

[5]) Näheres über den neuen Bleichertchen Klappreiter, der eine wesentliche Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit ermöglicht. Z. Bd. 72 (1928) S. 581.

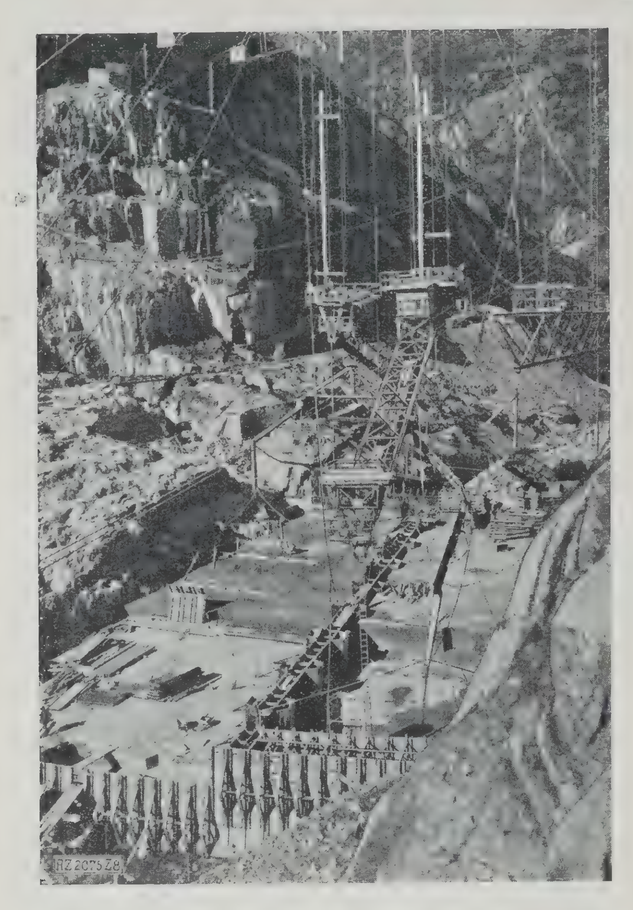


Abb. 8
Die Gießbühnen bei Arbeitsbeginn.

Beschickung der Betonbunker vorläufig durch senkrechte Rohre von der Gießrinne aus. Rechts eine Arbeitsbühne.

tern, also Schalungsteile und sonstige Behelfseinrichtungen sowie Personal aufzunehmen und zu befördern und dadurch auch die Oberfläche des Bauwerkes von allen Hilfseinrichtungen möglichst freizuhalten. Die Verwendung dieser Arbeitsbühnen bedeutet aber nicht nur eine Arbeitserleichterung, sondern auch eine Sicherstellung der Leistungsfähigkeit bezüglich des Betoneinbringens. Man vermeidet damit Stockungen in der Betonzufuhr, die dadurch hervorgerufen werden, daß man die Schalung nicht genügend rasch hochtreiben kann, ein für Baustellen mit großen Betonierleistungen sehr wichtiger Gesichtspunkt.

Die Arbeitsbühnen sind Fachwerkträger, ebenfalls mit Dreieckquerschnitt, von 35 m Länge, wagerecht angeordnet mit Bedienungslaufsteg auf der Oberseite, Abb. 9 und 10. Sie hängen mittels vier gleichstarker Halteseile von 15 mm Dmr. an den vierrädrigen Doppelaufwerken, die auf zwei weiteren Tragseilen von je 41 mm Dmr. und 26 m Abstand verfahren werden. Die Bühnen kragen auf der einen Seite 3, auf der andern 6 m aus. Der Untergurt besteht aus einem **I**-Eisen, auf dem ein Arbeitspodest fährt, dessen Fahr- und Hubbewegung durch zwei gewöhnliche Handwinden von der Arbeitsbühne aus betätigt wird. Das Arbeitspodest kann etwa 750 kg Nutzlast auf-

nehmen und ist besonders für Schalungs- und sons
Arbeiten an den Stirnseiten der Mauer bestimmt. J
Arbeitsbühne ist in genau gleicher Art wie die Gießbü
durch vier Handwinden heb- und senkbar. Das Verfah
geschieht von Hand von der Bühne aus durch Zug an e
losen Ketten, die die in den Laufwerken angeordne
Fahrantriebe betätigen. Durch jede Fahrantriebswi
läuft ein an den beiderseitigen Berghängen veranke
Fahrseil von 12 m Dmr., das etwa fünf- bis sechsmal
die Reibtrommel herumgewickelt ist. Das Gewicht ei
Arbeitsbühne beträgt etwa 10 t. Vorläufig erhält je
Kran nur eine Arbeitsbühne, mit zunehmender Bauwe
länge wird jedoch noch eine zweite aufgesetzt. Die
samtbreite, die mit beiden Arbeitsbühnen bestrichen w
beträgt 72 m. In Abb. 7 und 8 sieht man rechts neben
beiden Gießbühnen auch eine Arbeitsbühne.

Jeder Kran hat sein eigenes Windenhaus, angeord
über den Beschickbetonbunkern. Vom Windenh
wird die Fahr- und Hubbewegung der eigentlichen Ka
krankatze mit Zubringerkübel gesteuert (Fahrseil 18 r
Hubseil 20 mm Dmr.), sowie das Verfahren der G
bühne bewerkstelligt, Abb. 11. Hub- und Fahrwinde
Kabelkrankatze werden angetrieben von je einem Mo
von 80 und 60 PS, Abb. 12. Die Hubwinde mit St
blechtrommel von 1120 mm Dmr. hat zwei verschied
Stirnradübersetzungen, durch Reibkupplungen umsch
bar. Die große Übersetzung (kleine Hubgeschwindigk
muß eingeschaltet werden beim Heben des mit Beton
füllten Kübels. Da jedoch die Bunkerausläufe nahezu
Kronenhöhe liegen, so ist die große Übersetzung allenf
erst gegen Ende der Bauarbeiten nötig, und man w
fast ausschließlich mit der kleinen Übersetzung (gr
Hubgeschwindigkeit) arbeiten können, da ein Heben
vollen Kübels wegfällt.

Die Fahrwinde mit denselben Trommelabmessun
hat nur eine Geschwindigkeit, erhält jedoch, durch Ku
lung angeschlossen, die Spillwinde für das Verfahren
Gießbühne. Die beiden Fahrseile von 20 und 17 mm Dr
die an den beiden Laufwerken jeder Gießbühne angrei
werden unter Vorschaltung von Umlenkscheiben viermal
die Spilltrommeln herumgeführt, Abb. 13. Die beiden Sp
trommeln sind außerdem gegeneinander durch Klauenku
lung einstellbar, damit Ungleichheiten, die sich infolge
Unterschieden der Spilltrommeldurchmesser mit der Z
etwa einstellen, ausgeglichen werden können. Die bei

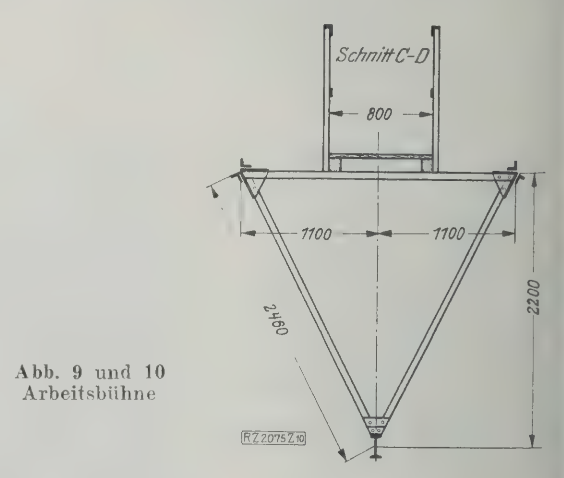


Abb. 9 und 10
Arbeitsbühne

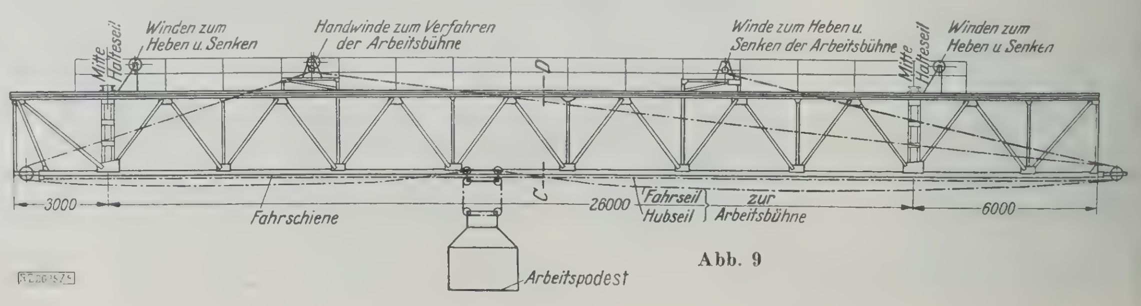


Abb. 9

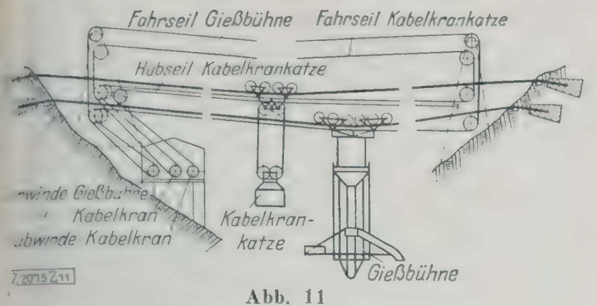


Abb. 11
Schema der Seilführung beim Gußbeton-Kabelkran.

Schalter für Hub- und Fahrmotoren sowie die im nor-malen Betrieb zu betätigenden Kupplungshebel sind über-sichtlich am jeweiligen Führerstand angeordnet.

Die Geschwindigkeiten, die für die Leistung in der Hauptsache bestimmend bleiben, wurden gegen frühere Ausführungen teilweise erheblich erhöht. Der leere Kübel

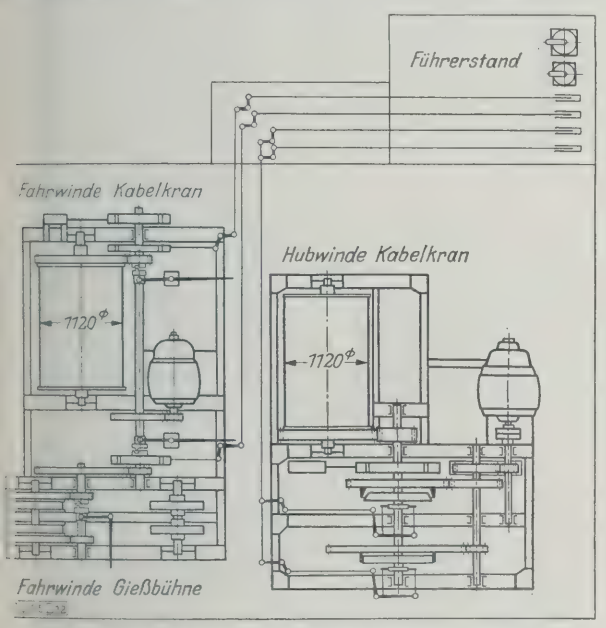


Abb. 12. Antriebschema des Kabelkranes.

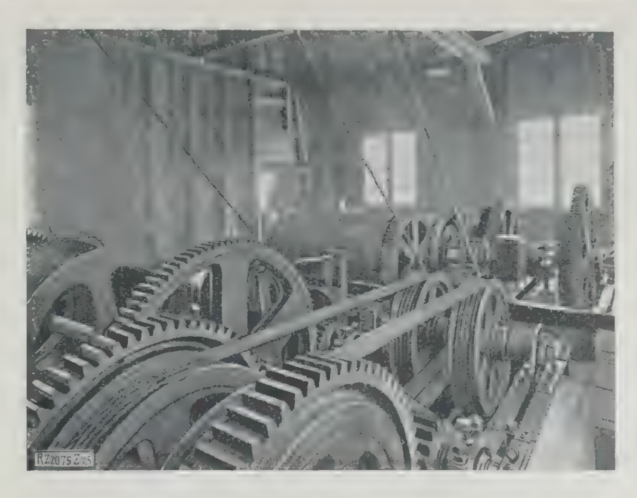


Abb. 13
Antriebwinden eines Kabelkranes.

wird mit 129 m/min gehoben und mit höchstens 200 m/min gesenkt (besondere Senkschaltung, Höchstdrehzahl des Motor 1150 gegen normal 750 U/min), die Katze wird mit 220 m/min verfahren. Muß ausnahmsweise der volle Betonkübel gehoben, also die große Übersetzung eingeschaltet werden, so sinkt die Hubgeschwindigkeit auf 33 m/min. Mit diesen Geschwindigkeiten wird man bei mittleren Förderwegen etwa 26 Spiele eines Kabelkranes in der Stunde erzielen. Das ergibt eine Leistung von 78 m³ Beton für jeden Kran, also etwas mehr als mit einer Gießturmanlage beim Wäggitalwerk erreicht wurde. Die Gesamtanlage gestattet somit, abgesehen von der noch vorhandenen Gießrinne, bei doppelschichtigem Betrieb und unter Berücksichtigung der üblichen Unterbrechungen bis zu 2000 m³ Beton täglich einzubringen. Der Kabelkran ist in der besprochenen Form zu einem geschlossenen Gußbetongerät weiter entwickelt, das dort, wo die örtlichen Verhältnisse seine Verwendung ermöglichen, zur Vereinheitlichung der Baustelleneinrichtung wesentlich beiträgt, s. Titelbild. Die Gesamtanlagekosten können, fertig aufgestellt, auf etwa 350 000 ℛℳ geschätzt werden. Entwurf und Lieferung erfolgte durch die Firma A. Bleichert & Co., A.-G., Leipzig, unter Heranziehung schweizerischer Unterlieferer. [B 2075]

Wärmeaustausch in Regeneratoren [1]

Von Priv.-Doz. Dr.-Ing. HELMUTH HAUSEN,
Höllriegelskreuth bei München

Zum Austausch der Wärme zwischen Gasen von verschiedener Anfangstemperatur dienen in der Technik Regeneratoren oder Rekuperatoren. Während beim Rekuperator beide Gase stetig durch Rohre oder Kanäle strömen und die Wärme durch Zwischenwände austauschen, wird beim Regenerator die Oberfläche einer wärmespeichernden Masse abwechselnd vom warmen und kalten Gas bespült. Als Regeneratoren arbeiten z. B. die Wärmeaustauscher der Siemens-Martin-Öfen oder die Winderhitzer der Hochöfen.

Der ununterbrochene Betrieb erfordert wenigstens zwei Regeneratoren, damit gleichzeitig das warme Gas in einem Regenerator abgekühlt und das kalte Gas in dem anderen erwärmt werden kann.

Eine genaue Theorie hat bisher nur für die erste Abkühlung oder Erwärmung der Regeneratormasse *Anzelius*[2]) und unabhängig davon ausführlicher und allgemeiner *Nußelt*[3]) veröffentlicht[4]). Im nachfolgenden wird gezeigt, wie der gleichmäßig wiederkehrende Temperaturverlauf im Beharrungszustand des Regenerators bei stets gleichbleibender, aber beliebig langer Umschaltdauer exakt berechnet werden kann. Dabei sei vorausgesetzt, daß die Wärmeleitung in der Speichermasse parallel zur Strömungsrichtung des Gases vernachlässigbar klein ist; quer hierzu sei sie hingegen so groß, daß in einem gegebenen Querschnitt zu jeder Zeit die Temperatur der Speichermasse an allen Stellen denselben Wert hat. Diese Forderungen lassen sich praktisch auch bei großer Wärmeleitzahl des verwendeten Stoffes durch genügend feine Aufteilung der Speichermasse verwirklichen. Wegen der Einzelheiten der Rechnung sei auf die ausführliche Abhandlung[5]) verwiesen.

Aus der Wärmebilanz für ein Regeneratorstück von der Länge dx und für die Zeit dz ergeben sich, wenn das Gas in Richtung der positiven x-Achse strömt, folgende zwei partielle Differentialgleichungen:

$$\left(\frac{\partial \vartheta}{\partial x}\right)_z = \frac{\alpha H}{V c_p}(t - \vartheta) \quad . \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)_x = \frac{\alpha H}{C}(\vartheta - t) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2);$$

darin bedeutet

ϑ die Gastemperatur,
t die Temperatur der Speichermasse,

[1]) Nach einem Vortrag im Ausschuß für Wärmeforschung des Vereines deutscher Ingenieure am 7. Januar 1928.

[2]) Vergl. *A. Anzelius*, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 6 (1926) S. 291.

[3]) Vergl. *W. Nußelt*, Z. Bd. 71 (1927) S. 85. Nußelt hat in dieser Arbeit auch den Temperaturverlauf im Dauerbetrieb bei unendlich häufigem Umschalten berechnet.

[4]) Erst nach Abfassung dieses Berichtes sind noch folgende Arbeiten über den Beharrungszustand des Regenerators erschienen: *W. Nußelt*, Der Beharrungszustand im Winderhitzer, Z. Bd. 72 (1928) S. 1052. *W. Schmeidler*, Mathematische Theorie der Wärmespeicherung. Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 8 (1928) S. 385.

[5]) Das erste Berechnungsverfahren, das den Inhalt der Habilitationsschrift des Verfassers vom Februar 1927 bildet, soll demnächst in Z. f. angew. Math. und Mech., das zweite Verfahren an noch unbestimmter Stelle ausführlich veröffentlicht werden.

α die Wärmeübergangszahl zwischen Gas und Speichermasse,
H die Oberfläche | der Speichermasse in einem Regeneratorstück von der Länge 1
C die Wärmekapazität |
V die in der Zeiteinheit durchströmende Gasmenge,
c_p die spezifische Wärme des Gases.

Setzen wir zur Abkürzung

$$\frac{\alpha H}{V c_p} x = \xi \quad \text{und} \quad \frac{\alpha H}{C} z = \eta \quad \ldots\ldots \quad (3),$$

so vereinfachen sich Gl. (1) und (2) zu

$$\left(\frac{\partial \vartheta}{\partial \xi}\right)_\eta = t - \vartheta \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

$$\left(\frac{\partial t}{\partial \eta}\right)_\xi = \vartheta - t \quad \ldots\ldots \quad (5).$$

Aus diesen Gleichungen erkennt man, daß die Temperaturen t und ϑ, die zunächst von den sieben Größen: x, z, α, H, C, V und c_p abhängen, als Funktionen von nur zwei Veränderlichen ξ und η dargestellt werden können. ξ und η können wir als Längen- und Zeitkoordinaten mit einem durch die Gleichungen (3) bestimmten reduzierten Maßstab auffassen. Rechnen wir auch die Gesamtlänge L des Regenerators und die Periodendauer Z, d. h. die Zeit zwischen zwei Umschaltungen, auf diese reduzierten Maße um, so können wir

$$\left.\begin{aligned} \Lambda &= \frac{\alpha H}{V c_p} L \text{ als reduzierte Regeneratorlänge} \\ \Pi &= \frac{\alpha H}{C} Z \;\;,, \qquad ,, \qquad \text{Periodendauer} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (6)$$

bezeichnen.

Bei der Auflösung von Gl. (4) und (5) sind zwei Grenzbedingungen zu beachten: Die eine sagt aus, daß das Gas während der betrachteten Periode am linken Regeneratorende mit der konstanten Temperatur $\vartheta = \Theta_0$ eintreten soll. Die zweite Grenzbedingung, die als Umschaltbedingung bezeichnet sei, folgt aus der Überlegung, daß die Temperatur in der Speichermasse am Ende der Kaltperiode gleich der bei Beginn der Warmperiode sein muß. Gl. (4) und (5) lassen sich in der Weise auflösen, daß man zunächst Lösungen sucht, die nur eine der beiden Grenzbedingungen erfüllen.

Berücksichtigen wir zuerst nur die Umschaltbedingung, so erhalten wir für die Gastemperatur ϑ (bei passender Wahl des Koordinatensystems) Partikularlösungen von folgender Gestalt:

$$\begin{aligned} \frac{\varphi_k}{(\psi_k)} &= e^{\frac{\eta}{2 a_k} - c_k (\xi - \xi_0)} \frac{\sin}{(\cos)} \left\{ \frac{1 + a_k}{r} k \eta - d_k (\xi - \xi_0) \right\} \\ &\quad - (-1)^k \frac{b_k}{1 + a_k} e^{-\frac{\eta}{2 a_k} + c_k (\xi + \xi_0)} \\ &\quad \frac{\sin}{(\cos)} \left\{ \frac{1 - a_k}{r} k \eta + d_k (\xi + \xi_0) - \operatorname{arctg} \frac{1}{b_k} \right\} \quad \ldots \quad (7), \end{aligned}$$

wobei ξ_0 den Wert von ξ am linken Regeneratorende, $r \pi = \Pi$ die reduzierte Periodendauer, a_k, b_k, c_k und d_k von einem Parameter k abhängige Konstanten bedeuten. k selbst kann alle ganzen positiven reellen Zahlenwerte von null bis unendlich annehmen. Ausdrücke ähnlicher Form ergeben sich für die Temperatur t der Speichermasse.

Für $k = 0$ geht Gl. (7) über in

$$\left.\begin{aligned} \varphi_0 &= \eta - \xi + 1 \\ (\psi_0 &= 0) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (8),$$

d. h. für $k = 0$ erhält man einen zeitlich und örtlich linearen Temperaturverlauf. Für alle höheren Werte von k stellen die Eigenfunktionen φ_k und ψ_k Temperaturschwingungen dar, deren Amplitude an den Regeneratorenden am größten ist. Am linken Regeneratorende sind diese Schwingungen periodisch (erstes Glied von Gl. (7)), wobei die Schwingungszahl in einer Umschaltperiode angenähert k proportional ist, am rechten Regeneratorende sind sie hingegen aperiodisch (2. Glied).

Um aus den Partikularlösungen (7) eine Gesamtlösung zu erhalten, die auch die Bedingung der konstanten Eintrittstemperatur des Gases erfüllt, setzen wir die Reihe an:

$$\left.\begin{aligned} \vartheta = a_0 \varphi_0 + a_1 \varphi_1 + a_2 \varphi_2 + \cdots + a_k \varphi_k + \cdots \\ + \beta_1 \psi_1 + \beta_2 \psi_2 + \cdots + \beta_k \psi_k + \cdots \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (9)$$

und bestimmen hierin die Beiwerte $a_0, a_1, a_2, \ldots \beta_1, \beta$[...] usw. nach der Methode der kleinsten Quadrate so, d[...] an der Stelle $\xi = \xi_0$ in den konstanten Wert Θ_0 über[...] Diese Rechnung ist allerdings sehr mühsam. Physika[...] gesprochen besteht das Verfahren darin, den Vorgan[...] Regenerator als erzwungene Temperaturschwingung [...] zufassen und diese in Eigenschwingungen zu zerlege[...]

Ein hiervon grundsätzlich verschiedenes Auflös[...] verfahren erhält man, indem man eine Lösung sucht[...] zunächst nur die Eintrittsbedingung erfüllt, aber die [...]fangstemperatur $t = f(\xi)$ der Speichermasse zur Zeit η[...] d. h. bei Beginn der Periode noch offen läßt. Man e[...] auf diese Weise[6]) folgenden Ausdruck für die Tempe[...] der Speichermasse an der Stelle ξ zur Zeit η:

$$t(\xi, \eta) = -\int_{\varepsilon = 0}^{\varepsilon = \xi} f(\varepsilon)\, e^{-(\xi - \varepsilon + \eta)}\, i \sqrt{\frac{\eta}{\xi - \varepsilon}}\, J_1 \left(2 i \sqrt{(\xi - \varepsilon)\, \eta} \ldots\right.$$

worin i die imaginäre Einheit, J_1 die *Besselsche* Fun[...] 1. Ordnung und ε eine Integrationsveränderliche bed[...] Der Ursprung des Koordinatensystems ist hierbei so g[...] daß das Gas an der Stelle $\xi = 0$ mit der konstanten [...]peratur $\vartheta = 0$ in den Regenerator eintritt. Einen ähnl[...] Ausdruck erhält man für die Gastemperatur.

Setzt man zur Abkürzung

$$\mathrm{d}\, y = \mathrm{d}\, y(\xi - \varepsilon, \eta) = -e^{-(\xi - \varepsilon + \eta)}\, i \sqrt{\frac{\eta}{\xi - \varepsilon}}\, J_1 \left(2 i \sqrt{(\xi - \varepsilon)} \ldots\right.$$

so geht Gl. (10) über in

$$t(\xi, \eta) = \int_{\varepsilon = 0}^{\varepsilon = \xi} f(\varepsilon)\, \mathrm{d}\, y(\xi - \varepsilon, \eta) \quad \ldots\ldots$$

Die noch unbekannte Anfangstemperatur $t = f(\xi)$ [...] nun so bestimmt werden, daß Gl. (10a) die Umschaltb[...]gung erfüllt. Mathematisch ausgedrückt lautet diese [...]schaltbedingung, wenn das Gas in der nächsten Period[...] der Stelle $\xi = \Lambda$ mit der Temperatur $\vartheta = 2\,\Theta_1$ einströ[...]

$$t(\xi, \Pi) = 2\,\Theta_1 - f(\Lambda - \xi) \quad \ldots\ldots$$

Setzt man $t(\xi, \Pi)$ aus (10a) in (12) ein, so ergibt sich [...]gende Integralgleichung

$$f(\Lambda - \xi) = 2\,\Theta_1 - \int_{\varepsilon = 0}^{\varepsilon = \xi} f(\varepsilon)\, \mathrm{d}\, y(\xi - \varepsilon, \Pi) \quad \ldots$$

durch deren Auflösung $f(\xi)$ ermittelt werden kann. [...] von *Nußelt*[7]) angegebene exakte Lösung der Integral[...]chung führt zu einer unendlichen Reihe für $f(\xi)$, deren [...]zelne Glieder jedoch nur durch Näherungsmethoden be[...]net werden können. Wesentlich einfacher wird die [...]nung, wenn man von vornherein ein Näherungsverfa[...] einschlägt. Eine für die Praxis besonders geeignete N[...]rungsmethode, die aus einem später ersichtlichen Grun[...] Wärmepolmethode bezeichnet sei und grundsätzlich [...] beliebige Genauigkeit zu erreichen gestattet, ist nachste[...] beschrieben.

Setzen wir an einer beliebigen Stelle $\varepsilon = \varepsilon_0$ in e[...] Bereich von der Breite $\mathrm{d}\,\varepsilon$ die Funktion $f(\varepsilon) = f(\varepsilon_0)$ [...] außerhalb dieses Bereiches hingegen gleich null, so e[...]ten wir eine Anfangstemperaturverteilung wie in Ab[...] Diese Anhäufung von Wärme an einer eng begrenzten [...] sei als Wärmepol bezeichnet. Nach Verlauf der Zeit [...] ein Teil dieser Wärme durch das Gas in die weiter r[...] liegenden Teile des Regenerators übertragen worden; [...] Gl. (10a) ist dann die Temperatur an der Stelle ξ

$$t(\xi, \eta) = \mathrm{d}\, y(\xi - \varepsilon_0, \eta) \quad \ldots\ldots$$

Die Funktion $\mathrm{d}\, y$ stellt somit den Einfluß des Wärm[...] an der Stelle ε_0 auf die Stelle ξ dar und soll als Wä[...]polfunktion bezeichnet werden. Ist hingegen $f(\varepsilon_0) \neq$ [...] ist der Einfluß der Stelle ε_0 auf ξ gleich $f(\varepsilon_0)\, \mathrm{d}\, y$. Gl. [...] kann somit als Summe der Einflüsse aller Stellen ε [...]schen 0 und ξ auf die Stelle ξ aufgefaßt werden.

Abb. 1 Wärmepol.

Die Näherungsmethode be[...] nun darin, daß man das Int[...] über die unendlich schmalen W[...]pole durch eine Summe über W[...]pole von endlicher Breite $\Delta\,\varepsilon$ er[...] Wir teilen den Regenerator der [...] nach in N Stücke von gleicher [...] $\Delta\,\varepsilon = \frac{\Lambda}{N}$. Als Beispiel sei $N =$ [...]

[6]) Der Rechnungsgang ist ähnli[...] bei *Anzelius* und *Nußelt* a. a. O.

[7]) *W. Nußelt* hatte mir diese [...] schon vor ihrer Veröffentlichung [...] Fußnote 4) mitgeteilt, doch war sie m[...] Zeit meines Vortrages im Ausschu[...] Wärmeforschung noch nicht bekann[...]

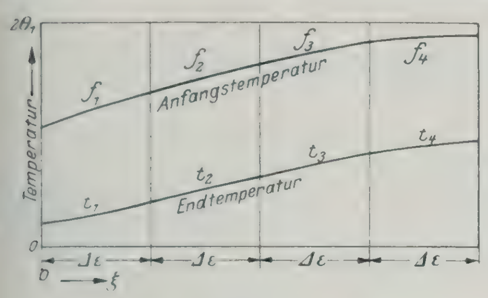


Abb. 2
Aufteilung des Regenerators in Stücke gleicher Länge $\Delta\varepsilon$.

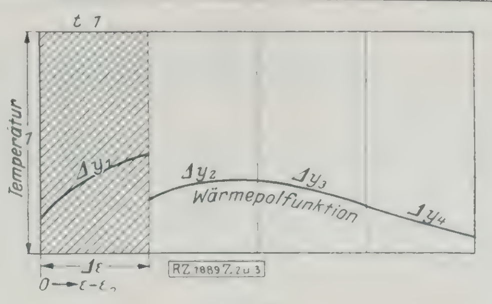


Abb. 3
Wärmepolfunktionen.

…ält. Dann zerfällt das Diagramm in Abb. 2, in dem die …peratur der Speichermasse abhängig von ξ (bzw. ε) aufge…gen ist, in vier Streifen von der Breite $\Delta\varepsilon = \frac{1}{4}$. f_1 bis f_4 …en die Mittelwerte der Anfangstemperatur in diesen …eifen, t_1 bis t_4 die Mittelwerte der Endtemperatur zur …e η. In Abb. 3 ist die Wärmepolfunktion Δy, d. h. die …temperatur zur Zeit η für einen Wärmepol von der Breite … dargestellt. Δy_1 bis Δy_4 seien die Mittelwerte von Δy in …e Streifen 1 bis 4. Hätte der erste Streifen statt der Höhe 1 …i Höhe f_1 wie in Abb. 2, so wäre die Temperatur in den …i Streifen zur Zeit η: $f_1\,\Delta y_1$, $f_1\,\Delta y_2$, $f_1\,\Delta y_3$, $f_1\,\Delta y_4$. Be…ücksichtigt man nun auch die Anfangstemperaturen f_2, f_3 …r f_4 in den übrigen Streifen, so erhält man folgende mitt…e Endtemperaturen:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Streifen 1:} & t_1 = f_1\,\Delta y_1 \\ \text{,, } 2: & t_2 = f_1\,\Delta y_2 + f_2\,\Delta y_1 \\ \text{,, } 3: & t_3 = f_1\,\Delta y_3 + f_2\,\Delta y_2 + f_3\,\Delta y_1 \\ \text{,, } 4: & t_4 = f_1\,\Delta y_4 + f_2\,\Delta y_3 + f_3\,\Delta y_2 + f_4\,\Delta y_1 \end{array}\right\} \quad (15).$$

Diese Gleichungen unterscheiden sich von Gl. (10a) nur …durch, daß das Integral durch Summen ersetzt ist. In …tsprechender Weise treten jetzt an die Stelle der Umschalt…ingung (12) die Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{l} t_1 = 2\,\Theta_1 - f_4 \\ t_2 = 2\,\Theta_1 - f_3 \\ t_3 = 2\,\Theta_1 - f_2 \\ t_4 = 2\,\Theta_1 - f_1 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (16).$$

D…ch Einsetzen von (16) in (15) erhalten wir

$$\left.\begin{array}{ll} f_1\,\Delta y_1 + f_4 & = 2\,\Theta_1 \\ f_1\,\Delta y_2 + f_2\,\Delta y_1 + f_3 & = 2\,\Theta_1 \\ f_1\,\Delta y_3 + f_2(1 + \Delta y_2) + f_3\,\Delta y_1 & = 2\,\Theta_1 \\ f_1(1 + \Delta y_4) + f_2\,\Delta y_3 + f_3\,\Delta y_2 + f_4\,\Delta y_1 & = 2\,\Theta_1 \end{array}\right\} \quad (17).$$

D…rch Auflösen dieser Gleichungen, die der Integralglei…ung (13) entsprechen, ergeben sich verhältnismäßig rasch …d unbekannten Werte von f_1 bis f_4. Bei Aufteilung in $N = 10$ gleich lange Regeneratorstücke erhält man in allen …ktischen Fällen schon eine sehr hohe Genauigkeit.

Aus den ermittelten Werten $f_1, f_2, \cdots, f_n, \cdots, f_N$ läßt s…h der Wirkungsgrad des Regenerators nach folgender ein…chen Formel:

$$\eta_{\text{Reg.}} = \frac{\Lambda}{\Pi}\left[\frac{\sum\limits_{n=1}^{N} f_n}{N\,\Theta_1} - 1\right] \quad \ldots\ldots\ldots \quad (18),$$

…echnen, wenn unter Wirkungsgrad das Verhältnis der im …generator wirklich ausgetauschten Wärmemenge zu der…jenigen Wärmemenge verstanden wird, welche nötig wäre, …m das kalte Gas vollständig bis auf die Temperatur des …rmen Gases zu erwärmen.

In Abb. 4 sind die nach Gl. (18) berechneten Werte des …rkungsgrades als Funktion der reduzierten Regenerator…ge Λ aufgetragen. Die einzelnen Linien entsprechen ver…iedenen Werten der reduzierten Umschaltdauer Π. Im …enzfall der unendlich kurzen Umschaltdauer, der durch die …rste Linie ($\Pi = 0$) dargestellt ist, ist der Wirkungsgrad d… Regenerators (von den durch das Umschalten selbst be…ingten Störungen ist hier abgesehen) ebenso groß wie der … Rekuperators. In allen praktischen Fällen mit endlicher

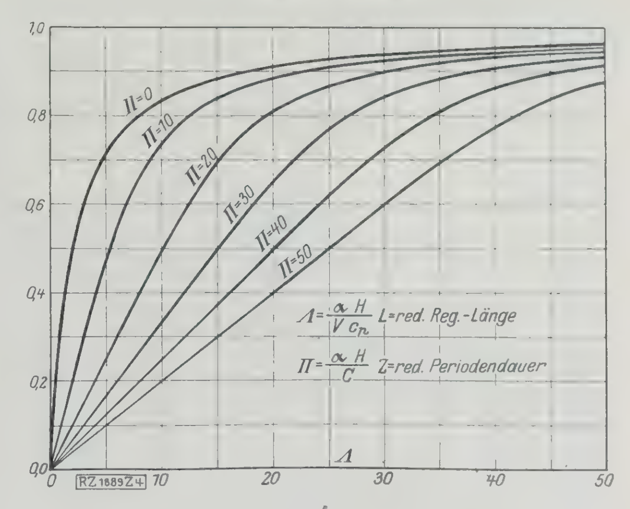


Abb. 4
Wirkungsgrad des Regenerators.

Umschaltdauer ist hingegen der Wirkungsgrad kleiner. Durch dieses Diagramm wird die praktische Berechnung von Regeneratoren sehr erleichtert; man braucht nur die Größen Λ und Π nach Gl. (6) zu berechnen und hiermit aus Abb. 4 den Wirkungsgrad abzulesen. [M 1889]

Bandförderung im Braunkohlentiefbau

In den bis 100 m mächtigen Braunkohlenflözen des Köflach-Voitsberger Bezirkes in Steiermark wird die Kohle im allgemeinen im Querbau in 3,5 bis 4 m mächtigen Scheiben mit anschließendem Zubruchschießen der ausgekohlten Abbauräume angewendet. Mit der Einführung der Bandförderung zur maschinellen Abförderung der hereingeschossenen Kohle mußte man zum Pfeilerrückbau übergehen. Zu diesem Zwecke werden Querschläge zu den parallel zur Markscheide verlaufenden Teilstrecken in sechs Meter Entfernung aufgefahren. Der Abbau erfolgt im Zuge des Ausrichtungsquerschlages, der laufend mitgebaut wird. Das Hangende bricht ohne besonderes Zubruchschießen in etwa 6 m Entfernung hinter der Abbaufront allmählich herein.

Jeder Abbau von 6 m Breite ist mit einem Förderband ausgerüstet, das die in Stücken bis zu 50 cm anfallende Kohle in Rollöcher ausschüttet. Aus diesen Rollöchern fällt die Kohle über Aufgabetrichter, die auf besonderen Böcken aufgestellt sind und infolge ihrer Bauart eine gleichmäßige Beschickung des Förderbandes zulassen, einem 75 cm breitem Sammelband, Bauart Meco, in der nächsttieferen Sohle zu, das die Kohle eines ganzen Abbaufeldes der Seilbahn auf der Fördersohle zuführt[1]). Die Bandförderstrecke dient gleichzeitig als Ausrichtungsstrecke der nächstfolgenden Scheibe, in der die Abbaufront um einen spitzen Winkel gegenüber der darüberliegenden gedreht wird. Die größte Abbaulänge beträgt 200 m, entsprechend dreizehn Abbauen, aus denen eine Fördermenge von 300 t je Schicht auf das Sammelförderband abgegeben werden kann. Durch die Einführung der Bandförderung hat sich eine Verminderung des Lohnanteils sowie eine weitgehende Zusammenfassung des Betriebes erzielen lassen. [N 2703] *Pr.*

[1]) „Glückauf" Bd. 65 (1929) S. 167.

Silikathüttenkunde als Chemie-Ingenieurwissenschaft

Von Eberhard Zschimmer, Karlsruhe

Auszug aus einem Vortrag zur Einführung in das Studium der Silikathüttenkunde an der Technischen Hochschule Karlsruhe

Neben der Eisen- und Metallhüttenkunde soll die Lehre von der Verhüttung des Quarzes und der Silikate als Silikathüttenkunde den Gegenstand einer besonderen Ingenieurwissenschaft bilden. Nach kurzem Eingehen auf das Wesen der Hüttenkunde und der Ingenieurwissenschaft im allgemeinen wird ihr Aufbau umrissen; als Grundwissenschaft wird eine Allgemeine Hüttenkunde gedacht.



Rennfeuerbetrieb bei afrikanischen Volksstämmen. Nach einem Modell des Deutschen Museums.

Weder in Deutschland, noch im Auslande hat man bisher die Silikathüttenkunde als Gegenstand einer in sich abgeschlossenen Ingenieurwissenschaft betrachtet. Wir stehen also vor etwas Neuem, wenn wir mit der Ausbildung von Silikat-Hütteningenieuren beginnen, und ich werde kurz auseinandersetzen, was damit beabsichtigt ist.

Entwicklung der Hüttenkunde

Die Hüttenkunde im allgemeinen umfaßt zwei große Gruppen von Industrien: auf der einen Seite Stahl, Eisen, Metalle überhaupt, auf der andern Seite keramische Erzeugnisse, Glas und Emaillewaren. Das Gemeinsame dieser Industrien hat schon im 17. Jahrhundert der berühmte Glasschmelzer und Technologe *Kunckel* mit einem kraftvollen deutschen Ausdruck bezeichnet, indem er das Glas „eine Frucht von der wahren Feuerkunst" nennt.

Das Gemeinsame ist vor allem die Arbeit mit dem offenen Feuer, die Hüttenarbeit oder, wie man auch sagt: die Verhüttung von natürlichen oder künstlichen Rohstoffen (Gesteine, Mineralien, Chemikalien) zu gewissen Werkstoffen und deren Verarbeitung zu Halb- oder Fertigerzeugnissen. Dabei denkt man im allgemeinen nur an solche Erzeugnisse, die in der Hütte selbst oder in unmittelbarem Anschluß an den Hüttenprozeß hergestellt werden. Kennzeichnend für die Hüttenarbeit sind die hohen Temperaturen, die heute praktisch bis 2000 °C reichen. Was unterhalb 400 bis 500 ° liegt, das rechnen wir bereits zur kalten Zone. Gemeinsam und kennzeichnend ist ferner für alle Zweige der Hüttentechnik die Verwertung pyrochemischer Vorgänge: Reduktion, Oxydation, chemische Verbindung und Trennung, Lösung und Absonderung (Kristallisation) von Stoffen im Feuer. Die Struktur der gewonnenen Erzeugnisse ist sehr verschieden. Sowohl bei den Metallen als auch bei de[n] [Er]zeugnissen, deren Rohstoffe die Kieselsäure (SiO_2) [und] die Silikate (Verbindungen von SiO_2 mit Na_2O, ... Al_2O_3 usw.) sind.

Wir Hüttenleute stehen auf altem Boden. U[nsere] Technik reicht zurück bis zur Erfindung des F[euer]machens und des Herdes. Zu dieser Zeit wurd[e die] Silikathüttenkunde geboren. Der keramische Sch[erben] entstand, das Glas, die Glasur und die Verglasun[g des] Metalls, die Emaille. Alles wahrscheinlich in k[urzer] Zeitfolge und fast gleichzeitig mit der Verhüttun[g der] Erze in der einfachen Form des Rennfeuerbetriebes, [wie] ihn heute noch afrikanische Volksstämme anwe[nden]. Eine prächtige Darstellung der Eisengewinnung [bei] afrikanischen Volksstämmen gibt ein Modell des [Deut]schen Museums[1]), das hier das Titelbild zeigt.

Ähnlich haben wir uns die Urtöpferei, die Glashütte und das erste Emaillierwerk vorzustellen. [Ge]meinsam ist allen Zweigen der großen Hüttenindu[strie] der eigentümliche Zauber, der über unserer harten, heute noch zum Teil urwüchsig anmutenden Arbeit [liegt]. Der Kampf mit dem Dämon des Feuers, mit den sc[hwer] zu bezwingenden Gewalten der Natur, unberechenb[aren] Zufällen und Tücken des Objekts verbindet den Hü[tten]mann des zwanzigsten Jahrhunderts mit jenen Zaube[rern], von denen die Tontafeln des *Assurbanipal* berichten, [daß] sie unter den Schmelzofen einen menschl[ichen] Embryo vergruben, dem sie Opfer brachten [in] dem Glauben, daß die noch nicht zur Auswirkun[g ge]langte Lebenskraft in den Dienst der Feuerkunst t[reten] werde. Gewiß, die neuzeitliche Hüttentechnik, die

[1]) Vergl. die Abbildung im amtlichen Führer 2. Aufl. S. 60.

issenschaft hat vielen dieser zauberhaften Dinge n mystischen Schleier genommen. Dennoch stehen Hüttenleute immer wieder vor neuen Rätseln, neuen eimnissen der Natur.

Wesen der Ingenieurwissenschaften

Ich habe hier das Gemeinsame betont, das unsere geschaffene oder vielmehr erst neu zu schaffende ssenschaft, die Silikathüttenkunde, mit der Metall-nkunde verbindet. Dabei habe ich nur den Gegental der Betrachtung umrissen; ich habe aber noch nicht zeigt, wie man von einem bloßen Aufzählen und Be-eiben der Dinge und Vorgänge der Hüttenerfahrung, o einer bloßen Sammlung solcher Kenntnisse und La-oratoriumsergebnisse zu einer regelrechten Wissen-aft gelangt.

Dieser Punkt ist überhaupt bei allen Ingenieur-ienschaften noch etwas dunkel geblieben — ich meine rein erkenntniskritische Frage nach dem Wesen und eigenen Sinn aller Ingenieurwissenschaften über-aupt. Ich habe diese Frage in früheren Schriften und sätzen schon ziemlich eingehend behandelt[2]), um so er war ich erfreut, den Vortrag meines verehrten egen *Rudolf Plank* über Naturwissenschaft und Tech-il auf der Hauptversammlung des Vereines deutscher nieure in Essen (1928) zu lesen[3]). Ich entlehne ihm in Gedanken, der, wie mir scheint, den kürzesten Aus-ck bildet sowohl für das wesentlichste Forschungs-ig als auch für den eignen Sinn der technischen Wissen-ft, d. h. der Ingenieurwissenschaft: die Idee der eckmäßigkeit. Wenn die Idee, der schöpfe-he Zweck im technischen Schaffen, wie ich es früher mal ausdrückte, die Macht des Geistes über die Ma-e ist, so ist die technische Wissenschaft die Lehre den Mitteln und Wegen, wie man zu dieser Macht ngt. Und wenn das feststeht, so können wir in der die Wissenschaftsidee der Ingenieurwissenschaft ten Endes nur darin erblicken, daß wir als Forscher er Wissenschaft zu entdecken oder zu erkennen en, wie alles vom Techniker Geschaffene gemacht den sollte, damit es technisch und wirtschaftlich in zweckmäßigsten Form gemacht wird.

Freilich können nur die Studierenden, die schon ihre ahrungen auf dem Felde der technischen Arbeit haben, i Verantwortung, die der Lehrer einer Ingenieur-wsenschaft übernimmt, vollkommen begreifen. Es ist l leichter, eine verwickelte mathematische Aufgabe zu en, als die Frage zu entscheiden, ob ein technisches rfahren, eine Bauweise A zweckmäßiger sei als ihr genstück B.

Entsprechend dem gemeinschaftlichen Kennzeichen verschiedenen Zweige der großen Hüttenindustrie d es, wie sich voraussehen läßt, eine gemeinsame undwissenschaft aller Gebiete der Hüttenkunde geben. er dieser Grundwissenschaft als Erdgeschoß werden die einzelnen Lehrgebäude der Metallhüttenkunde l der Silikathüttenkunde erheben. Was gehört zum Elgeschoß? Ich kann es nur skizzenhaft umreißen: l Eine allgemeine Theorie der Vergasung und Verfeue-ng der Brennstoffe, 2. eine allgemeine Theorie des nbaues und der Anlage von Hüttenwerken, 3. die gemeine Theorie der Massenbewegung, der Wägung, schung und Stapelung von Massen, 4. das hüttenmän-nche Meßwesen und die wissenschaftliche Betrieb-rung in Hüttenwerken.

Die besonderen Lehrgebäude, die sich über dieser iten Grundlage erheben, haben eine ähnliche Gliede-ng wie das Ganze. In jedem besonderen Hüttenwesen t es wieder einen allgemeinen Teil; er umfaßt alles s, was in den Untergebieten der Verhüttung der Erze d Metalle oder der Verhüttung des Quarzes und der ikate gemeinsam vorkommt.

Unser besonderes Fach,

die Silikathüttenkunde,

hat einen Sockel, in dem die allgemeinen Regeln und Grundsätze ruhen, nach denen der Silikathüttenmann arbeiten sollte, einerlei, ob man Glas macht, Ziegel brennt, Porzellan oder Emaillewaren herstellt. Die Regeln und Anweisungen zur Verhüttung des Quarzes und der Silikate bedeuten einfach eine handgreiflichere Fassung jener Grundsätze der Vergasung, Feuerung, Massenbewegung usw., die wir aus der allgemeinen Hüttenkunde kennen. Handgreiflich bedeutet füllig, mehr Einzelnes, Greifbares enthaltend — Greifbares aus den Gebieten der Glasindustrie, der keramischen Industrien und der Emaillewarenherstellung. In der allgemeinen Silikathüttenkunde sollte man nur die Aufgaben und Gegenstände grundsätzlich behandeln, die für alle einzelnen Zweige der Silikathüttenindustrie unmittelbar oder mittelbar Bedeutung haben.

Beispiele

Der Gas-Schwefel, der in der Flamme verbrennt, reagiert mit den Metalloxyden, die als Bestandteil der Gläser, Glasuren, Emailflüsse und keramischen Massen aller Art auftreten. Eine Erörterung der eigentümlichen Erscheinungen, die daraus hervorgehen, gehört in die allgemeine Silikathüttenkunde. Das Verderben der Glasuren in schwefelhaltigen Flammengasen, die Verfärbung keramischer Farben, die Blaufärbung von Borosilikatglas durch kolloidal gelösten Schwefel, die Reizung zum Auskristallisieren von Gläsern (opalartige Trübung durch Cristobalit), die die schwefelhaltige Flamme bewirkt; die Schwefelkrätze, die der Tafelglasmacher beim Einwärmen seines Werkstückes fürchtet, wenn der Schmelzofen oder die Trommel mit zu stark schwefelhaltiger Kohle beheizt wird, die Schwefelkrätze der Ziegel, die sich im Brennofen bildet — alle diese Erscheinungen, die eine ernste Quelle von Herstellungsfehlern bilden, sollte man in der allgemeinen Silikathüttenkunde zusammengefaßt besprechen.

Oder nehmen wir ein dem Maschineningenieur näherliegendes Kapitel: Die Massenbewegung, -wägung, -mischung und -stapelung. Erze werden anders aufbereitet als Tone und Kaoline, Mischmaschinen für Glasgemenge, Porzellanmasse, feuerfeste Massen arbeiten anders als Kohlenmischer und ähnliche Mischeinrichtungen für Grobgut. Die Mühlentechnik der Keramik erfordert besondere Grundsätze, die der Eigenart des Stoffes und seiner Bestimmung entsprechen usw. Dieses alles, gehörig zusammengefaßt, wird die allgemeine Silikathüttenkunde zu lehren haben.

Nun verarbeiten wir den Quarz und die Silikate mit ihrem feuerbeständigen Troß der Borate, Phosphate, Fluoride usw. hüttentechnisch zu Kunststoffen, die ihrem Ursprung nach ein eigenartiges Verhalten zeigen. Es müssen die einzelnen Wissenschaften folgen, die uns lehren, wie Glas gemacht wird (Glaswaren aller Art), keramische Waren und Emaillewaren.

Aber welch ein Stumpfsinn wäre es, wenn unsere Wissenschaft nichts andres zu tun wüßte, als eine Beschreibung von den Dingen und Vorgängen anzufertigen, die draußen in der Industrie vorhanden sind. Wir fordern von ihr Erkenntnisse, Ergebnisse einer zähen und in die Tiefe bohrenden

Forschungsarbeit;

mit einem Worte: technische Wahrheit!

Aber was denn noch erforschen, wenn es schon in der Praxis so ist? Hier möchte ich betonen, wie verschieden, wie gänzlich verschieden gerichtet das Forschen und Erkennen des sogenannten reinen Theoretikers gegenüber der Ingenieurwissenschaft ist. Das wirkliche Ding, was da ist — z. B. ein Schmelzofen der Glasindustrie— , dieses Seiende begrifflich zu analysieren, um es einzuordnen in ein System des Seins, sein Werden und Vergehen aus Gesetzen zu erklären, alle die Denkfunktionen des reinen Forschers, den die Liebe zum Wissen treibt, sie liegen für uns in einer Ebene des Erkennens, in der unser Geist sich nicht bewegt, weil er dort nichts zu suchen hat.

---

[2]) Vergl. „Philosophie der Technik“. Vom Sinn der Technik und tik des Unsinns über die Technik. 1. Aufl., Jena 1914, Diederichs; 2 nveränderte Aufl., Jena 1919, Thüringer Verlagsanstalt (Volksbuchdlung). — Naturwissenschaftliches und technisches Denken, „Die urwissenschaften“, Bd. 2 (1914) S. 412. — Zur Erkenntniskritik der nnischen Wissenschaft; Festschrift anläßlich des hundertjährigen Beens der Technischen Hochschule Fridericiana, Karlsruhe 1925, S. 531.

[3]) Z. Bd. 72 (1928) S. 837.

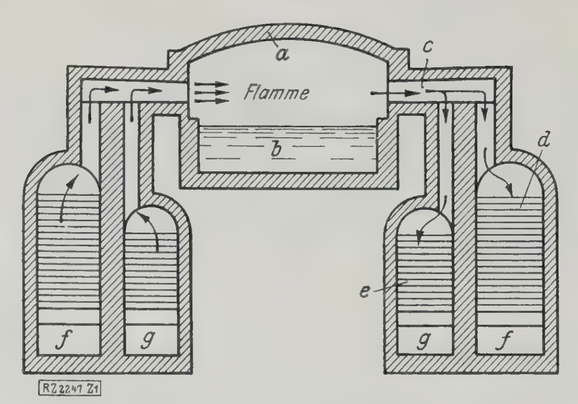


Bild 1
Regenerativwanne zum Glasschmelzen. Schema nach J. Lamort.

a Gewölbe
b Bad (Glasschmelze)
c abziehende Flammengase
d Gitterwerk der Luftkammer
e Gitterwerk der Gaskammer
f Luft (bzw. Abgase)
g Gas („ „)

Gesetzt, der Glasschmelzofen sei in jeder Beziehung als Seiendes erforscht. Betrachten wir als anschauliches Beispiel die Prinzipskizze eines Wannenofens mit Regenerativfeuerung, Abb. 1. Wenn man den Ofen genau kennt, dann fängt für unsere Wissenschaft erst die Aufgabe an. Sie lautet: Wie sollte man den Ofen bauen, damit er seinen technischen Zweck in der vollkommensten Form und zugleich in der wirtschaftlichsten Weise erfüllt? Für uns ist der Ofen eine Wärmemaschine[4]).

Wir führen *c* kcal in Form von Gas aus Gaserzeugern zu; wir wünschen an der Oberfläche des Schmelzbades eine Temperatur von *t* °C, eine Glasausbeute von *m* t in 24 h, und zwar von bester Gü bezug auf Farbe, Lauterkeit und Freiheit von Schl Dieses alles soll aber so vor sich gehen, daß wir i täglich von der Blasmaschine ausgearbeiteten Glas einen möglichst großen Anteil der zugeführten W menge wiedergewinnen. Wir stehen damit vo äußerst schwierigen Aufgabe der Ingenieurwissens dieses praktisch gebrauchte, durch Generationen ve Ding aus feuerfesten Steinen, das an sich ganz z dienlich sein mag (der Ofen brennt, er liefert Glas), w wirtschaftlich und silikathüttentechnisch durchzud und nachzurechnen, um festzustellen, ob der Ofen auch zweckmäßig gebaut ist, oder vielmehr: wie e dem heutigen Stand der Silikathüttenkunde gebaut den sollte, um in Wahrheit zweckmäßig zu sein.

Möglich ist, daß das vorgefundene wirkliche Di Praxis schon so ist, wie es sein sollte. Nun, dan unsere Wissenschaft eben dieses Urteil zu fällen Urteil, das die reine Wissenschaft nicht kennt; nä gut so, richtig gemacht! Will die Praxis denn andres von uns wissen als dieses Gut- oder Schlec der praktischen Dinge? Will die Industrie von der senschaft etwas andres hören als Gebote, wie es i Praxis am besten gemacht werden sollte?

Nur das ist Ingenieurwissenschaft. Gewiß, wir die Physik und die Chemie zur Hilfe, um die Ding denen wir arbeiten, so zu sehen wie ein Uhrwer Glas. Nicht etwa, weil das unseren Trieb zur rein kenntnis befriedigte, einzig und allein deshalb, we die Natur auf diese Weise besser beherrschen.

Wir wollen **W i s s e n s c h a f t** treiben. Wissen bedeutet: Kritik, Genauigkeit und Vollständigkeit. beste Kritiker ist das System. Wenn alle Erfahrung Praxis und Beobachtungen des Laboratoriums i Form eines in sich widerspruchlosen Lehrgebäud stehen, erst dann dürfen wir von einer Silikathütten als Chemie-Ingenieurwissenschaft sprechen. [B 22

[4]) Vergl. D. *Aufhäuser:* Der Glasschmelzofen als Wärmemaschine, Glastechn. Ber. Bd. 6 (1928) S. 372.

Die Anwendung der Längsspantenbauart nach Isherwood

Über die Entwicklung der Längsspantenbauart nach *Isherwood* im Laufe der letzten 21 Jahre, seitdem sie im Schiffbau zuerst angewandt worden ist, bringt „The Shipbuilder" die folgende Zahlentafel, deren letzte Spalten allerdings zusätzlich als Unterschied der einzelnen Jahre berechnet worden sind.

Jahr	Gesamtzahl	Gesamttragfähigkeit t	Zuwachs im Jahr	Zuwachs im Jahr an Tragfähigkeit t
1907/8 . . .	6	31 608	—	—
1909	36	212 992	30	181 384
1910	76	484 752	40	271 760
1911	140	958 795	64	474 040
1912	240	1 777 348	100	818 553
1913	270	1 993 034	30	215 686
1914	311	2 351 322	41	358 288
1915	468	3 548 221	157	1 196 899
1916	620	4 666 000	152	1 117 779
1917	800	6 332 150	180	1 666 150
1918	1050	8 707 700	250	2 375 550
1919	1260	10 594 700	210	1 887 000
1920	1395	11 962 400	135	1 367 700
1921	1418	12 032 400	23	70 000
1922	1431	12 101 890	13	69 490
1923	1443	12 174 490	12	72 600
1924	1472	12 408 700	29	234 210
1925	1502	12 649 730	30	241 030
1926	1551	13 096 480	49	446 750
1927	1618	13 491 380	67	394 900
1928	1653	13 752 920	35	261 540

Aus dieser Zahlentafel ist ersichtlich, daß der Umfang des Baues von Längsspantenschiffen im Laufe der Jahre sehr stark geschwankt hat. Die niedrigen Zahlen der Jahre 1921 bis 1923 sind vor allem auf den allgemeinen Niedergang des Schiffbaues in dieser Zeit zurückzuführen. Außerdem ist die Anwendung der Längsspantenbauart im Laufe der Zeit immer mehr auf Tankschiffe beschränkt w bei denen ihre Vorteile am einwandfreiesten zur G kommen, ohne daß gleichzeitig Nachteile in Ersche treten. Bei andern Schiffen als bei Tankschiffen ha vielfach gezeigt, daß die hohen Rahmenspanten den zu stark beeinträchtigten.

Der Gewichtsvorteil, den die ersten Schiffe der L spantenbauweise gegenüber Querspantenschiffen zeigte außerdem zum Teil dadurch verringert worden, da Querspantenbauweise im Laufe der Zeit vervollkon und im Gewicht verringert wurde. Eine ähnliche Ent lung scheint sich übrigens auch in bezug auf den Ba Tankschiffen geltend zu machen; in den letzten J sind verschiedene neue Tankschiffbauarten einge worden, die der fast ausschließlichen Verwendung Isherwood-Bauweise im Tankschiffbau Abbruch getan h

Unter den im letzten Jahre fertiggestellten nac Isherwood-Bauart ausgeführten Schiffen befinden si Fahrzeuge von mehr als 10 000 t Tragfähigkeit und durchweg Motortankschiffe; das größte Schiff wa gleichzeitig größte Tankschiff „C. O. Stillman" von 2 Tragfähigkeit; die Tragfähigkeit dieser 16 Tankschif trug im Mittel 14 000 t, ein Beweis dafür, daß heute f Tankschiffahrt nur noch große Fahrzeuge gebaut w Fast alle diese Schiffe sind nach der neuen sogena knielosen Bauweise ausgeführt, über die bisher gut fahrungen vorliegen.

Wohl infolge der geringeren Verwendung des L spantensystems im Tankschiffbau hat *Isherwood* der I bildung einer gemischten Bauart wieder mehr Auf samkeit zugewendet; bei dieser sind nur der Boden u Decks mit Längsspanten gebaut, die Seiten dagege gewöhnlichen Querspanten. Nach dieser gemischten weise sind in den letzten Jahren u. a. zwei hochw schnellaufende Frachtschiffe von etwa 9000 t Tragfäh auf britischen Werften gebaut worden, ferner zwei fü treidebeförderung bestimmte Schiffe. Die bisher insg gebauten Isherwood-Schiffe verteilen sich auf 822 Ö schiffe mit 7 728 450 t Tragfähigkeit und 831 Fahrgast Frachtschiffe, Kohlendampfer, Erzdampfer, Dampfer fü nordamerikanischen Seen, Leichter und verschiedene a Fahrzeuge. („Shipbuilder" Bd. 36 (1929) S. 168)
[N 2619]

Die neue Zentralkokerei auf Zeche Emil, Essen-Altenessen

Von Dipl.-Ing. R. GAU, Essen

Unterschiede in der technischen Entwicklung neuzeitlicher amerikanischer und deutscher Großkokereien. Beschreibung der neuen Zentralkokerei auf Zeche Emil, Essen-Altenessen, bestehend aus drei Batterien zu je 39 Großleistungsöfen mit einer Kokserzeugung von 600 000 t im Jahr. Abmessung einer Kammer; Garungszeit der Kohlen. In den 117 Öfen werden aus 2400 t Kohlen 1650 t Koks hergestellt; Angaben über die Nebenerzeugnisse. Bauart und Arbeitsweise der Öfen, die vollkommen mechanisch bedient werden. Die hierzu notwendigen Einrichtungen. Die Gewinnungsanlagen für die Nebenerzeugnisse.

den letzten Jahren hat man in Deutschland ganz er- bliche Anstrengungen gemacht, den Vorsprung, den rika im Kokereiwesen dank seiner reichen Mittel seiner durch den Krieg außerordentlich begünstigten schaft im letzten Jahrzehnt erringen konnte, wieder holen. Die in der Großindustrie und im Bergbau tendig gewordene Rationalisierung mußte sich zwang- g auch auf die Kokereien erstrecken, und so sind in etzten Jahren namentlich im Ruhrgebiet eine Reihe neuzeitlichen Großkokereien[1]) entstanden, die in her Beziehung die noch bis vor kurzem als vorbild- geltenden amerikanischen Kokereien in bezug auf ische Durchbildung, weitgehende Mechanisierung wirtschaftliche Betriebsweise übertreffen dürften.

Entwicklung in Amerika und Deutschland

Dabei ist die Entwicklung bei uns durchaus andre e gegangen als in Amerika. Dort strebte man haupt- ich nach einer größtmöglichen Steigerung des Durch- es, selbst auf Kosten der Großstückigkeit des Kokses des Ausbringens an Nebenerzeugnissen, was man h schmale, nur 350 mm breite Kammern und nur 11 h Garungszeit zu erreichen suchte. Dagegen man bei uns nach wie vor das größte Gewicht auf ugung eines großstückigen Kokses, auf gute Wärme- schaft und ungeschmälertes Ausbringen an Teer, moniak, Benzol und eines guten, für die Ferngasver- ung geeigneten Gases. Man ist daher bei uns von zeitweise für vorteilhaft angesehenen schmalen Ofen- amern mit 350 mm mittlerer Breite im allgemeinen ieder abgekommen und hat bei den neueren Anlagen 400 bis 500 mm Kammerbreiten gewählt mit 18 bis 24 h Garungszeit.

Da nun die bisher üblichen kleinen Kokereien auf den einzelnen Schachtanlagen infolge schlechter Ausnutzung der Belegschaft und der Maschinen unter den heutigen Wirtschaftsverhältnissen nicht mehr vorteilhaft arbeiten, müssen diese allmählich den Zentralkokereien, die mehrere ältere Betriebe zusammenfassen, weichen. Die Kokserzeugung, die früher je Kokerei etwa 250 000 bis 300 000 t jährlich betrug, ist bei den neuzeitlichen Großkokereien auf 600 000 t bis über 1 Mill. t gesteigert. Entsprechend sind auch die Leistungen der Ofenkammern von je rd. 2100 auf 5000 bis 8000 t im Jahr gestiegen.

Die neue Kokerei auf Zeche Emil

Ein kennzeichnendes Beispiel für diese neuzeitliche Entwicklung zum Großbetriebe bietet die neue Zentralkokerei des Köln-Neuessener Bergwerksvereins, die im Jahre 1928 auf der Schachtanlage Emil, Essen-Altenessen, in Betrieb genommen wurde. Durch diese Anlage werden die bisher bestehenden kleineren Kokereien der Gesellschaft auf den Schächten Heinrich, Karl und Anna-Emil, die nach heutigen Begriffen schon veraltet waren, zu einer Großkokerei zusammengefaßt, Abb. 1.

Die alte Anlage auf Schacht Heinrich besteht aus 120 Öfen mit einer Jahresleistung von 290 000 t Koks, die auf Schacht Karl aus 80 Öfen mit 130 000 t jährlicher Kokserzeugung und die alte Anlage auf Anna-Emil hatte 60 Öfen mit einer Leistung von 100 000 t Koks. Zusammen leisten daher die alten Anlagen mit insgesamt 260 Öfen 520 000 t Koks im Jahr. Die neue Anlage auf Schacht Emil besteht aus drei Batterien zu je 39 Großleistungskoksöfen mit einer Kokserzeugung von 600 000 t im Jahr. Für den endgültigen Ausbau der Anlage ist noch eine vierte Batterie von 39 Öfen vorgesehen, mit der die Gesamtanlage dann 800 000 t im Jahr erzeugt.

Der Inhalt einer Ofenkammer beträgt 17.8 t feuchte Kokskohle mit rd. 12 vH Wassergehalt. Die Kammer ist 12 000 mm lang, 3600 mm hoch und, bei einer Verbreiterung des Querschnittes von der Maschinenseite zur Koksseite um 60 mm, in der Mitte 475 mm breit. Die übliche Garungszeit beträgt etwa 20 bis 21 h, doch hat sich erwiesen, daß die Öfen im Bedarfsfalle auch mit der für diese Ofenbreite recht kurzen Zeit von 18 bis 19 h be-

[1]) Vergl. S. 444 dieses Heftes.

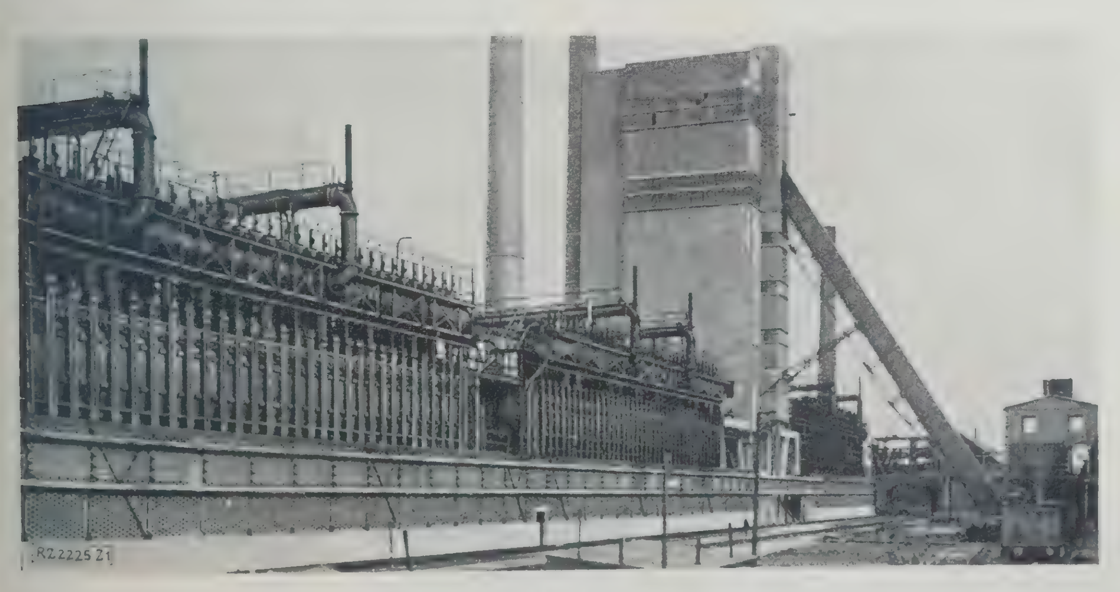


Abb. 1
Zentralkokerei der Zeche Emil des Köln-Neuessener Bergwerksvereins, Essen-Altenessen.
Ansicht von der Maschinenseite.

trieben werden konnten. Von den bisher erbauten 117 Öfen werden bei Vollbetrieb täglich rd. 2400 t feuchte Kokskohle verarbeitet und 1650 t Koks hergestellt. An Nebenerzeugnissen werden dabei etwa 75 t Teer, 26 t schwefelsaures Ammoniak und 16 t Benzol täglich gewonnen.

Verarbeitet werden die auf den Schachtanlagen Emil, Fritz und Karl entfallenden Fettfeinkohlen, von denen die Kohle von Schacht Emil nach der Tiegelprobe (Bochumer Verfahren) etwa 24 vH flüchtige Bestandteile hat, die von Schacht Fritz 33 vH, und die Kohle von Schacht Karl 28 vH. Aus der Mischkohle gewinnt man im Mittel 75,5 vH trockenen Koks, bezogen auf trockene Kohle. Der Koks hat nach der Trommelprobe (auch Micumprobe genannt) eine Festigkeit von 79 vH, d. h. nach 100 Umläufen der Probetrommel in 4 min sind noch 79 vH Stücke von über 40 mm Größe vorhanden.

Die Ofenwände der beiden ersten Batterien sind bis zum Sohlkanal einschließlich in Silikasteinen ausgeführt, für den Unterbau mit den Regeneratoren wurden Schamottesteine verwendet. Bei der Batterie III wurden die Wände aus hochsauren Schamottesteinen hergestellt, um bei Kokseinschränkungen diese Anlage III als Pufferbatterie betreiben zu können; denn die Schamottesteine vertragen Schwankungen in der Temperatur und vollständige Stillegungen besser als die in dieser Beziehung sehr empfindlichen Silikasteine. Ferner war die Bauzeit sehr kurz und bei dem damals sehr starken Beschäftigungsgrad der Silikasteinfabriken die rechtzeitige Herstellung der Silikasteine unmöglich.

Die Gesamtanlage wurde von der Firma Kogag, Koksofenbau und Gasverwertung A.-G., Essen, errichtet, nach deren Bauart bereits zwei Ofenbatterien auf Schacht Emscher des Köln-Neuessener Bergwerksvereins und eine Batterie auf der Zeche Radbod, Hamm i. W., der Bergwerksgesellschaft Trier erbaut waren. Die Öfen wurden als Verbundöfen ausgeführt, die man wahlweise mit eigenem Destillationsgas oder mit aus Koksabfällen herzustellendem Gas aus Gaserzeugern beheizen kann. Im ersten Falle würden nach Abzug des für die Beheizung der Öfen dienenden Koksofengase noch 400 000 m³ Überschußgas täglich zur Verfügung stehen, bei Beheizung der Öfen mit Gas aus Gaserzeugern dagegen 700 000 m³.

Eine Verwertung des hochwertigen Koksofengases, das einen oberen Heizwert von wenigstens 4800 kcal/kg bei 0 ° und 760 mm Q.-S. hat, als Leuchtgas für die Ferngasversorgung darf dank der rührigen Tätigkeit der Ruhrgas-A.-G., Essen, für den Ausbau der Ferngaslieferungen zuversichtlich erwartet werden. Die Ferngasanlage auf Schacht Emil ist bereits im Bau und ein Teil des Überschußgases wird schon heute als Stadtgas nach Essen geliefert.

Wärmevorgänge

Abb. 2 zeigt Bauart und Arbeitsweise der Öfe… wie auch den Gang der Verbrennungs- und Ab… gase im Ofen. Als Besonderheit der Kogag-Bauweis… folgendes hervorzuheben: Um die Wärmeverluste … Strahlung an den Stirnseiten der Öfen auszuglei… beheizt man die Kopfheizzüge an den Ofenenden st… durch besondere Gaszuführungen. Infolge der A… nung einer wagerechten Zunge im Regenerator wir… Luft zwangläufig durch die Regeneratorfüllung hind… geleitet und die Entstehung toter Ecken vermieden. … ist weiter hierbei, daß die Regeneratoren nicht i… üblichen Weise mit Gittersteinen ausgesetzt sind, A… sondern als Füllung Chamotterohre erhielten, durch… zwischen die die Gase der Länge nach hindurchstrei… Der Strömungswiderstand der Gase ist hierbei ger… und die wärmeübertragende Fläche gegenüber den G… steinen vergrößert. Die Anordnung, daß die vorgewä… Luft an den Stirnseiten der Öfen aus dem Regene… nach oben in den Verteilkanal tritt, ergibt auch … weiteres eine bevorzugte Versorgung der Kopfhei… mit Verbrennungsluft.

Die Schwierigkeit, die hohen Ofenkammern bei… seitiger Beheizung von unten gleichmäßig zu erwä… ist bei diesen Öfen dadurch gelöst, daß die Binde… Heizzüge in den oberen Lagen entsprechend der … oben hin abnehmenden Flammentemperatur fortschre… ausgebaucht sind, Abb. 4 und 5. Dadurch wird ei… erreicht, daß die Heizgase im oberen Teil der Heiz… an die Kammerwände herangedrängt werden und … größere Geschwindigkeit erhalten, so daß die W… übertragung durch Berührung und Leitung verbe… wird; ferner wird die Abstrahlung der Wärme inne… der Heizzüge von den beiderseits beheizten, höhe… hitzten Bindern auf die Läufer durch die Ausbauchu… gefördert, da die Strahlungsintensität mit dem Einst… winkel wächst. Die durch Strahlung hier übertra… Wärmemenge ist sehr erheblich, da sie nach dem *S… Boltzmannschen* Gesetz mit der vierten Potenz der … renz der absoluten Temperaturen wächst. Durch … Ausbildung der Heizwand wird jedenfalls erreicht, … ein irgendwie praktisch ins Gewicht fallender Tem… turunterschied in der Heizwand in senkrechter Ric… nicht mehr besteht und die Verkokung daher vollko… gleichmäßig fortschreitet.

Messungen von neutraler Seite liegen für die Ko… Emil leider noch nicht vor, dagegen wurde gelege… des Abnahmeversuches der nach derselben Kogag-… weise erbauten 3,4 m hohen Koksöfen auf Zeche Ra… Hamm i. W., durch den Dampfkesselverein des Ober… amtsbezirks Dortmund als Mittel von rd. je 100 Me… gen der Kammertemperaturen unten und oben unm… bar nach dem Ausdrücken des Kokses in etwa 1 bis … Höhe von der Ofensohle eine Durchschnittstempe… von 921,8 °C und in der Wand oben … 902,8 ° gefunden, es ergab sich also ein … tisch ganz bedeutungsloser Temperatur… von nur 19 °C, während ohne die Bi… ausbauchungen, dem natürlichen Wär… fälle der Verbrennungsgase entsprec… etwa 100 bis 120 ° Temperaturunterschie… dieser Ofenhöhe angenommen werden d…

Abb. 2 Längsschnitt durch den Kogag-Verbundofen.

Die Ofendecke ist nicht wie sonst üblich in Gewölbe-
werk, sondern in feuerfester Stampfmasse ausge-
. Eine solche gestampfte Decke hat den Vorzug einer
tisch vollkommenen Gasdichtigkeit sowie einer
ren Festigkeit und größeren Widerstandfähigkeit
en die starken Beanspruchungen und Erschütterun-
e durch den auf der Ofendecke laufenden Füllwagen.
zwischen den Sohlkanälen unter der Heizwand lie-
elen Gaszuführungskanäle sind gleichfalls beiderseits
o Stampfmasse umgeben, wodurch bei dem Fortfall von
'en die Gasdichtigkeit der Kanäle wesentlich er-
ä wird.

Betrieb

Die Öfen werden in halbstündigem Wechsel durch
ktrisch angetriebene Wechselwinden am Kopfende
er Batterie beheizt. Das Heizgas wird auf die ein-
een Heizzüge durch kalibrierte Düsen aus Graphit-
sse verteilt und die Beheizung durch kleine Schieber-
h auf dem oberen Ausgang der Heizzüge, die durch
i Durchbrechungen in der Ofendecke zugänglich sind,

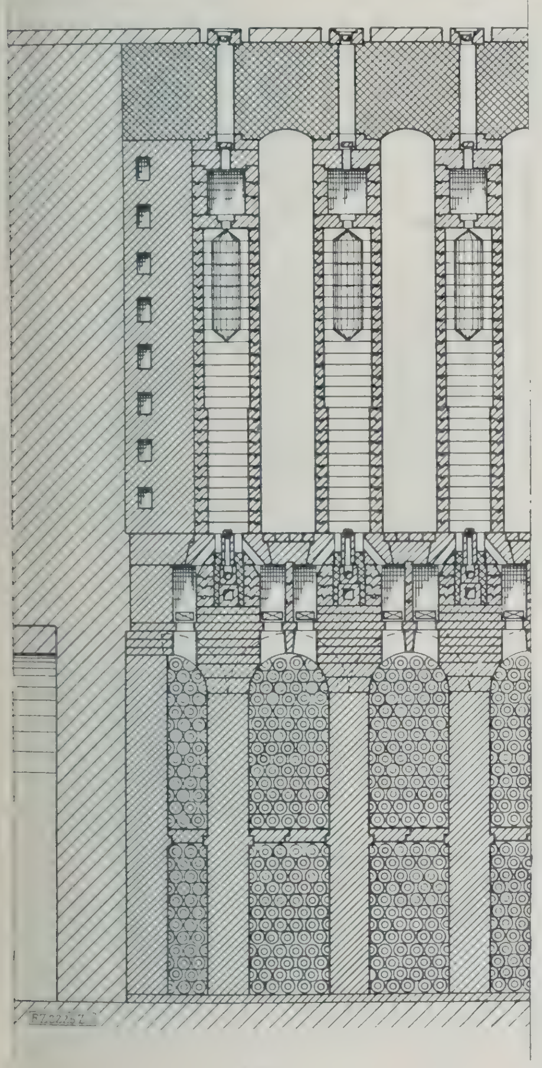


Abb. 3
Querschnitt durch den Kogag-Ofen.

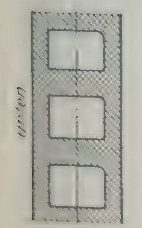
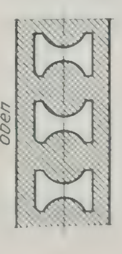


Abb. 4 und 5
Querschnitte durch die Heizwand.



geregelt. Seitlich werden die Ofenkammern durch selbstdichtende Türen, Bauart *Ebert-Limberg*, verschlossen. Die zur Abdichtung dienenden starken Asbestwülste haben ihre Anlagefläche ganz an der Außenseite und sind damit der Einwirkung der Hitze nach Möglichkeit entzogen.

Die in der Kokerei Emil zur Verarbeitung gelangende Kokskohle wird, wie erwähnt, nur zum Teil von der Schachtanlage Emil geliefert. Die weiter erforderliche Kohle wird von den in der Nähe gelegenen Schachtanlagen Karl, Heinrich und Fritz in Eisenbahnwagen geliefert. Nach Durchgang durch ein Becherwerk gelangen die Kohlen in den zwischen den Ofenbatterien errichteten 45 m hohen, 1500 t fassenden Kohlenturm. Oben im Kohlenturm befindet sich eine Mischanlage für die verschiedenen Kohlensorten.

Die Öfen werden vollkommen mechanisch bedient. Durch auf der Ofendecke laufende, elektrisch angetriebene Füllwagen wird die Kohle vom Kohlenturm zum Ofen gebracht, Abb. 2. Die Türen werden durch elektrisch betriebene Abhebevorrichtungen bewegt, die auf der Maschinenseite mit der Koksausdrück- und Planiermaschine, auf der Koksseite mit dem auf der Rampe vor dem Ofen laufenden Koksführungsschild vereinigt sind. Der Koks wird in einen Schrägwagen gedrückt und unter dem an den Kohlenturm angegliederten Kokslöschturm abgelöscht. Der Koks wird so gleichmäßig abgelöscht, daß er im Durchschnitt mit einem Wassergehalt von nur 2 bis 3 vH abgeliefert wird. Der gelöschte Koks wird auf eine Schrägrampe abgeworfen und durch ein Gummiförderband in die Grobkokssieberei befördert. Der auf Rollenrosten abgesiebte Grobkoks wird unmittelbar in die darunter laufenden Wagen verladen, während der Feinkoks durch ein Becherwerk zur Sieberei geht.

Infolge vollkommener Mechanisierung des gesamten Ofenbetriebes wurde die Arbeitsleistung je Mann und Schicht außerordentlich gesteigert. Bei älteren Anlagen beträgt die Kokserzeugung 3 t, bei der Zentralkokerei Emil dagegen 24 t je Mann und Schicht, also das Achtfache. Wenn auch die Kosten des Kapitaldienstes und der Kraftverbrauch bei den neuen Anlagen steigen, so werden doch die Lohnkosten durch die Ersparnis an Bedienungsmannschaften so ermäßigt, daß sich die Umwandlungskosten für 1 t Koks bei den neuzeitlichen Großkokereien erniedrigen.

Anlagen für Nebenerzeugnisse

Das Ammoniak wird nach dem mittelbaren oder Waschverfahren durch Auswaschen des Ammoniaks mittels Wassers aus dem Rohgas gewonnen. Es würde hier zu weit führen, zu erörtern, daß das alte Waschverfahren gegenüber dem lange Zeit für vorteilhafter gehaltenen und bis vor kurzem fast ausschließlich üblichen unmittelbaren oder halb unmittelbaren Verfahren wirtschaftlich durchaus bestehen kann und sogar noch mancherlei Vorzüge hat. Dies geht schon daraus hervor, daß man auf den in den letzten Jahren neuerbauten Großkokereien sich fast ausnahmslos für das Waschverfahren entschieden hat.

Auf der Kokerei Emil ist nun noch eine bemerkenswerte Neuerung zu verzeichnen. An Stelle der sonst üblichen umfangreichen Hordenwascher hat man hier zum ersten Mal auf einer Großanlage ausschließlich stehende Fliehkraftwascher, Bauart *Feld*, verwendet, Abb. 6. Die außerordentliche Überlegenheit dieser Wascher wird dadurch gekennzeichnet, daß hier zur Ammoniakauswaschung zwei Feld-Wascher von 4 m Dmr. und 8,6 m Höhe eine Hordenwascheranlage von vier großen Waschern mit 3,2 m Dmr. und 32 m Höhe ersetzen. Dabei ist die Wirkung der Feld-Wascher bedeutend besser, als sie mit Hordenwaschern jemals erreicht werden kann. Während man sich bei diesen mit einer Anreicherung des Wassers an Ammoniak auf etwa 10 g/l begnügen muß, erreichen die Feld-Wascher eine Anreicherung nicht unter 20 g/l bei einem im Gas zurückbleibenden Restbetrag an Ammoniak von nur 1 bis 2 g in 100 m³. Die doppelt so starke Anreicherung durch die Feld-Wascher bedingt aber eine entsprechende Ersparnis an

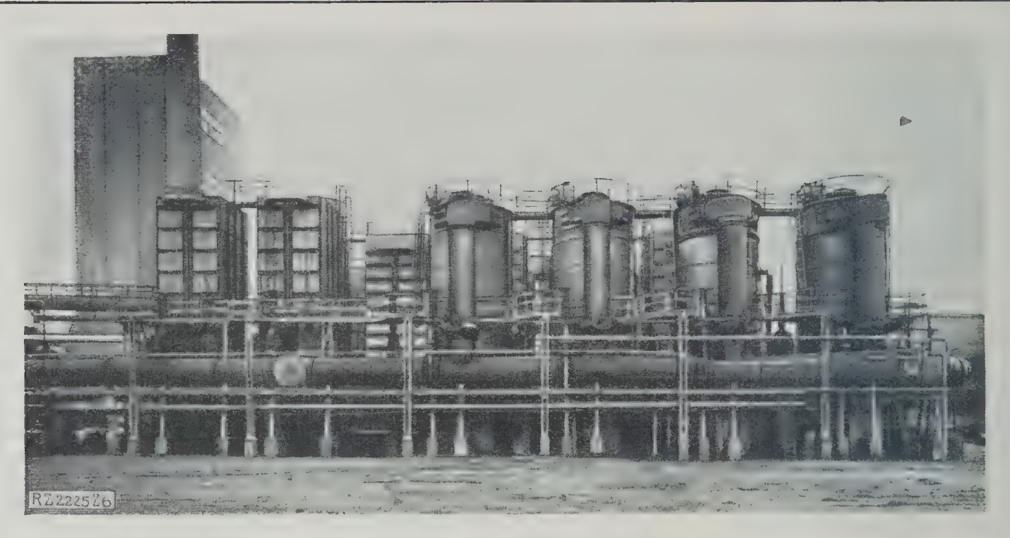


Abb. 6
Ammoniak- und Benzolwäscheranlage mit Fliehkraftwaschern, Bauart *Feld.*

Pumpenarbeit und an Dampfaufwand für die Ammoniakabtreiber, da die zu verarbeitende Wassermenge verhältnismäßig geringer wird. Der Kraftverbrauch des einzelnen Waschers beträgt etwa 50 PS.

Auch das Benzol wird in zwei Feld-Waschern mit den gleichen Abmessungen gewonnen, die wiederum vier der üblichen Hordenwascher von 3,2 m Dmr. und 34 m Höhe ersetzen. Die Waschwirkung ist als gut zu bezeichnen. Steinkohlenteeröl wird als Waschöl verwendet. Dieses wird bei Vollbelastung der Wascher mit je 17 000 bis 18 000 m³/h Gas auf etwa 3 vH mit Benzol angereichert. Der durchschnittliche Benzolgehalt des Gases vor den Waschern beträgt 30 g/m³. Das Benzol wird bis auf etwa 1,5 bis 2 g ausgewaschen, d. h. die Waschleistung beträgt 93 bis 95 vH. Der Kraftverbrauch der Benzolwascher ist wegen der größeren Zähflüssigkeit des Waschöls etwas größer wie bei den Ammoniakwaschern und beträgt etwa 55 PS für jeden Wascher. Die Kosten für den Kraftverbrauch der Feld-Wascher werden reichlich aufgewogen durch die Ersparnis an Pumpenarbeit für die Wascherpumpen, an Dampfverbrauch für die Abtreiber und an Anlagekosten.

Bei dem gesamten Ausbau der Zentralkokerei Emil ist auf architektonische Schönheit in weitgehendem Maße Rücksicht genommen. Die ganze Anlage ist in neuzeitlicher Klinkerarchitektur ausgeführt worden und macht im Gegensatz zu dem gewohnten düsteren und unfreundlichen Aussehen der älteren Kokereien einen ansprechenden monumentalen Eindruck. Die architektonische Durchbildung des Ganzen verbindet Zweckmäßigkeit mit gefälligem Aussehen.

Zusammenfassung

Der Vorsprung Amerikas in der technischen Entwicklung der Kokereien ist durch den Bau der neuzeitlichen Großkokereien im Ruhrgebiet in den letzten beiden Jahren von der deutschen Kokereiindustrie zum mindesten aufgeholt, wenn nicht gar überholt. Dabei ist die Entwicklung in Deutschland andre Wege gegangen als in Amerika. Der amerikanische Grundsatz, mit schmalen Ofenkammern einen großen Durchsatz zu erreichen auf Kosten des Ausbringens an Nebenerzeugnissen, hat hier keinen Anklang gefunden. Man baut in Deutschland durchweg wieder Öfen von 400 bis 500 mm Breite, um großstückigen Koks und eine gute Ausbeute an Nebenerzeugnissen zu erhalten.

Die neuen deutschen Großkokereien im Ruhrgel sollen eine Mehrzahl von älteren Kokereibetrieben setzen und die Betriebskosten durch weitgehende Mec nisierung unter voller Ausnutzung der Bedienur maschinen gegenüber den alten Betrieben wesentlich l absetzen. Eine solche Zusammenfassung mehrerer älte Betriebe wurde durch den Neubau der Zentralkok des Köln-Neuessener Bergwerksvereins auf Schacht E bezweckt. Die neue Anlage, bestehend aus 117 Kog Koksöfen mit einer Jahresleistung von 600 000 t K ersetzt drei alte Anlagen mit insgesamt 260 Öfen einer Jahresleistung von 520 000 t Koks.

Die Bauart der Firma Koksofenbau und Gasverw tung-A.-G. weist folgende Neuerungen auf: Besond verstärkte Beheizung der Kopfheizzüge an den Ofenen zum Ausgleich der Wärmeverluste durch Strahlu Unterteilung der Regeneratoren durch wagerechte Z schenwände, so daß durch zwangläufige Führung Gase eine volle Ausnutzung des Generatorraumes reicht wird; Zustellung der Regeneratoren mit Schamo rohren an Stelle der üblichen Gittersteine, wodurch wärmeübertragende Fläche um etwa 20 vH vergröß wird und dementsprechend auch der Wirkungsgrad; A bauchung der Bindersteine in den oberen Teilen Heizzüge, wodurch die Wärmeübertragung durch K vektion und Leitung erhöht, die Wärmeabstrahlung den Bindern auf die Läufer vergrößert und so eine v kommen gleichmäßige Wärmeübertragung trotz n oben hin abnehmender Flammentemperatur auf die H wände erreicht wird. Ausführung der Ofendecke feuerfester Stampfmasse an Stelle des sonst üblic Gewölbemauerwerks; die gestampfte Decke hat Vorzug einer praktisch vollkommenen Gasdichtigkeit höheren Festigkeit.

Die Öfen sind mit selbstdichtenden Türen, Bauart *Eb Limberg*, versehen. Die Anlage wird vollkommen me nisch betrieben und bedient, so daß die Bedienungsma schaften auf eine Mindestzahl beschränkt sind und Arbeitsleistung je Mann und Schicht, gegenüber älte Anlagen etwa um das Achtfache gesteigert ist.

Die Nebengewinnung arbeitet nach dem Wasch fahren. Für die Auswaschung des Ammoniaks und B zols wurden hier zum erstenmal auf einer Großanl Fliehkraftwascher, Bauart *Feld*, benutzt. Die diesen Waschern erzielten Betriebsergebnisse wer eingehend dargelegt. [B 2245

RUNDSCHAU

Eisenbahnwesen

..e 1D2-Heißdampf-Zwillings-Schnell-..glokomotive R 214 der Österr. Bundesbahnen

Auf der Hauptverkehrsader Österreichs, der Westbahn-..cke, die bei rd. 750 km Länge von Wien über Salzburg .. Innsbruck an die schweizerische Grenze führt, hat der ..rnationale Schnellzugverkehr nach dem Kriege eine ..entliche Steigerung erfahren. Während die vorwiegend ..irgige Strecke westlich von Salzburg größtenteils auf ..ktrischen Betrieb umgestellt worden ist, wird der Be-..rb in dem nach Wien anschließenden Hügelland auch ..terhin mit Dampflokomotiven durchgeführt.

Der 314 km lange Abschnitt Wien—Salzburg enthält in ..r Fahrtrichtung je zwei bis zu 12 km lange Strecken von ..T Steigung, im übrigen herrschen bis zu 20 km lange ..igungen von 3 bis 5 vT vor. Sehr zahlreiche Krümmungen .. 500 bis 400 m Halbmesser und darunter zwingen zu ..ifachen Geschwindigkeitbeschränkungen. Die mittlere ..chwindigkeit der Schnellzüge innerhalb der Gesamt-..cke beträgt heute 60 bis 63 km/h bei 500 bis 600 t Zug-..icht während der Reisezeit, wobei teilweise Vorspann ..rderlich ist. Der 240 t schwere Arlberg-Expreß fährt .. 72 km/h. Es wurde erstrebt, dessen Fahrzeit mit 650 t-..en ohne zweite Lokomotive noch herabzusetzen, wo-.. auf 10 vT Steigung noch mit 50 bis 60 km/h gefahren ..den muß. Diesem Programm konnte nur eine Loko-..ive mit folgenden Eigenschaften entsprechen:

- Möglichst große Zugkraft zur raschen Ingangsetzung der Züge, wodurch auch der Nachteil von Langsamfahrstellen gemindert wird;
- hohe Leistung auf der Steigung;
- beste Laufeigenschaften, insbesondere in Krümmungen, und 100 bis 110 km/h zulässige Dauergeschwindigkeit.

Gleichzeitig war Bedingung, durch zweckentsprechende ..ichtausnützung und kräftige Bauart die Erhaltungs-..ten herabzusetzen.

Entsprechend dem ursprünglichen Plan der General-..ktion der Österr. Bundesbahnen, für diese große Leistung .. vierfacher Kupplung ein Dreizylindertriebwerk zu ver-..den, wurde eine Drillingslokomotive bei der Lokomotiv-..ik Sigl in Wiener Neustadt bestellt, aber auch eine ..st gleiche Zwillingslokomotive bei der Wiener Loko-..ivfabrik, A.-G., in Wien-Floridsdorf. Diese gelangte vor ..zem zur Ablieferung.

Vierfach gekuppelte Zwillingslokomotiven von auch nur ähnlicher Leistung gab es bisher in Europa nicht. Am nächsten kommt unter den Zweizylinderlokomotiven die nur dreifach gekuppelte 2 C 1-Einheitslokomotive der Deutschen Reichsbahn[1]), die auch in Vierzylinderbauart ausgeführt wurde.

Es war daher im vorliegenden Fall ein schwieriges Problem zu lösen. Für das Zweizylindertriebwerk hatte sich besonders die Lokomotivfabrik Floridsdorf eingesetzt und hierfür eigene Konstruktionen entwickelt. Die endgültige Durchbildung beider Bauarten erfolgte unter Leitung des Lokomotivdezernates der Österr. Bundesbahnen.

In den folgenden Ausführungen wird nur die Zwillingslokomotive behandelt, Abb. 1 bis 3.

Die Achsenanordnung 1 D 2 mit vorderem *Krauss-Helmholtz-* und rückwärtigem Drehgestell wurde gewählt, um eine günstige Gewichtsverteilung bei ungezwungener Ausbildung des Kessels zu erzielen. Tatsächlich ist diese Lokomotive unter den Vierkupplern mit mehr als 1650 mm Radgröße, die einzige, deren Feuerbüchse vollkommen ebene Wände besitzt. Das Kraussgestell hat sich an den seit nahezu 20 Jahren im Betriebe befindlichen 1 C 2-Lokomotiven R 310 mit 2140 mm Radgröße bei den höchsten Fahrgeschwindigkeiten vollkommen bewährt. An der 1 D 2-Lokomotive wurde es mit 2 × 70 mm seitenverschiebbarem Drehzapfenlager und Rückstell-Blattfedern von 3000 kg Vorspannung ausgeführt. Die erste Kuppelachse läßt 2 × 20 mm Seitenspiel zu. Das rückwärtige gewöhnliche Drehgestell hat im Mittelzapfen 2 × 48 mm Verschiebung und 2350 kg Federvorspannung. Die drei Mittelachsen sind fest, die Treibachse hat um 10 mm schwächer gedrehte Spurkränze. Diese Gesamtanordnung ergibt eine hervorragend günstige Führung der Lokomotive in Krümmungen und gestattet, Kurven von 150 m Halbmesser zu durchfahren. Das Verhältnis der Entfernung der führenden Drehzapfen zum Gesamtradstand hat den hohen Wert von 0,805. Die richtenden Seitenkräfte werden vorn und rückwärts stets von mindestens zwei, meist drei gleichzeitig anliegenden Spurkränzen übernommen.

Um die gesamte Antriebmaschine mit 48,7 t Kolbenkräften dauernd einwandfrei zu lagern, verbindet ein von vorn bis zur letzten Kuppelachse reichender, zweiteiliger (ungefähr auf halber Länge zusammengeflanschter) Stahlgußkasten neuartiger Konstruktion, geliefert von Schoel-

[1]) Vergl. *F. Fuchs* und *R. P. Wagner*, „Die 2 C 1-Einheits-Schnellzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn". Z. Bd. 70 (1926) S. 1725.

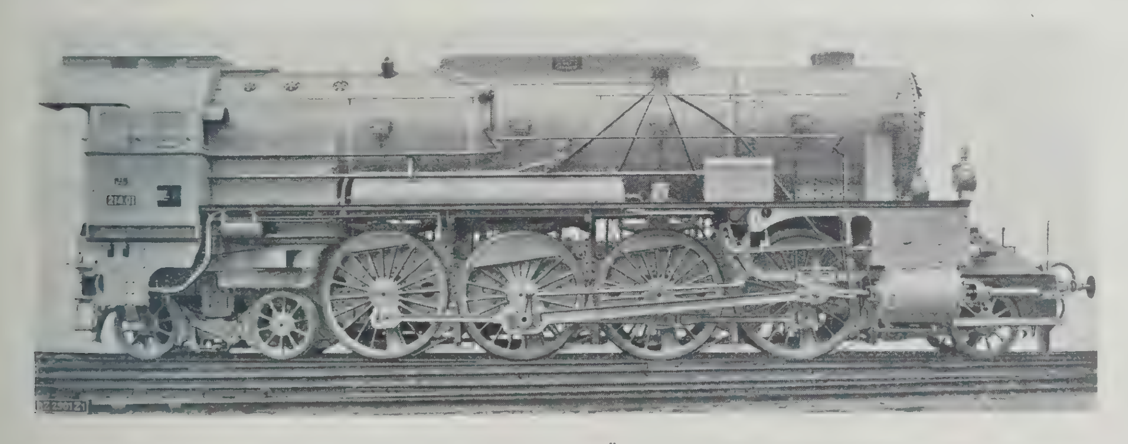


Abb. 1. 1 D 2-Schnellzuglokomotive der Österreichischen Bundesbahnen.

Zylinder-Dmr.	650 mm
Kolbenhub	720 „
Treibrad-Dmr. (70 mm-Reifen)	1 940 „
Laufrad-Dmr. (70 „ „)	1 034 „
Fester Radstand	4 140 „
Gesamter Radstand	12 635 „
Kesseldruck	15 at
Anzahl der Siederohre 51,5/57 mm Dmr.	151
„ „ Rauchrohre 135/143 „ „	38
„ „ Überhitzerrohre 30/38 mm „	4 × 38 = 152
Rostfläche	4,71 m²

Feuerberührte Verdampfungsheizfläche[2])	262 m
„ Überhitzerheizfläche	91 „
„ Gesamtheizfläche	353 „
Leergewicht	106,8 t
Dienstgewicht	118,1 „
Reibungsgewicht	70,7 „
Größter Achsdruck	17,7 „
Summe der Achsdrücke	118,1 „
Zugkraft (bei 80 vH des Kesseldruckes im Zylinder)	18 900 kg
Zulässige Fahrgeschwindigkeit	110 km/h
Erwartete Leistung	3 000 PS

[2]) Die in Z. Bd. 73 (1929) Nr. 5 S. 175 angegebenen englischen Werte beziehen sich auf die wasserberührte Heizfläche, die abweichende ..the der Überhitzerheizfläche erklärt sich aus dem Gebrauch, die Überhitzerheizfläche bis zum Überhitzerkasten zu messen, während bei uns nur die innerhalb der Rauchrohre liegende Fläche angegeben wird.

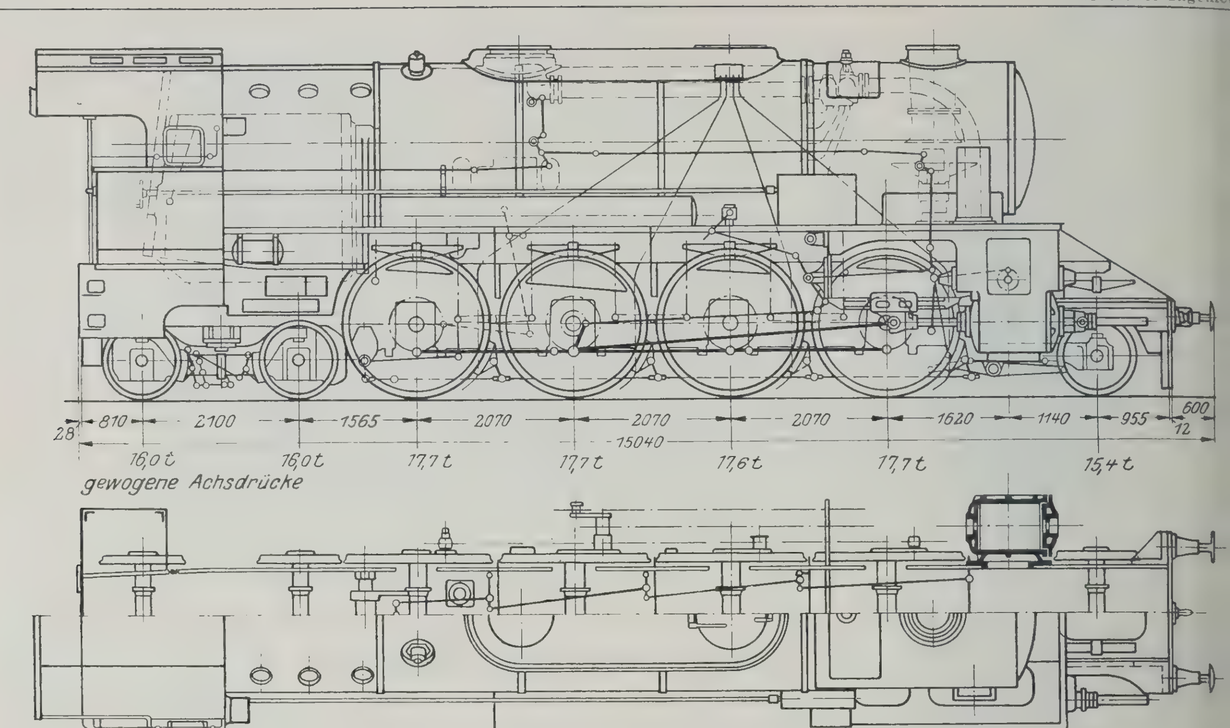


Abb. 2 und **3.** Die österreichische 1 D 2-Heißdampf-Zwillings-Schnellzuglokomotive.

ler-Bleckmann, Ternitz, von nahezu 9 m Länge die beiden 32 mm dicken Rahmenplatten[3]). Zur Entlastung der Verbindungsschrauben von Scherkräften sind 100 mm starke Bolzen vorgesehen. Die so geschaffene, äußerst steife Rahmenkonstruktion bildet die Grundlage der Zwillingsbauart, und es ist zu erwarten, daß sie eine dauernd günstige Kraftübertragung, daher geringe Abnutzung der Triebwerkteile und leichten Lauf bewirken kann.

Zur Beschränkung der senkrechten Kraftwirkungen des Kolbendruckes mußte die dritte gekuppelte Achse angetrieben werden. Die 4250 mm lange Treibstange ist wahrscheinlich die längste der Welt, wiegt aber dank des verwendeten hochwertigen Stahles bei 12 mm Stegdicke ohne Lagerschalen nur 386 kg. Die kurbelseitige Schale ist in einer senkrechten Zylinderfläche einstellbar, wodurch gleichmäßige Auflage der 220 mm langen Kurbelzapfen gesichert wird; der kreuzkopfseitige Zapfen ist als Kugelzapfen ausgebildet. Nach Abnahme der nach amerikanischer Bauweise aufgeklemmten Gegenkurbel kann die Stange ohne Lösen des Kreuzkopfbolzens vom Treibzapfen abgeschwenkt werden. Der Kreuzkopf besteht aus Sonderstahlguß von 70 kg Festigkeit, ebenso der hohl gegossene Kolben mit ebenen Endflächen. Die Kolbenstange aus Nickelstahl ist 98 mm dick, vorne mit 80, hinten mit 55 mm Dmr. hohlgebohrt. Infolge dieser Maßnahme gelang es, trotz sehr reichlicher Lagerflächen, das Gewicht der hin- und hergehenden Massen auf rd. 610 kg zu beschränken. Das vordere Kolbenstangen-Traglager ist um einen wagerechten Zapfen einstellbar. Die Kuppelzapfen der vordersten und hintersten Achse sind kugelförmig; der vordere wegen der Seitenverschiebung der ersten Kuppelachse, der hintere wegen der Schrägstellung der Achsen in Gleisunebenheiten. Die mittlere und vordere Kuppelstange sind mittels Kardangelenkes verbunden.

Die Dampfzylinder sind mit 650 mm Dmr. und 720 mm Hub die größten an allen europäischen Zwillings-Schnellzugslokomotiven. Der Dampf wird mittels Lentz-Ventilen von 180 mm Dmr. am Einlaß und 230 mm am Auslaß gesteuert, die von einer äußerst leicht gehaltenen Heusinger-Steuerung üblicher Bauart angetrieben werden. Die Ventilbewegung wird von der Nockenwelle in wesentlich vereinfachter und verbesserter Form abgeleitet; die Zwischenhebel, die die Nockenausschläge auf die Ventilspindeln übertragen, gleiten nunmehr mit 100 mm breiten, ebenen Flächen auf den Nocken, die als einfache Daumen ausgebildet sind. Die früher üblichen Rollen und hohlen Hubkurven entfallen („Wälzhebelsteuerung"). Außerordentlich reichliche Öffnungsquerschnitte kennzeichnen diese Bauart. Die Einlaßventile geben bei 30 vH Füllung 170 cm² frei oder fast doppelt so viel wie ein Kolbenschieber üblicher Ausführung, die Auslaßventile 385 cm², wobei der schädliche Raum nur 9 vH im Mittel beträgt. Bei Leerfahrt wird mittels selbsttätigen Abhebens aller Einlaßventile ein vollkomme Druckausgleich geschaffen.

Der Kesseldruck beträgt 15 at. Die Kesselmitte l zwecks günstiger Ausbildung von Feuerbüchse und Asch kasten 3400 mm über Schienenoberkante, in der höchster ausgeführten Lage. Die Dampftemperatur beträgt im Mi 400 °C. Der Langkessel besteht nur aus zwei Schüssen. Entfernung zwischen den Rohrwänden beträgt 6000 r Die Rauchkammer wurde im vorderen Teil nach unten tieft und die Blasrohrmündung 800 mm unter Kesselm gelegt. Daher konnte zur Erzielung eines guten Wirkur grades der Blasrohranlage die Schornsteinmündung 630 weit ausgeführt werden.

Die Lokomotive wird mit Druckluft gebremst, für den erhielt sie außerdem Hardy-Bremse. Sie hat einen spritz-Abdampfvorwärmer Bauart „Dabeg" und elektris Beleuchtung mittels Turbodynamo. Der Tender ist v achsig ohne Drehgestell und faßt 27 m³ Wasser und Kohle bei 56 t Dienstgewicht.

Ein besonderes Merkmal der Lokomotive ist die äuß gedrungene Bauart. Jede tote Länge ist vermieden, a verfügbare Gewicht wurde in die wichtigen Teile Rahmen, Triebwerk und Kessel verlegt, die daher auf ordentlich reichlich gehalten werden konnten. Sie ist z die schwerste unter den europäischen Schnellzuglokomoti aber zugleich von den siebenachsigen die einzige, die s samt Tender auf einer 20 m-Drehscheibe noch drehen lä

Wien [M 2501] Ing. *Adolf Giesl-Gieslinge*

[3]) In Z. Bd. 73 (1929) Nr. 5 S. 175 ist versehentlich Gußstahl als Baustoff des Rahmens angegeben.

Bergbau

Technische Aufgaben im Steinkohlenbergbau

Am 24. und 25. Januar 1929 fand in Essen die zw vom Verein für die bergbaulichen Interessen veranstal technische Tagung des Rheinisch-We fälischen Steinkohlenbergbaus statt, nach seit der ersten gleichartigen Veranstaltung sechs Jahre flossen waren.

Wie der Vorsitzende des Bergbauvereins, Bergw direktor Dr. *Brandi* in seiner Eröffnungsansprache führte, hat der Vorstand beschlossen, dem Aufgabenkreis Technik in Zukunft alljährlich eine besondere Tagung, zwar im Herbst zu widmen.

In dem ersten Vortrage legte Prof. *Atzler*, Berlin, di

Aufgaben und Pläne des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Arbeitsphysiologie

dar, dessen in Dortmund neu errichtetes Gebäude demnä seiner Bestimmung übergeben werden wird. Beim Arbe vorgang wirkt ein Wille auf ein nervöses Zentrum ein löst hier eine chemische Zersetzung aus. Die dadurch stehende Erregungswelle pflanzt sich durch Nerven auf M keln fort. Das Gebiet der Willensbildung ist der na

…senschaftlichen Forschung entzogen. Dagegen kann die …beitsphysiologie mit naturwissenschaftlicher Strenge die …urgemäßen Bedingungen ermitteln, unter denen der Ar…tsvorgang die beste Leistung ergibt. Ihre Aufgabe ist … Bekämpfung der Ermüdung. Die Mittel hierzu sind ver…ieden nach der Schwere der Arbeit. Bei schwerer Ar…t läßt sich die aufzuwendende Energie mit Hilfe des …pirationsgerätes durch Messung der im Körper freiwerden…n Energie und damit der Wirkungsgrad bestimmen. Dieser …rägt z. B. beim Gehen 30 vH, beim Schaufeln 3 vH. Mittel…swere Arbeit setzt sich zusammen aus dynamischer und …ltearbeit. Diese muß soweit wie möglich herabgesetzt …rden. Leichte Arbeit ermüdet das Zentrum, dem deshalb …holungspausen zur Wiederherstellung der nervösen Sub…nz zu gewähren sind.

Die in sicherheitlicher und wirtschaftlicher Beziehung …ich wichtige Frage der Abbauwirkung auf das Gebirge …d ihrer Beherrschung wurde durch drei Vorträge unter …schiedenen Gesichtswinkeln beleuchtet. Privatdozent Dr. *…itzsche*, Essen, sprach über die

Bergeversatzwirtschaft des Ruhrkohlenbergbaues.

… Stelle des früher fast ausschließlich üblichen Pfeilerbaus, … dem man das Gebirge über den Abbauräumen sich selbst …rließ, ist der Abbau mit Bergeversatz getreten. Die Gründe f… den Übergang dazu waren: 1. die Bergschäden, 2. der …tzbedarf für die Bergehalden, 3. die Kohlenverluste durch d… Stehenlassen von Flözteilen zum Schutze der Oberfläche. …itere Vorteile sah man in dem guten Einflusse auf die …tterführung, die Stein- und Kohlenfallgefahr und die Ge…nnbarkeit der Kohle. Nach Ansicht des Vortragenden ist …ch unter den heutigen, veränderten Verhältnissen Berge…rsatz unentbehrlich, wo die Senkung der Tagesoberfläche …f ein Mindestmaß beschränkt werden muß. Sehr oft ist …er die Gleichmäßigkeit der Senkung wichtiger. Sie wird …rch gleich dichten Versatz verschiedener Abbaumächtig…iten gestört. Für die Erhaltung des Gebirgszusammen…nges ist schneller Fortschritt des Abbaustoßes mindestens …n gleicher Bedeutung wie guter Versatz. Dieser bildet …er wegen der technischen Schwierigkeiten seiner Heran…schaffung vielfach ein Hindernis für das Vorrücken des Abbaus.

Nach einer eingehenden Untersuchung über die erforder…lhen Mengen an Versatzgut und deren Kosten wurden die z… Beschleunigung und Verbilligung der Versatzarbeit selbst …rfügbaren Mittel erörtert. Als solches kommt mecha…ischer Versatz in Betracht: Schleudermaschinen …nnen sowohl Leistungserhöhung als auch Verbilligung …ingen. Die Stopfrutsche hat sich in einigen Fällen be…hrt. Bergeschrapper nach dem Vorbilde amerikanischer …bauförderreinrichtungen lassen nach den erst kurzen Be…ebserfahrungen eine gute Schichtleistung erwarten. Von …n Blasversatzverfahren[1]) können einige auch die Strecken…derung teilweise übernehmen. Für die Einschleusung kom…n bei niederem Druck Zellenrad (Fromme) und Schnecke …iag), bei höherem vorzugsweise Schleusenkammern in …age. Krümmer sind nur bei höherem Drucke verhältnis…äßig leicht zu überwinden. Eine zum Einblasen des Ver…tzes aus der Schüttelrutsche dienende Düsenvorrichtung …lma) zeichnet sich durch große Anpassungsfähigkeit, …lerdings bei mäßiger Leistung aus.

Zur Überwindung der Versatzschwierigkeiten dienen …rner die Verfahren, die den Abbau von der Zufuhr fremder …rge unabhängig zu machen suchen. Hierher gehört außer …m üblichen Blindortbetrieb der Rippenbau, ein im …glischen Steinkohlenbergbau weit verbreitetes Verfahren. …i ihm werden die Abbaustrecken von besonders sorgfältig …rgestellten Bergemauern eingefaßt. Diese nehmen den …uck des Gebirges schnell auf, während das zwischen ihnen …findliche Hangende hereinbricht und ein Gewölbe bildet, …ssen Hohlraum durch die hereingebrochenen Schichten aus…füllt wird. Der Ausbau vor dem Arbeitsstoß wird da…rch entlastet, zum Vorteil der Sicherheit. Auf weitere …rgemauern im Abbau kann z. B. dann verzichtet werden, …enn das Hangende in kurzen Abständen hinter dem Ausbau …bricht.

Unter Hinweis auf günstige Erfahrungen im englischen …d auch im schlesischen Bergbau wandte sich *Fritzsche* …gen die starre Anwendung des Vollversatzes, die dem …utigen Stande der Kohlengewinnung durch Maschinen …cht mehr entspreche und wegen der Hemmung des Abbau…rtschrittes manchmal mehr Schaden als Nutzen bringe.

Den Gebirgsdruck als Helfer des Bergmanns behandelte …f. Dr.-Ing. *Spackeler*, Breslau, in dem Vortrage über

…neueste Erkenntnisse auf dem Gebiete der Gebirgsdruckerscheinungen.

Im Mittelpunkte stand die Nutzbarmachung des Gebirgs…uckes für die Gewinnung. Der Nutzdruck entsteht dadurch, …ß das über dem Abbauraum hängende Gebirge einen zusätzlichen Druck auf den Kohlenstoß ausübt, der in Verbindung mit den in den Gesteinsschichten auftretenden Zugkräften und andern Nebenerscheinungen Drucklagen in der Kohle erzeugt. Der Vortragende berichtete über eine Reihe neuerer Arbeiten, die sich auf Beobachtungen im Bergbau und im Tunnelbau gründen. Er ging von der schon im Jahre 1899 von dem Markscheider *Trompeter*[1a]), Gelsenkirchen, entwickelten Anschauung aus, daß sich um den Grubenbau herum ein von Gebirgsdruck entlasteter Mantel, vom Redner *Trompetersche* Zone genannt, bildet, hinter dem das Gebirge unter Druckspannung steht. Über die Form dieser Zone haben später *v. Willmann*[2]) und *Kommerell*[3]) auf Grund von Beobachtungen an Tunneln Anschauungen aufgestellt, die Dr. *Langecker*[4]), Hausham, und Dr. *Haack*[5]), Essen, auf den Abbau der Steinkohlen anwenden.

Dem stimmt *Spackeler* zu und weist nur abweichend von *Haack* darauf hin, daß auch ein zu schneller Verhieb den Nutzdruck beeinträchtigen kann. Die von Dr. *Gillitzer*[6]) beschriebene Druckwirkung beim Abbau des Mansfelder Kupferschieferflözes führt er auf Gewölbebildung in dem überlagernden festen Anhydrit zurück, die über größeren Abbaufeldern im Steinkohlenbergbau nicht stattfinde. Hier geht die Auflockerung erfahrungsgemäß nach einiger Zeit bis zur Tagesoberfläche, wodurch der zusätzliche Druck auf den Kohlenstoß wegfällt. Durch Versatz kann die Auflockerung verlangsamt werden. Zwischen Kohlenstoß und verfestigtem Versatz bilden sich ein Gewölbe und eine *Trompetersche* Zone zweiter Ordnung in dem abgesunkenen Gebirgskörper, die ebenfalls Nutzdruck hervorrufen. *Parker*[7]) hat über das im englischen Bergbau angewandte Verfahren berichtet, bei dem man das als eingespannter Balken auf den Stoß wirkende Hangende hinter dem Abbaustoß zu dessen Entlastung planmäßig zu Bruch gehen läßt. Das bedeutet nach *Spackeler* ebenso wie der von Dr. *Winkhaus*[8]), Oberhausen, beschriebene englische Strebbau, mit Unterstützung des Hangenden durch streichende Bergemauern und starren Ausbau teilweise einen Verzicht auf die Hilfe des Gebirgsdruckes. Die weiteren Ausfuhrungen über die Beeinflussung des Gebirgsdruckes waren mit zahlreichen praktischen Beobachtungen belegt.

Bergwerkdirektor Bergassessor *Kickebusch*, Herne, behandelte die

betriebswirtschaftliche Überwachung einer Zeche

vom Standpunkte des Praktikers aus. Die Überwachung soll es dem verantwortlichen Leiter ermöglichen, klar zu erkennen, wie die einzelnen Teile des Betriebes arbeiten und wie der ganze Betrieb läuft. Ihr drittes Gebiet ist die Aufstellung von Plänen für die Zukunft und die weitere Entwicklung des Werkes. Endlich soll die betriebswirtschaftliche Überwachung helfen, den Beamtennachwuchs zur richtigen Führung des Betriebes zu erziehen.

Für die wirtschaftliche Überwachung genügt es nicht, das finanzielle Ergebnis des Betriebes oder seiner Teile festzustellen. Die Betriebskosten müssen nach Kostenart und Kostenort aufgestellt werden, was eine klare Gliederung des Betriebes notwendig macht. Die Hauptgliederung muß auch in die Buchhaltung übernommen werden, während die Unterkonten nur im Betriebswirtschaftsbureau zu überwachen sind. Nach Mitteilung über die Art der Betriebsaufzeichnungen wird vorgeschlagen, zur Erfassung der Maschinenbetriebskosten, die einige Schwierigkeiten macht, die einzelnen Reviere mit dessen Kosten in Form einer Maschinenmiete zu belasten.

Der Überwachung des ordnungsmäßigen Ablaufs der einzelnen Arbeitsvorgänge dienen die Zeitstudie und die Betriebsstatistik. Zeitpläne und Abbaupläne sollen sich von zuviel Einzelheiten und statistischen Angaben freihalten. Ein gutes Mittel, die Beamten auch zur geistigen Mitarbeit heranzuziehen, sind Schaubilder, die laufend einen Einblick in die Betriebsergebnisse gewähren. Die Aufstellung der Betriebsstatistiken darf grundsätzlich nicht durch Betriebsbeamte geschehen. Zum Schlusse machte *Kickebusch* Angaben über Personalbedarf und Kosten der wirtschaftlichen Betriebsüberwachung.

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 892 u. 1830.

[1a]) *Trompeter*, „Die Expansivkraft im Gestein als Hauptursache der Bewegung des den Bergbau umgebenden Gebirges", 1899.

[2]) *v. Willmann*, „Über einige Gebirgsdruckerscheinungen in ihren Beziehungen zum Tunnelbau", Leipzig 1911. Ders., „Die Instandsetzung alter Eisenbahntunnel", 1913.

[3]) *Kommerell*, „Statische Berechnung von Tunnelmauerwerk", Berlin 1912.

[4]) *Langecker*, „Die Nutzbarmachung des Gebirgsdruckes für die Kohlengewinnung", „Glückauf" Bd. 64 (1928) S. 1409; ders., „Berg- und Hüttenmänn. Jahrbuch", Wien 1928, Heft 1.

[5]) *Haack*, „Die Beherrschung des Gebirgsdrucks", „Glückauf" Bd. 66 (1928) S. 711.

[6]) *Gillitzer*, „Das Wesen des Gebirgsdruckes und dessen Ausnutzung beim Abbaubetrieb des Mansfelder Bergbaus", „Glückauf" Bd. 64 (1928) S. 977.

[7]) *Parker*, „Roof control", Colliery Engg. 1928, S. 380.

[8]) *Winkhaus*, „Betriebseindrücke aus dem englischen Steinkohlenbergbau", „Glückauf" Bd. 64 (1928) S. 1637.

Nach Mitteilungen über die Aufgaben des Fachnormenausschusses durch dessen Vorsitzenden, Direktor *Hußmann*, sprach Bergassessor *F. W. Wedding*, Essen, über die

Bedeutung der Normung für die deutsche Wirtschaft.

Die Normung ist eins der Mittel, die Wirtschaftlichkeit durch technische und planmäßige Ordnung zu heben. Den früheren Bemühungen war kein Erfolg beschieden, weil die Normen nur für einzelne Gebiete aufgestellt wurden und es an einer mit dem nötigen Ansehen ausgestatteten Organisation fehlte. Die erste Einrichtung dieser Art war der im Jahre 1917 aus Anlaß des Hindenburgprogramms gebildete „Normalienausschuß für Maschinenbau“ unter der Leitung des Vereines deutscher Ingenieure. Die damals aufgestellten Richtlinien haben sich bewährt. An Hand von Lichtbildern erläuterte *Wedding* den Aufbau und die Arbeitsweise der Normenausschüsse.

Die Norm soll das nach wissenschaftlicher Erkenntnis und praktischer Erfahrung in seiner Art beste und billigste Erzeugnis darstellen. Die wichtigsten Wirkungen der Normung sind die Möglichkeit der Massenherstellung und der Spezialisierung, Vervollkommnung der Arbeitsverfahren, Beschleunigung des Kapitalumschlags, Verringerung der Lagerhaltung mit dem Ergebnis, daß die Erzeugnisse besser und billiger geliefert werden können.

Über die Grenzen der Normung führte *Wedding* aus, daß sie sich nur bei Gegenständen des täglichen Gebrauchs und nur dort rechtfertigen lasse, wo die technische Entwicklung zu einem gewissen Abschlusse gekommen ist. Er beklagte die Widerstände, die aus Bergbaukreisen der Normung entgegengesetzt werden und in übertriebenem Hängen am Hergebrachten, teilweise höheren Preisen genormter Gegenstände, besonders in der Übergangszeit sowie in den Schwierigkeiten der Umstellung begründet seien. Zum Schlusse führte der Redner eine Reihe besonders bezeichnender Normungsbeispiele im Lichtbilde vor.

Im Anschluß an den vom Vorsitzenden des Kokereiausschusses, Generaldirektor Bergrat Dr.-Ing. e. h. *Winkhaus*, erstatteten Bericht über die Tätigkeit dieses Ausschusses gab am Vormittage des zweiten Tages Dr. *Gollmer*, Essen, einen umfassenden Überblick über die

Erfahrungen auf neuzeitlichen Kokereianlagen des Ruhrgebiets.

Die Notwendigkeit einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Ruhrbergbaus zwang zur Errichtung von Großkokereien[8a]). Zu Beginn des Jahres 1926 wurden im Ruhrgebiet 140 meist veraltete Kokereien mit einer Leistungsfähigkeit von 28 Mill. t Koks betrieben. Durch die um Mitte des Jahres 1926 einsetzende Bautätigkeit wurden bis Anfang 1928 auf 32 verschiedenen Anlagen insgesamt 2770 neue Öfen errichtet. Das Ruhrrevier besitzt jetzt 36 Großkokereien mit nicht ganz 7000 Öfen, die imstande wären 91 vH der 27,4 Mill. t betragenden Kokserzeugung des Jahres 1927 zu liefern.

Die Fortschritte liegen hauptsächlich in der erheblichen Steigerung der Tagesleistung, die bei einigen Öfen 27,8 t, d. h. mehr als das Fünffache älterer Abhitzeöfen beträgt. Sie ist zunächst durch Vermehrung des Kammerinhalts erreicht worden, der nicht nur durch größere Breite und Höhe der Ofenkammern auf das Zwei- bis Dreifache des früheren gebracht ist, sondern auch durch das infolge der größeren Fallhöhe vermehrte Schüttgewicht günstig beeinflußt wird. Die Höhe der Kammern ist einstweilen durch die Schwierigkeiten der Beheizung begrenzt, die Länge durch die Notwendigkeit, sie mit Drück- und Einebnungsstange zu durchfahren, beschränkt.

Die Garungszeit konnte dank der Verwendung vorzüglicher, hohen Temperaturen widerstehender Silikasteine in unerwarteter Weise von 33 h auf 18 h und weniger gebracht werden. Kokskohlentrocknung wird nur auf einer Zeche, und zwar durch Erwärmen ausgeführt.

In der Beheizung sind die Hochleistungsöfen empfindlicher, und die Höhe des Gasüberschusses ist zur Zeit wegen der durch die Gasfernversorgung geschaffenen Möglichkeit und Notwendigkeit des Gasverkaufs von größerer Bedeutung als früher. Neue Meßverfahren haben genaue Überwachung des Ofenganges und die Aufstellung neuer Gewährleistungsbedingungen ermöglicht. Einige Kokereien erreichen die stattliche Leistung von 7000 t Feinkohlendurchsatz täglich.

Grundsätzliche Änderungen des Verfahrens und der Einrichtungen sind nicht zu verzeichnen. Auskleidung der Vorratbehälter mit Glasplatten zur Beförderung des Rutschens hat sich bewährt. Füllwagen mit Drehtellerentleerung kürzen den Füllvorgang auf 90 s und weniger ab. Vielleicht bringt Dichtung von Eisen auf Eisen Verringerung der noch hohen Kosten für Dichtungsasbest. Bei der nassen Ablöschung ist eine sehr genaue Einschränkung des Wassergehalts im Koks möglich. Eine Neuerung, die neben der nur auf drei Anlagen betriebenen trockenen Kokskühlung zur Dam erzeugung aus Abwärme dient, sind die auf einer Zeche ei geführten wassergekühlten Steigrohre.

Wenig grundsätzlich Neues findet sich auch in der Ko lenwertstoffgewinnung. Zu nennen sind V suche zur Auswaschung des Naphthalins mit gekühltem Ko densat, Anwendung von Feldwäschern, Waschölzwische kühlung, endlich Versuche mit Anwendung von aktiv Kohle oder Kieselsäure-Gel zur Benzolgewinnung sowie E führung des Vakuumverfahrens bei der Trennung der Be zolhomologen.

Mit Rücksicht auf die Gasfernversorgung si alle Öfen in Verbundbauart ausgeführt, Gaserzeuger si jedoch nur auf vier Kokereien vorhanden. Der Fernvers gung dienen außerdem: Ferndruckgebläse und Kompressore Anlagen zur Gasreinigung und zur Entfernung des Naphth lins und Großgasbehälter.

Schreibende Überwachungseinrichtungen, insbesonde aufzeichnende Kohlenwaagen, erleichtern und erzwing einen wirtschaftlichen Betrieb. Die Selbstkosten werd beherrscht von den hohen Anlagekosten. Die Vorteile d Großkokereien sind vor allem die Verminderung des He gasaufwands um 10 bis 15 vH gegenüber älteren Regener tivöfen, die Ersparnis an Dampf und Strom und die Hera setzung der Lohnkosten für 1 t Koks. Schwachgasheizu stellt sich z. Z. teurer als die mit Starkgas.

Die Leistungsfähigkeit der Großkokereien wurde im O tober 1928 nur zu 66 vH ausgenutzt bei einem Anteil v 53 vH an der Gesamterzeugung. Bei dem starken Üb wiegen der festen Kosten konnte eine derartige Einschrä kung keine Wirtschaftlichkeit aufkommen lassen.

Das Ausbringen an Koks usw. kann mit dem d älteren Anlagen nicht verglichen werden, weil bei dies die Durchsatzmenge nicht bekannt war. Der Koks wi fest, aber kleinstückig. Der Teer ist dünnflüssiger, ab reicher an Naphthalin, Pech und freiem Kohlenstoff. scheint, daß durch thermische Zersetzung die Siedekurve z gunsten des Benzols verschoben wird. Das Gas enthä viel Wasserstoff, dagegen sehr wenig Stickstoff. Jedenfa bedeuten die Großkokereien einen technischen und wi schaftlichen Fortschritt, der dem Ruhrgebiet die Führu im Kokereiwesen wiedergegeben hat.

Der folgende Vortrag von Dipl.-Ing. *Kurt Baum*, Esse

Über den Temperaturverlauf im Koksofen und seine Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit von Kokereianlagen

befaßte sich mit der Frage des Wärmeaufwandes als Ma stab für die Bewertung von Koksofenbatterien. Die mitg teilten Erkenntnisse sind Ergebnisse einer größeren Rei von Untersuchungen an Großkokereien.

Das bisher vielfach als Gütezahl angesehene Verhältn der den Öfen zugeführten Heizgaswärme zum trocken Einsatz in kcal/kg ist nicht entscheidend, da es von der Ve kokungswärme der Kokskohle abhängig ist. Deren im La boratoriumsversuch festgestellte Größe läßt sich aber a die unter ganz anderen Bedingungen im Koksofenbetrie sich abspielenden Vorgänge nicht ohne weiteres übertrage An diesen Schwierigkeiten sind die Versuche, durch Au stellung einer Stoffbilanz zur Ermittlung des ther mischen Wirkungsgrades der Koksöfen zu gela gen, bisher gescheitert.

Dagegen hat der bei den erwähnten Untersuchungen ei geschlagene Weg: an einem einzelnen Ofen den feue rungstechnischen Wirkungsgrad nach dem Vo schlage von *Rummel* und *Oestrich*[9]) zu ermitteln und zuglei die gleichmäßige Abgarung des Einsatzes zu pr fen und zu regeln, zu dem willkommenen Ergebnis geführ einen praktisch brauchbaren Maßstab für die wärmetec nische Wirtschaftlichkeit einer Koksofenbatterie zu finde

Aus der Ermittlung der Wärmeaufnahme eines einzelne Ofens durch Gegenüberstellung der zugeführten Wärme u den Abgas-, Strahlungs- und Berührungsverlusten ergi sich der Wärmeverbrauch in kcal/kg. Stimmt die so gefu dene Zahl mit der aus dem Gesamtdurchsatz der ganzen Ba terie festgestellten Wärmeverbrauch in kcal/kg überein, entspricht der Versuchsofen den durchschnittlichen Verhäl nissen der Batterie. Wird nun die Übergarungs wärme, d. h. die Wärme, die bis zur Abgarung der letzte Teile des Kokskuchens nutzlos auf die bereits garen Tei übertragen werden muß, durch gleichmäßige Abgarung a einen Mindestbetrag gebracht, so ist die ganze auf den Ofe inhalt übertragene Wärmemenge als die durch die Eigena der Kohle bedingte Mindestverkokungswärme anzusehe

Die Wirtschaftlichkeit einer Anlage ist erwiesen, wer die für die Batterie ermittelte Wärmeverbrauchszahl d feuerungstechnisch für die vorliegende Kohle möglichen Mi destwärmebedarf erreicht. Die notwendige gleichzeitige Ter

[8a]) Vergl. S. 437 dieses Heftes.

[9]) *Rummel* und *Oestrich*, „Wärmetechnische Bewertung und Üb wachung von Kokereien“, „Glückauf“ Bd. 63 (1927) S. 1809. Arch. Eise hüttenw. Bd. 1 (1927/28) S. 403.

·aturmessung an vielen Stellen erfordert ein einfach zu ndhabendes, billiges Gerät. Ein solches wurde in einem drei Stellen mit Nickeldrähten verschweißten Eisenrohr ·unden, dessen Schweißstellen je ein Ni-Fe-Thermoelement · gemeinsamem Eisenpol bilden. Derartige Rohre wurden dem gewünschten Abstande von den Wänden und Türen krecht eingeführt und gestatteten die fast gleichzeitige ·lesung der an sämtlichen Meßstellen vorhandenen Poten- ·lunterschiede.

Das Verfahren ermöglicht eine Beurteilung der Ab- ·rung des Kokskuchens in seiner Gesamtheit und läßt die ·rch Übergarung entstehenden Wärme- und Leistungsver- ·te erkennen. Es bietet ein Mittel zur Aufstellung und Ein- ·ltung von Beheizungskennlinien für den praktischen Be- ·eb und zeigt neue Wege zur Festsetzung und Nachprüfung ·n Gewährleistungsbedingungen.

Der erste Redner der Nachmittagssitzung war Prof. *·rneffer*, Gießen, mit einem Vortrage über die Ver- ·istigung der wirtschaftlichen Arbeit[10]). ·chdem dann Bergassessor Dr.-Ing. *Forstmann*, Essen, über ·d Tätigkeit des Bergschädenausschusses berichtet hatte, ·rach Abteilungsdirektor Dr. *Oberste-Brink*, Essen, über

·as Wesen der Einwirkung des Bergbaues auf die Erdoberfläche.

·i behandelte nach Eingehen auf die Bodensenkungstheorien ·n *Korten*[11]), *Goldreich*[12]) und *Eckardt*[13]), auf die Versuche von *·yol*[14]) und auf die Beobachtung ähnlicher Vorgänge in der ·tur den Senkungsvorgang selbst. Gewölbebildung über ·nstlichen Hohlräumen ist möglich und wird z. B. im eng- ·chen Steinkohlenbergbau durch Stehenlassen von Sicher- ·itspfeilern herbeigeführt, um Senkungen zu verhüten. Bei ·genügender Unterstützung des Hangenden wird das Ge- ·ölbe eingedrückt. Spröde Gesteine füllen das Gewölbe mit ·en sperrig gelagerten Bruchstücken aus und halten das ·ngende. Plastische Schichten biegen sich um, reißen ·er bei starker Senkung ab und sinken als Ganzes. Dabei ·den auch seitliche Bewegungen statt. Die Größe des ·nwirkungsbereichs ist in starkem Maße von der Gesteins- ·schaffenheit, aber auch vom Einfallen abhängig. Sie ist ·so bedeutender, je mehr der Zusammenhang des Gebirges ·wahrt bleibt. Die Dauer der Vorgänge ist wesentlich ge- ·ger als früher angenommen wurde. Das allgemeine Bild ·d Absenkung kann im wesentlichen als festliegend be- ·chtet werden. [N 2622]

Essen. *van Rossum.*

[10]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 1030.

[11]) *Korten*, „Der Einfluß des Bergbaus auf Straßenbahngleise und ·ie Bekämpfung“, „Glückauf“ Bd. 45 (1909) S. 865.

[12]) *Goldreich*, „Die Theorie der Bodensenkungen in Kohlengebie·te“, 1913.

[13]) *Eckardt*, „Die mechanischen Einwirkungen des Abbaus auf das ·halten des Gebirges“, „Glückauf“ Bd. 49 (1913) S. 353 und „Der Einfluß ·d Abbaus auf die Tagesoberfläche“, „Glückauf“ Bd. 50 (1914) S. 449.

[14]) *Fayol*, „Note sur les mouvements de terrain, provoqués par l'·ploitation des mines“, Bull. Soc. ind. min., 1885.

Werkzeuge

Versuche mit Spiralbohrern

Für mehrschneidige, umlaufende Werkzeuge sind die Zerspanungsvorgänge noch nicht entfernt so geklärt wie für einschneidige ruhende Werkzeuge. Als wichtigste Vorgänge treten in der Werkstattpraxis der Bohr- und Fräsvorgang in Erscheinung. Die Wirkungsweise von Spiralbohrern wird in letzter Zeit auf Grund einer Reihe inländischer und ausländischer Untersuchungen mit erhöhter Aufmerksamkeit betrachtet.

Mit Hilfe eines neuartigen, von ihm selbst entwickelten elektrischen Feinmeßgerätes[1]) untersucht *Sachsenberg*[2]) die Einflüsse von Spiralneigung und Vorschub auf die wirksamen Schnittdrücke beim Bohren in verschiedenen Werkstoffen durch Spiralbohrer. Ausgehend von den Erfolgen, die *Schlesinger* und *Kurrein* bei der Bearbeitung von Leichtmetallen durch Veränderung der Spiralneigung erzielt haben, wurde von *Benedict* und *Hershey*, Universität Illinois, der Einfluß der Spiralneigung auf Kraftbedarf und Lebensdauer bei einer Reihe von Werkstoffen ausführlich untersucht. *Sachsenberg* bestimmt ebenfalls die Schnittdrücke in Form der wirksamen Reaktionsdrehmomente und Reaktionsvorschubdrücke.

Das Drehmoment wird mit Hilfe eines eingebauten Torsionsdynamometers gemessen, wobei der Verdrehungswinkel einem bestimmten wirksamen Drehmoment entspricht. Der Vorschubdruck wird auf die statische Durchbiegung eines Trägers bezogen. Die Versuche selbst erstrecken sich auf drei Werkstoffe nach Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

Werkstoff 1:	Flußstahl:	0,11 vH C; 0,7 vH Mn; 0,05 vH Si 0,05 vH P; 0,05 vH S; 0,1 vH Cu
Werkstoff 2:	Gußeisen:	3,65 vH C (2,97 vH Graph.; 0,68 vH geb. C); 2,29 vH Si; 0,71 vH Mn; 0,60 vH P; 0,11 vH S
Werkstoff 3:	Messing:	61 vH Cu; 35 vH Zn; 4 vH Sn.

Die Versuchsbohrer hatten einen Durchmesser von 70 mm und Spiralneigungen von 0 ° bis 45 ° in sechs verschiedenen Abstufungen. Der Spitzenwinkel wurde gleich gehalten und bei verschiedenen Umdrehungszahlen mit vier verschiedenen Vorschüben gearbeitet.

Bei Flußstahl wurde für eine Schnittgeschwindigkeit von 8,8 m/min entsprechend 40 U/min der Einfluß der Spiralsteigung in Abhängigkeit der einzelnen Vorschübe auf Vorschubdruck und Drehmoment ermittelt, Abb. 4. Darnach ergibt sich bei einer Spiralsteigung von 60 °, ent-

[1]) Z. Bd. 71 (1927) Nr. 46 S. 1609 und Bd. 72 (1928) Nr. 14 S. 469, vergl. a. „Maschinenbau“ Bd. 7 (1928) Heft 13 S. 643.

[2]) *E. Sachsenberg*, Versuche mit Spiralbohrern, „Maschinenbau“ Bd. 7 (1928) Heft 19 S. 905.

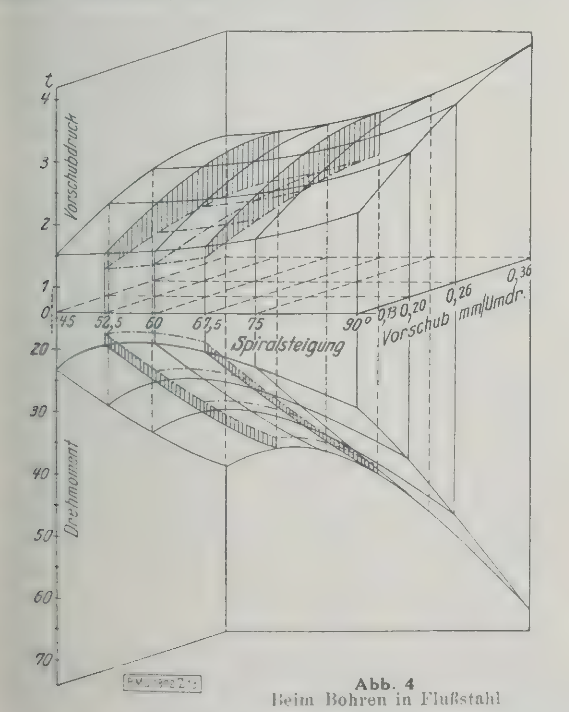


Abb. 4
Beim Bohren in Flußstahl

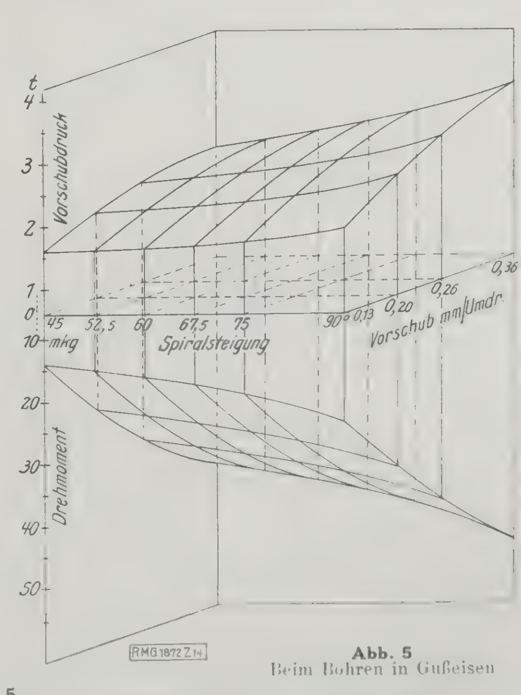


Abb. 5
Beim Bohren in Gußeisen

Abb. 4 und **5**
Räumliche Darstellung von Vorschubdruck und Drehmoment über Spiralsteigung und Vorschub je Umdrehung.

sprechend einem Drallwinkel von 30 °, die günstigste Wirkungsweise für den Kraftverbrauch. Eine weitere Überhöhung des Drallwinkels oder Verkürzung der Spiralsteigung verschlechtert die Wirkungsweise im gleichen Maße, wie eine Verringerung des Drallwinkels oder Vergrößerung der Spiralsteigung. Dieses Ergebnis deckt sich sowohl mit den Erfahrungen der Werkstattpraxis als auch mit den Ergebnissen von *Benedict* und *Hershey*.

Die Vorschubdrücke beim Bohren von Flußstahl erreichen ihre günstigsten Werte bei stärkstem Drallwinkel und steigen stetig, jedoch nicht im Verhältnis mit der Verringerung des Drallwinkels oder Vergrößerung der Spiralsteigung, sondern geringer. Ferner ergibt sich, daß bei stärker werdendem Spanquerschnitt, genau wie beim Drehen, der spezifische Schnittdruck sinkt, wie dieses von *Kurrein*[3]) in eingehender Weise bereits früher festgestellt war. Auch bei anderen Umdrehungszahlen, also verschiedenen Schnittgeschwindigkeiten, zeigten sich keine wesentlichen Abweichungen der wirksamen Schnittdrücke, so daß auch hierdurch von *Sachsenberg* die Unabhängigkeit des spezifischen Schnittdruckes von der Schnittgeschwindigkeit für die Bohrarbeit erwiesen wurde.

Für Gußeisen gelten andere Bedingungen als für Flußstahl. Der größte Drallwinkel erzeugt die geringsten Schnittdrücke, Abb. 5, wie dieses auch von *Benedict* bereits früher festgestellt war. Der Einfluß auf die Standzeiten ist jedoch nicht untersucht.

[3]) Die Bearbeitbarkeit der Metalle „Werkstattstechnik“ Bd. 21 (1927) S. 612.

Beim Bohren in Messing ergibt sich ein günsti[gster] Wert bei einer Spiralsteigung zwischen 60 und 67½ °, [ent]sprechend Drallwinkeln von 30 ° und 22½ °; auch diese[s Er]gebnis deckt sich, wenn auch nicht zahlenmäßig, mit [den] Erfahrungen der Praxis, die für das Bohren in Mes[sing] Spiralbohrer bis 75 ° anwendet.

Um die so gemessenen, unmittelbar an der Schn[eide] wirksamen Kräfte auf ihre Richtigkeit überschlägig pr[üfen] zu können, wurden die zu den betreffenden Zerspanu[ngs]leistungen gehörigen indizierten Leistungen elektrisch [ge]messen und in ihren Zusammenhängen verfolgt. Der [sich] hieraus ergebende Wirkungsgrad der Bohrmaschine [be]schritt bei 25 U/min 70 vH.

Da beim Bohrvorgang nicht nur die Spanbildung [als] solche und die auftretenden wirksamen Kräfte an [der] Schneide, sondern auch die Abflußmöglichkeit der sich [bil]denden Späne eine entscheidende Rolle spielt, so hat *Sach[sen]berg* die Vorgänge bei der Bildung und beim Abfließen [der] Späne in dem durch die verschiedenen Spiralsteigunger [be]dingten Spanabflußraum kinematographisch untersucht.

Die ausführlich beschriebenen Untersuchungen ze[igen] einerseits deutlich, daß das äußerst wichtige Gebiet [des] Bohrens noch in großem Maße aufklärungsbedürftig ist, [an]dererseits aber auch, daß erst eine weitgehende Verf[eine]rung der Meßverfahren die endgültige Aufklärung verwi[ckel]ter Zerspanungsvorgänge, wie sie beim umlaufenden m[ehr]schneidigen Werkzeug auftreten, ermöglichen wird.

[M 2352] Dr. *St*

Kleine Mitteilungen

Abgaskessel in einer amerikanischen Gasanstalt

Der La Mont-Abgasdampferzeuger[1]) ist ein Rieselverdampfer, der gestatten soll, die Verdampfleistung auf 43 kg/m²h und mehr zu steigern. Der größte Kessel dieser Art ist seit etwa einem Jahr als Abgas-Wärmeverwerter der Wassergasanlage der Consolidated Gas Co., Boston, Ver. St. von A., im Betrieb. Er besteht aus einem 11,40 m hohen, zylindrischen Stahlmantel von 2,13 m Dmr., der innen mit feuerfesten Steinen ausgemauert ist, und zwei Reihen senkrechter Rohre; diese reichen über die ganze Länge des Kessels, der auf einem Stahlgerüst steht. Die Rohre sind oben und unten durch geneigte Sammel- oder Verteilrohre verbunden; jedes Rohrbündel ist federnd aufgehängt, damit es bei den beim Wassergasbetrieb unvermeidlichen Wechseln der Temperaturen seine Länge frei ändern kann. Man gelangt zu den Rohren durch eine vom oberen bis unteren Ende des Kessels reichende Tür. Außerhalb des eigentlichen Kessels dienen zwei wagerechte Trommeln, die mit dem unteren Sammelrohr verbunden sind, zum Entschlammen. Das Speisewasser wird oben zugeführt und durch düsenartige Öffnungen gegenüber den Mündungen der Heizrohre innen gegen die Heizrohre gespritzt. Es läuft in der Form einer Wasserhaut an den Rohren nach unten, wo der nicht verdampfte Teil — ungefähr das Vier- bis Fünffache des verdampften — dem Kreislauf mittels einer Pumpe wieder zugeführt wird. („Engineering“ 15. März 1929 S. 341*)
[N 2780 h] *Stg.*

[1]) Vergl. „Archiv f. Wärmewirtschaft“ Bd. 8 (1927) S. 170.

Fortschritte der Bootsmotoren

Die Jahresschau der Motorboote, die vor kurzem in New York stattfand, zeigte überraschende Fortschritte der bekannten Außenbordmotoren. Solche Motoren werden heute schon bis zu 32 PS mit vier Zylindern bei 5200 U/min gebaut, und ihre Verwendung hat erheblich zugenommen, namentlich seitdem es gelungen ist, ihren Auspuff unter Wasser austreten zu lassen und fast geräuschlos zu machen. Der Auspuffsammler und das anschließende, am Schraubenkopf unter Wasser endigende Rohr sind mit einem Wassermantel versehen, in den das Wasser unter dem Einfluß des Schraubendrucks emporsteigt. Diese Einrichtung wirkt auch bei stillstehendem Boot, solange sich die Schraube dreht. Man läßt häufig das Wasser oben gleich in die Auspuffleitung austreten, damit die Gase schnell abgekühlt werden. Im übrigen arbeiten die Motoren meistens im Zweitakt. Die Zylinder werden durch Wasser gekühlt, das in ähnlicher Weise, wie schon beschrieben, ohne die Hilfe einer Pumpe emporgetrieben wird. Die Leistung der Motoren hat man durch Steuern des angesaugten Gemisches erheblich gesteigert.

Größere Bootsmotoren werden von vielen Kraftwagenfabriken geliefert. Beachtet wurden auf der Ausstellung auch der schnellaufende Fahrzeug-Dieselmotor der Firma Buda nach der Bauart MAN, der mit vier Zylindern bis zu 100 PS bei 1000 U/min leistet, sowie die bekannten Be[nzin-] und Dieselmotoren der Firma Maybach. („Automotive I[ndu]stries“ 2. Februar 1929, S. 152/53*) [N 2780 c]

Diesel- und Benzinlokomotiven

Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren als mittelb[arem] Antrieb kommen in den Vereinigten Staaten von Ame[rika] und in Kanada, besonders im Bahnhofs- und Verschiebedi[enst] immer mehr in Gebrauch. Während Kanada im allgeme[inen] der Dieselmaschine den Vorzug gibt, bedienen sich [die] Vereinigten Staaten noch gern des Benzinmotors, für [den] das geringere Gewicht, auf 1 PS Leistung bezogen, spr[icht]. Immerhin hat neuerdings Beardmore für kanadische 400 [PS-]Diesellokomotiven Motoren für 900 bis 1000 U/min au[sge]führt mit dem außerordentlich geringen Gewicht von [...] für 1 PS.

Dieselelektrische Lokomotiven von 300 PS Leistung [und] 60 t Gewicht werden zur Zeit am meisten bevorz[ugt]; sie werden bereits im Bahnhofsdienst der New Yorker [und] Chikagoer Bahnhöfe zahlreich benutzt. Versuche über [die] Eignung von Diesellokomotiven auch für den Fernver[kehr] sind bei der New Yorker Zentralbahn mit zwei 800 PS-L[oko]motiven im Gange. Man baut auch schon sehr große [Ein]heiten; so hat die Kanadische Eisenbahn eine diesel-e[lek]trische Lokomotive für 2500 PS[1]) in Dienst gestellt, [die] Zuggewichte von 700 bis 800 t im Personenzugdienst [be]fördert. (Revue Générale des Chemins de Fer, März [...] S. 212) [N 2780 a] *R*

[1]) s. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 1 S. 34 und Nr. 10 S. 352.

Beförderung flüssigen Roheisens a[uf] 16,5 km Entfernung

Bei der American Rolling Mill Co. wird das in [den] Hochöfen erzeugte flüssige Roheisen in besonderen, rd. [...] fassenden und leer rd. 130 t wiegenden Mischerwagen [über] eine Entfernung von 16,5 km bis zu den Siemens-Ma[rtin-]Öfen innerhalb 50 min vom Einfüllen bis zum Entle[eren] bei ganz geringen Temperaturverlusten befördert. [Der] 16,6 m lange Wagen hat vier zweiachsige Fahrgest[elle]. Der auf dem Eisenbahnwagen ruhende Mischer dreht [sich] auf Zapfen im Rahmen des Wagens und wird durch e[inen] Elektromotor angetrieben. Der Blechmantel des Misc[hers] ist mit 50 mm dickem Ganister ausgekleidet, auf dem [...] 340 m dicke Schamottesteine mittels feuerfesten T[ons] aufgesaugt sind. Die Auskleidung muß nach fünf Mon[aten] erneuert werden, nachdem rd. 40 000 t flüssiges Roh[eisen] befördert sind. („The Engineer“ 15. März 1929 S. 29[...])
[N 2780 b] *G*

Kabelkrananlage für besonders schw[ere] Lasten

Über einem rd. 90 m tiefen Steinbruch der Rubi[...] Granite Co., Aberdeen, arbeitet seit kurzer Zeit ein K[abel]kran, der bei 255 m Spannweite Lasten bis zu 20 t beför[dern] kann. Bei der Anlage mußte Rücksicht genommen we[rden] auf den Betrieb zweier bereits vorhandener Kabelkran[e]

ange Last. Man führte deshalb den neuen Kran schräg er den beiden alten hindurch, wobei die Stütze auf der chinenhausseite oben am Rande des Steinbruches, die enstütze etwa in halber Höhe über der Sohle angeordnet den mußte. Während das Maschinenhaus unmittelbar den Rand gebaut wurde, hat man den dazu gehörigen 25 m hohen Kabelkranturm so weit vom Rande ab ertet, daß es noch möglich ist, die großen Steine oben Weiterbeförderung abzusetzen. Da das Gelände weiter ten mit Häusern bebaut und auch nicht zur Aufnahme Gründungen für die Abspannseile des Turmes geeignet , mußte man, um die Seillänge zwischen Turm und Winhaus künstlich zu vergrößern, Hub- und Zugseil über ie Umführrolle zum Turm führen. Zwischen Maschinens und Umführrolle laufen die Seile unterirdisch, so daß Grundfläche durch sie nicht eingeengt wird.

um Antrieb dient ein 150 PS-Motor, der über ein chselgetriebe die Winden betätigt. Bei 20 t beträgt die bgeschwindigkeit 0,33 m/s, die Fahrgeschwindigkeit /s, bis zu 10 t das Doppelte. (The Iron and Coal Trades iew, 15. März 1929, S. 400*) [N 2780 g] *Sd.*

Lagerung der Drehbankspindel

In den Vereinigten Staaten hat die Timken Roller ring Co. an Drehbänken Versuche über den Einfluß Lagerung auf den ruhigen, schwingungsfreien Lauf der ndel angestellt. Einige Ergebnisse sind in Zahlentafel 1 2 zusammengestellt. Bei den Versuchen wurden die che Schnittgeschwindigkeit und dieselbe Drehzahl bezt. Der bearbeitete Werkstoff war gewöhnlicher Maschistahl von rd. 140 mm Dmr. und 254 mm Länge. Das rkstück war 38 mm tief in das Drehbankfutter eingennt, so daß das äußerste Ende des Drehstückes 216 mm Einspannfutter und rd. 432 mm von der Stirnseite des ndellagers entfernt war.

Zahlentafel 1
Axiale Schwingungen der Drehbankspindel

Lager	Maschine Nr.	Ausschlag rechts mm	Ausschlag links mm
Rollenlager	1	0,0076	0,0051
„	3	0,0076	0,0064
Gleitlager	5	0,0125	0,0229
„	8	0,0569	0,0254

Zahlentafel 2
Prüfung auf Rundlaufen

Lager	Maschine Nr.	U/min	Vorschub	Unrund		
				an der Einspannung	in der Mitte	am Ende
			mm	mm	mm	mm
Rollenlager	1	75	0,28	0,0000	0,0051	0,0076
„	3	120	0,28	0,0025	0,0025	0,0076
Gleitlager	5	63	0,28	0,000	0,000	0,025
„	8	124	0,28	0,0050	0,025	0,025

(„American Machinist", London, 16. März 1929 S. 252) [N 2780 e *] *Schr.*

Stromerzeuger im Freien

In dem Wasserkraftwerk Lewiston, Idaho, hat man die beiden Stromerzeuger für je 6250 kVA im Freien aufgestellt. Zum Schutz gegen Witterungseinflüsse dienen Blechgehäuse. Der Staudamm für das Kraftwerk besteht aus einem 282 m langen Betondamm und einem 2170 m langen Erddamm; das Krafthaus mit den Turbinen ist in den Erddamm eingebaut. („Electrical World" 2. März 1929 S. 428*) [N 2780 f] *Pa.*

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204).

Psychotechnische Berufseignungsprüfung von Gießereifacharbeitern. Von *Wilhelm Bültmann.* Berlin 1928, Julius Springer. 78 S. m. 32 Abb. Preis 8,25 *RM.*

Die als 4. Band der von Prof. Dr. W. *Moede,* Berlin, ausgegebenen „Bücher der industriellen Psychotechnik" chienene Arbeit stellt einen wertvollen Beitrag zur wissenschaftlichen Führung des Gießereibetriebes dar. Mit Recht wird auf die besonderen Verhältnisse hingewiesen, die zwar die Verwendung von Prüfverfahren gestatten, ähnlich denen für Metallarbeiterlehrlinge, aber nur dann, wenn diese Verfahren für die Gießereiarbeiter zugeschnitten werden; d. h. sie müssen sich auf eine eingehende Berufskunde und ein planmäßiges Studium der erforderlichen geistigen und körperlichen Fähigkeiten stützen.

Diese Grundlagen werden zunächst untersucht, um aus der Analyse der Berufsverrichtungen die berufswichtigen Fähigkeiten der Gießereifacharbeiter festzustellen. Hieran schließen sich eingehende Angaben über die Prüfverfahren nebst den erforderlichen Apparaten und deren Verwendung zur Prüfung nebst Auswertung der Prüfungsergebnisse.

Das Buch sollte von allen gelesen werden, die sich beruflich mit der Ausbildung des Gießereiarbeiters zu befassen haben, aber auch die anderen Gießereifachleute werden aus ihm manche Anregung schöpfen. [E 2606] *Lohse*

Rohre. Unter besonderer Berücksichtigung der Rohre für Wasserkraftanlagen. Von *Victor Mann.* München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 208 S. m. 138 Abb. Preis 13,50 *RM*

Eine Sonderdarstellung über die Herstellungsweise der Rohre, ihre Baustoffe, Berechnung, Ausführungsarten, Behandlung, Anwendungsgebiete, Verlegung und Montage mit einem Abriß der für den praktisch tätigen Ingenieur wichtigen Kapitel aus der Strömungslehre.

Ausgehend von Begriff, Zweck und Anwendungsgebiet der Rohre bei Wasserkraftanlagen bespricht der Verfasser im ersten Abschnitt die Herstellungsweise und die Bemessung der Rohre für die verschiedenen Baustoffe, wie Gußeisen, Schweißeisen, Flußeisen und Stahl, Holz, Beton und Eisenbeton, sowie Eternit. Außer den für die statische Berechnung der Rohre selbst und der hauptsächlichsten zur Gesamtheit einer Druckleitung gehörenden Einzelteile notwendigen theoretischen Abhandlungen mit Angabe der zulässigen Beanspruchungen erläutern eingehender Text und zahlreiche Abbildungen die wichtigsten konstruktiven Einzelheiten wie Längs- und Rundnähte, Rohrverbindungen, Ausdehnungsstücke, Abstützungen u. a. Ein besonderes Kapitel behandelt die wichtige Frage der Schutzmittel gegen Rost und Anfressungen.

Vergleichende Betrachtungen zu den verschiedenen Rohrarten geben sodann Aufschluß über zulässige Höchstdrücke, größte Durchmesser und zulässige Wassergeschwindigkeiten sowie deren Einfluß auf die Regelung der angeschlossenen Turbinen. Eingehend behandelt werden ferner die Berechnung des wirtschaftlich günstigsten Durchmessers und das zur Beurteilung der Druckverhältnisse (Unterdruck) notwendige Druckliniendiagramm. Weniger lehrreich und den neuzeitigen Ausführungen angepaßt ist das Kapitel über die Verteilleitungen. Im weiteren wird der praktisch arbeitende Ingenieur eine eingehendere Behandlung der Festpunkte vermissen.

Der zweite Abschnitt, der „Hydraulische Teil", beschäftigt sich ausführlich theoretisch neben den Druckhöhenverlusten mit den dynamischen Druckänderungen, die für die praktischen Ausführungen, insbesondere zur Bestimmung der Linie der dynamischen Druckhöhen im Druckliniendiagramm, in Betracht kommen.

Das Buch behandelt trotz der Kürze die für den Rohrbau wichtigen Fragen und vermittelt durch zahlreiche Literaturhinweise ein erschöpfendes Studium des ganzen Stoffes. [E 2659] *A. L. Caflisch*

Kurzes Lehrbuch der Chemie in Natur und Wirtschaft. Von *Carl Oppenheimer* und *Joh. Matula.* 2. Aufl. 1. Bd.: Allgemeine Chemie. Von *Johann Matula.* Anorganische Chemie. Von *Carl Oppenheimer.* 566 S. m. 65 Abb. Preis 26 *RM.* 2. Bd.: Organische Chemie. Von *Carl Oppenheimer.* 471 S. m. 7 Abb. Preis 22 *RM.* Leipzig 1928, Georg Thieme.

Über die erste Auflage dieses Werkes wurde bereits vor vier Jahren an dieser Stelle berichtet. Der Charakter des Werkes ist in der vorliegenden zweiten Auflage nicht geändert; im Gegenteil, der neue Weg, den der Verfasser in der Behandlung des Stoffes eingeschlagen hat, ist noch schärfer und klarer herausgearbeitet worden. Der Umfang ist durch eingehendere und zum Teil völlig neue Bearbeitung einzelner Kapitel vermehrt, so daß eine Teilung in zwei Bände notwendig geworden ist. Der erste Band umfaßt die Behandlung der allgemeinen Chemie und die anorganische Chemie. Der zweite Band enthält die organische Chemie.

In der allgemeinen Chemie, die wie in der ersten Auflage aus der Feder von Prof. *Matula,* Wien, stammt, sind besonders die Kapitel über die Theorie der Elektrolyte, den

Atombau und die Valenztheorien einer Neubearbeitung unterworfen und neueren, aber nicht den neuesten, Anschauungen auf diesen Gebieten angepaßt worden. Im zweiten Teil wurde besonders der Abschnitt Kohle, ihre Entstehung und Aufarbeitung sehr erweitert. Zahlreicher noch sind die Neuerungen, die wir im dritten Teil finden. Die technisch so wichtigen Kapitel Erdöl, Erdölverwertung und Kohlenhydrate sind völlig neu bearbeitet. Aber auch die theoretischen Fragen der organischen Chemie wie die Stereochemie, die Lehre von den Farbsalzen von *Hantzsch* und *Dilthey*, das Bezeichnungsprinzip von *Wohl* und *Freudenberg* und die *Werner-Pfeifferschen* Theorien haben eine eingehende Würdigung erfahren. Das Kapitel Fermente (Enzyme), ein Sondergebiet des Hauptverfassers, ist besonders ausführlich behandelt.

Auf Grund dieser Neubearbeitung wird sich das Werk auch weiterhin gut einführen, zumal es übersichtlich und anziehend geschrieben ist. Es ist nicht nur für den gehenden Chemiker als Lehrbuch, sondern auch als N schlagewerk für Physiker, Ingenieure, Ärzte, Landw usw. geeignet. [E 2382] Dr. *Ploe*

Holzbearbeitungsmaschinen und Holzbearbeitung des In- Auslandes. Von *J. Gillrath.* Berlin 1929, Julius Sprin 604 S. m. 611 Abb. Preis 31,50 *RM.*

The Geology of Petroleum and Natural Gas. Von *E Raymond Lilley.* London 1928, Chapman & Hall, 524 S. m. 173 Abb. Preis 30 s.

Handbuch für Luftfahrt und Luftfahrt-Industrie. Her geb. *Erich Mehne.* 3. Aufl. Berlin 1929, Luftfahrt lag. 360 S. m. Abb. Preis 5,80 *RM.*

Jahrbuch der angewandten Naturwissenschaften. 34. Herausgeg. von *August Schlatterer.* Freiburg im Breis Herder & Co. 400 S. m. 262 Abb. Preis 12 *RM.*

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Verhütung von Motorrückschlägen an Kraftwagen

In dem vorstehenden Aufsatz von Obering. *Freymann*, Z. Bd. 73 (1929) S. 87 ist auch meine Andrehkurbel behandelt. Es sei mir daher gestattet, dazu ergänzend Folgendes zu bemerken:

Nach meinen bis 1906 zurückreichenden Erfahrungen mit meinen Alfa-Kurbeln, wovon bereits viele Tausende an ortfesten Motoren und an Motorlokomotiven Verwendung gefunden haben, wird die Unfallsicherheit der auf Entkuppeln bei Rückschlag beruhenden Sicherheitskurbel weder durch den kurzen Entkuppelweg noch durch die Möglichkeit des Ausschwingens nach erfolgter Entkupplung beeinträchtigt.

Bei meinen Beta-Kurbeln liegen die Verhältnisse nicht anders. Im übrigen führe ich diese Bauart auch mit Hemmung gegen Zurückschwingen nach der Entkupplung aus.

Nach den von *Freymann* aufgestellten Bedingungen wäre, streng genommen, nur die beim Rückschlag festgehaltene Kurbel brauchbar. Zu dieser einseitigen Festlegung besteht aber nach den Erfahrungen mit den das Sicherungsgesperre und den Motor schonenden auslösenden Kurbeln in der Praxis kein Anlaß.

Kurbeln mit Rutschkupplung, bei denen der Rückstoß durch das Sicherungsgesperre abgefangen wird, hat man schon vor mehr als 20 Jahren einzuführen versucht. Das hierher gehörige, in dem Buch über Unfallverhütungstechnik von Prof. Dr.-Ing. *Schlesinger* veröffentlichte System *Barthel* arbeitete (was aus der dortigen Darstellung nicht ersichtlich ist) mit Rollengesperre. Es scheiterte an dem zu frühen Verschleiß des Gesperres.

Wenn auch der Erfolg mit dauerhafteren Gesperren, zu denen sicher auch mein mit Sperrflächen arbeitendes, nachstellbares Keilbackengesperre zählt, heute besser sein wird, so bleibt doch als Nachteil dieser Bauart, daß neben dem Gesperre der Motor erheblich stärker mitgenommen wird als bei den auslösenden Kurbeln. Soviel ich weiß, wird von maßgebender Seite die Monopolstellung einer bestimmten Bauart nicht gewünscht, so daß es schon aus diesem Grunde richtig sein dürfte, wenn auch den auslösenden Kurbeln Raum zur Weiterentwicklung gelassen wird.

Weißenburg i. Bayern *Fritz Ossberger*

Erwiderung

Die Alfa-Kurbel von *Ossberger* ist in meinem Aufsatz nicht genannt worden; sie hat sich beim Kraftwagen nicht eingeführt. Die in meinem Aufsatz aufgestellten Bedingungen sind das Ergebnis von mir durchgeführter Versuche und zahlreicher Unfalluntersuchungen; von der vo Einhaltung dieser Bedingungen kann m. E. nur solange stand genommen werden, als die herstellende Industrie d Aufgabe nicht restlos zu lösen vermag.

Die in der „Unfallverhütungstechnik“ veröffentlichte drehvorrichtung nach *Barthel* besteht nur aus einer bungskupplung ohne Gesperre und kann mit den von beschriebenen Kurbeln mit Gesperre und Rutschkupp nicht verglichen werden. Der von *Ossberger* genannte N teil, daß bei Kurbeln dieser Bauart, neben dem Gesperre, Motor erheblich stärker mitgenommen wird, hängt ganz der Bauart und Wirkungsweise der Rutschkupplung ab. günstigen Erfahrungen mit derartigen Kurbeln sind zwischen vielfach bestätigt worden; bei der zuletzt geli ten Kurbel zeigte das Gesperre nach mehr als 450 R schlägen keinen Verschleiß, und die Kurbel erfüllte alle dingungen.

Seit einigen Monaten mache ich Versuche mit Rut kupplungen, die beim Rückschlag von selbst auslösen genau so wirken wie die von *Ossberger* genannten, „ Motor schonenden, auslösenden Kurbeln“; ich werde über in kurzer Zeit berichten können.

In meinem Aufsatz über Verhütung von Motorrücksc gen habe ich auch die Andrehkurbeln behandelt auf regung von Firmen, die ihre Anregung aufrecht erhie obgleich ich die Entwicklung der Sicherheitskurbeln Kraftwagen für noch nicht abgeschlossen erklärte. weitere Entwicklung der Andrehvorrichtungen sollte d den Aufsatz gefördert werden; dies ist inzwischen gesche auch durch *Ossberger*, s. oben in Absatz 2. Die maßgeber Stellen werden es begrüßen, wenn möglichst viele Bau die an Sicherheitskurbeln zu stellenden Bedingungen füllen; ob sogenannte auslösende Kurbeln, Gesperre Rutschkupplungen oder andere Bauarten ist gleichgülti

[D 2641] *Freyman*

Berichtigung

Beschleunigungsmesser von Galitzin

Zu der in Nr. 8 Seite 263 dieser Zeitschrift veröff lichte Beschreibung ist ergänzend folgendes mitzutei Die angegebenen Formeln gelten selbstverständlich unter der Annahme, daß das Quarzblättchen den glei Neigungswinkel α gegen die Senkrechte hat wie der Fa an dem das Gewicht g hängt. [N 278

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

Bd. 73 — SONNABEND, 6. APRIL 1929 — Nr. 14

Das Landmaschinenwesen als Lehrgebiet für Ingenieure

Landmaschinen-Laboratorium der Technischen Hochschule München

Von Prof. Dr. GEORG KÜHNE, München

Der Aufbau des Landmaschinenwesens als Lehrgebiet für Ingenieure. Berührungspunkte dieses Sonderfaches mit Teilgebieten der allgemeinen Maschinenlehre und seine Eigenarten. Das Laboratorium für Landmaschinen der Technischen Hochschule München und seine neuartigen Einrichtungen: die Versuchsrinne zum Pflügen und der Meßwagen, der Sämaschinen-Prüfstand mit Plüschband zur Ermittlung der Körnerverteilung u. a.



Versuchsrinne mit Meßwagen.

Das Landmaschinenwesen ist in unsere akademischen Unterrichtspläne für Ingenieure erst erheblich später aufgenommen worden als in die für Landwirte. Diese Entwicklung wurde hauptsächlich dadurch verursacht, daß die Nachfrage nach Ingenieuren mit akademischer Sonderausbildung im Landmaschinenwesen in früheren Jahren sehr gering war und die Technischen Hochschulen der Landmaschinenlehre nicht genügend Bedeutung beilegten, um ihr die Stellung eines Sonderfaches einzuräumen. Allmählich änderten sich die Verhältnisse und Anschauungen. Die Nachfrage nach Landmaschineningenieuren nahm zu und das Landmaschinenwesen fand in den Kreisen akademisch gebildeter Ingenieure größere Beachtung und verständnisvollere Beurteilung als zuvor. Heute wird in Deutschland das Landmaschinenwesen von besonderen Fachvertretern in den Maschineningenieur-Abteilungen (Maschinenbau-Fakultäten) von sechs Technischen Hochschulen gelehrt.

Grundlagen der Ausbildung zum Landmaschinen-Ingenieur

Der Unterricht im Landmaschinenwesen an Ingenieure ist in ganz anderer Weise zu erteilen als an Landwirte. Der Landwirt soll in Vorlesungen über die Bedeutung der Maschine in der Landwirtschaft, über ihren Aufbau, ihre Wirkungsweise, ihre Wirtschaftlichkeit unterrichtet werden und in praktischen Übungen ihre Eigenschaften kennenlernen. Der Ingenieur dagegen muß nach einführenden Vorlesungen und Übungen vertiefte Vorlesungen über die Gestaltung der Landmaschinen und besondere Fragen der Fertigung hören, Untersuchungen an Landmaschinen anstellen und einen selbständigen Entwurf liefern.

Erwarten doch den jungen Landmaschineningenieur, wenn er die Hochschule verläßt, sehr verschieden geartete Anforderungen. Die Landmaschinenindustrie braucht Hilfskräfte für die Entwicklungsarbeiten im Konstruktionsbureau, auf dem Prüfstand und dem Versuchsfeld, sie braucht ferner solche für den Fabrikationsbetrieb und in ihren Verkaufsorganisationen. Die Maschinenprüfämter und wissenschaftlichen Institute fordern Kräfte an, die das gesamte vielgestaltete Fachgebiet kritisch übersehen und geeignet sind, bei vergleichenden Untersuchungen und Forschungsarbeiten erfolgreich mitzuwirken. Die Maschinenberatungsstellen der Landwirtschaftskammern und andrer Körperschaften, sowie die Überwachungsringe für Maschinen verlangen vom Landmaschineningenieur ein klares Urteil in den Fragen, die sich bei der praktischen Benutzung der Maschine in der Landwirtschaft ergeben.

Die Ausbildung des Landingenieurs würde unvollkommen sein, wenn er während seines Studiums nicht auch Berührung mit der landwirtschaftlichen Praxis und mit einigen wichtigen Fächern der landwirtschaftlichen Wissenschaft haben würde. Eine praktische Tätigkeit von mindestens dreimonatiger Dauer in einem gut geleiteten Landwirtschaftsbetriebe, die im Rahmen des praktischen Jahres liegen könnte, und der Besuch wenigstens je einer kurzen einführenden Vorlesung über Acker- und Pflanzenbau und landwirtschaftliche Betriebslehre sind unerläßliche Voraussetzung für eine spätere Tätigkeit als Landmaschineningenieur. Ein solcher muß die einschlägigen biologischen und pflanzenphysiologischen Zusammenhänge kennen, wenn er sie mit mechanischen Hilfsmitteln beeinflussen will, und ebenso muß er über die wichtigeren betriebswirtschaftlichen Fragen unterrichtet sein.

Unterrichtsgebiete und Unterrichtsplan

Genügen zur Durchführung des maschinenkundlich-technologisch aufgebauten Unterrichtes an Landwirte zwei Semester — im ersten Vorlesungen, im zweiten praktische Übungen —, so beansprucht die Sonderausbildung der Ingenieure im Landmaschinenwesen folgerichtig vier Semester. Der allgemeinen Gliederung des Studiums für Maschineningenieure entsprechend, gehört das Landmaschinenwesen in die Semester nach der Diplomvorprüfung.

An der Technischen Hochschule München, wo seit dem Jahre 1924 ein planmäßiges Ordinariat für Landmaschinenlehre besteht, das zur Maschineningenieur-Abteilung gehört und dessen Inhaber ausschließlich dieses Fachgebiet in Lehre und Forschung zu vertreten hat, ist der Unterricht in der Landmaschinenlehre für Ingenieure folgendermaßen gegliedert:

	Lehrstoff	Zahl der Wochenstunden Vorlesungen	Übungen
5. Semester	Landmaschinenkunde	3	
6. „	Untersuchungen an Landmaschinen		3
7. „	Landmaschinenbau I	2	
	Untersuchungen an Landmaschinen		3
8. „	Landmaschinenbau II	2	
	Entwerfen von Landmaschinen		8

Wie diese Übersicht zeigt, ist der Zeitaufwand, den das Studium des Landmaschinenwesens erfordert, im Vergleich zu dem für andere Sonderfächer des Maschinenbaues verhältnismäßig groß. Eine Einschränkung der Stundenzahl, die im Interesse der nach Ablegung der Vorprüfung stark belasteten Studierenden liegen würde, ist jedoch wegen der Vielgestaltigkeit und des großen Umfanges des Landmaschinenwesens nicht möglich. Diese Vielgestaltigkeit bringt den jungen Landmaschineningenieur mit sehr vielen Teilgebieten der technischen Mechanik und der allgemeinen Maschinenlehre in enge Berührung und macht das Studium besonders anregend.

Die Kraftpflüge und Ackerschlepper geben ihm Veranlassung, sich mit verschiedenartigen Wärmekraftmaschinen eingehend zu beschäftigen. Hierbei lernt er, daß die besonderen Bedingungen des landwirtschaftlichen Betriebes dem Konstrukteur beim Entwurf Fesseln anlegen und ihn zwingen, nach neuartigen Lösungen zu suchen. Die Rücksicht auf die begrenzte Tragfähigkeit gewisser Ackerböden verlangt sparsame Verwendung der Werkstoffe, um bestimmte Gewichtsgrenzen der Maschine nicht zu überschreiten. Er sieht z. B., daß deshalb der Dampfpflugbetrieb Kessel benutzt, die in 1 h bis zu 70 kg Dampf auf 1 m^2 Heizfläche liefern müssen, oder daß es gelungen ist, das Gewicht für Ackerschlepper auf 50 bis 55 kg/PS Motorleistung herabzudrücken, ohne daß teuere Leichtmetalle verwendet werden. In diesem Zusammenhang findet er auch Berührung mit der Frage des schnellaufenden, leichten Dieselmotors. Da aber, wo die Triebräder des Kraftpfluges und Schleppers den Ackerboden berühren, wird er mit einer grundlegenden Frage des Landmaschinenwesens vertraut gemacht, nämlich mit der Aufgabe, die Umfangs-

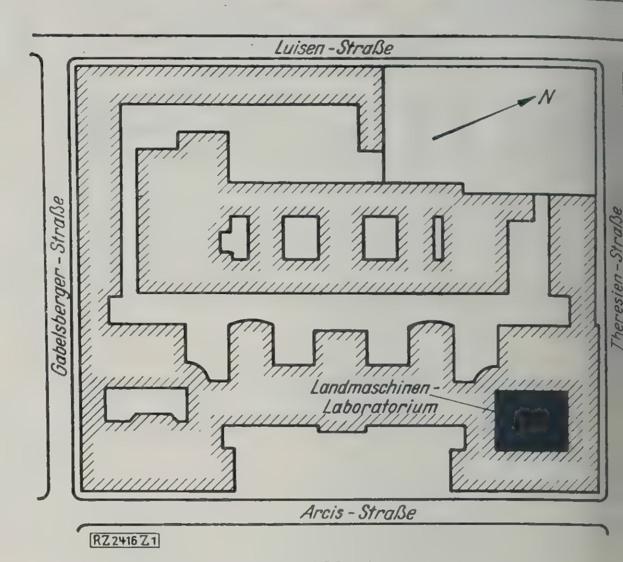


Abb. 1
Lage des Landmaschinen-Laboratoriums der Technischen Hochschule München.

kräfte der Triebräder mit möglichst geringen Verlusten ein Übertragungsmittel, den Boden, abzusetzen, dess Eigenschaften ständig wechseln.

Die Schwierigkeiten der wechselnden Bodeneigensch ten treten ihm in anderer Gestalt bei der Entwicklung Werkzeuge zur Bodenbearbeitung entgegen. Hier si Formen zu entwerfen, die trotz der wechselnden Eig schaften des „Werkstoffes" den beabsichtigten techn logischen Arbeitsprozeß in möglichst vollkommen Weise durchführen.

Die verschleißende Wirkung der Ackerböden, insbes dere mancher Mineralböden, rollt die Frage nach zweckmäßigsten Werkstoffen auf. Hochlegierte Stä kommen nicht in Frage, weil sie gegen Fehler bei Wärmebehandlung empfindlich sind und die Werkzeu sich mit den einfachen Hilfmitteln und Fähigkeiten ei Landschmiedes wieder instand setzen lassen müssen. D junge Ingenieur wird mit den Sonderstählen des La maschinenbaues vertraut gemacht.

Das Kräftespiel an Bodenbearbeitungsgeräten, bes ders an Pflügen, führt zur räumlichen Statik, se Kenntnis liefert die Grundlage für die Formgebung u die Wahl der Abmessungen der einzelnen Teile. Die For gebung im Landmaschinenbau ist aber mit der Fertigu aufs engste verbunden; denn die meisten Geräte si Gegenstände des Massenbedarfs und werden in Reihen zeugt. Die angewandten Fertigungsverfahren sind hoch entwickelt, daß es in vielen Fällen gelungen ist, d Lohnanteil auf weniger als 10 vH der gesamten Gestehung kosten zu senken. Der Studierende kann am Beispiel d Pfluges, des Grubbers, der Egge wie kaum an eine anderen die wirtschaftliche Fertigung von leichten u mittelschweren Schmiedestücken verwickelter Form lerne

Die Aufgabe, die Körnerverteilung mittels Sämaschin zu beherrschen, besonders die Aussaat von Horsten Verbande, stellt die Verbindung mit der Bewegung lehre her, die in noch stärkerem Maße zur Erfassu der eigenartigen Bewegungsvorgänge in Erntemaschin herangezogen werden muß. Man denke nur an den Aufb und die Arbeitsweise der Vorrichtung zum Formen u Binden der Getreidegarben an Mähmaschinen oder an maschinellen Einrichtungen zum Ernten von Kartoffeln.

Die Maschinen zum Dreschen des Getreides und zu Reinigen und Sichten von Körnern liefern lehrreic Anwendungsbeispiele aus der Dynamik. Die Gebl dieser und anderer Maschinenarten geben Anlaß, sich m der Strömungslehre zu beschäftigen, während schnell umlaufenden Dreschtrommeln und die schwinge den Massen der Strohschüttler und Siebkästen Proble der Schwingungslehre stellen.

Die Vielgestaltigkeit des Landmaschinenwesens gi also den Studierenden eine Fülle von Anregungen, do



Abb. 2
Das Prüffeld mit Spannrost.

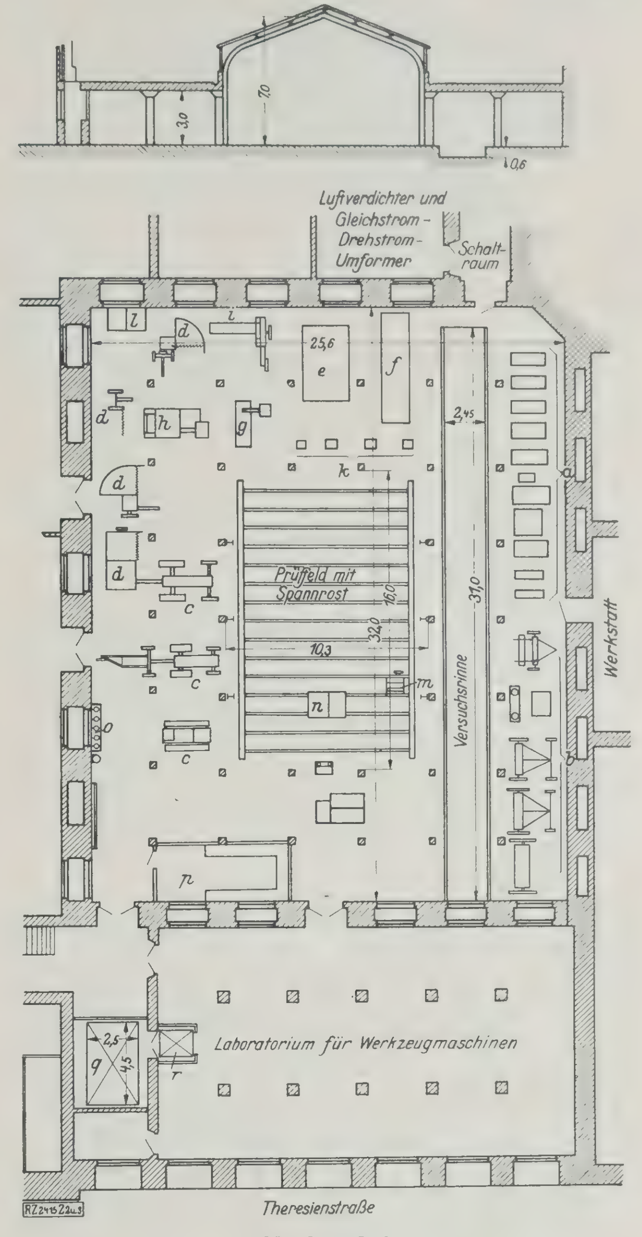


Abb. 3 und 4
Das neue Laboratorium des Instituts für Landmaschinen in München.

a Geräte zur Bodenbearbeitung,
b Maschinen zur Saat- und Pflanzenpflege,
c Ackerschlepper,
d Mähmaschinen,
e Dreschmaschine mit Schlagleistentrommel,
f Dreschmaschine mit Stiftentrommel,
g Saatgut-Reinigungsanlage,
h Tischausleser,
i Futterschneidmaschine mit Gebläse,
k Futtermühlen,
l Getreidesilo,
m Seilwinde,
n Elektromotor (25 kW),
o Wascheinrichtung mit Warmwasserspeicher,
p Schreib- und Wägezimmer,
q Druckwasser-Aufzug (3 t),
r Elektrischer Aufzug (1,5 t).

·itet sie ihnen auch Schwierigkeiten. Es ist besonders i denjenigen, der sich noch nicht mit Landmaschinen ·häftigt hat, nicht leicht, das gesamte Gebiet übersehen ernen. Deshalb ist schon die Anregung gegeben wor- eine

'eilung in kleinere Lehrstoffgebiete

unehmen und Sonderfachleute für Landmaschinen der wirtschaft, der Hofwirtschaft und der Milchwirtschaft ubilden. Die Abspaltung der Gruppe der Maschinen Milchwirtschaft erscheint, weil es sich um eine in sich hlossene Gruppe von Maschinen zur Verarbeitung einheitlichen Stoffes handelt, möglich und, wie Beie zeigen, auch nützlich. Die anderen Maschinenpen aber sind durch so viele Beziehungen miteinander verknüpft, daß sie sich ohne Schaden nicht voneinander lassen.

Das Landmaschinenwesen von heute ist in seiner Geheit gewiß bedeutend schwieriger zu übersehen als vor ahren. Sind doch innerhalb dieses Zeitraumes ganze chinengruppen, z. B. die Motorpflüge und Ackerschlepneu entstanden. Aber gerade an dem Beispiel dieser hinenarten läßt sich anderseits auch zeigen, daß im e der Zeit erhebliche Vereinfachungen in der Struktur Gesamtbildes eintreten können. Der Wirrwarr der orpflug- und Schlepperbauarten der Kriegs- und Nachszeit ist praktisch dadurch beseitigt worden, daß einige ge Konstruktionen sich vor den anderen bewährten, durchsetzten und die Mehrzahl der weniger brauchm verdrängten. Es ist also durchaus nicht sicher, daß Zahl der Landmaschinenarten weiter in erheblichem e zunimmt. Jedenfalls sollten die jungen Landmaschiingenieure auch in Zukunft mindestens mit den beiden als zusammengehörig bezeichneten Maschinengruppen raut gemacht werden.

Das neue Landmaschinenlaboratorium der Technischen Hochschule München,

Ein unerläßliches Hilfsmittel im Unterricht des Landhinenwesens ist der praktische Versuch. Deshalb gezu den notwendigen Einrichtungen eines Lehrstuhles Landmaschinenwesens ein Maschinenlaboratorium. lbstverständlich muß ein solches außer zum regelmäßigen rricht auch zur Durchführung von Forschungsarbeiten den Vorstand, seine Mitarbeiter und Doktoranden net sein. Nach diesem Grundsatz ist das neue Landhinenlaboratorium, mit dessen Einrichtung ich betraut ule, erbaut und ausgestattet worden.

Anlage des Laboratoriums

Die Technische Hochschule München ist in neuester Ze durch zwei stattliche Flügelbauten, die die an der Arsstraße liegende Hauptfront einschließen, s. Lageplan, Abb. 1, wesentlich erweitert worden. Die Hochbauten des nördlichen Flügels umgeben einen Hof, dessen Lage und Größe zur Unterbringung des Landmaschinen-Laboratoriums, Abb. 2 bis 4, sehr geeignet erschienen.

Die Sohle des Hofes, der 32 m lang und 25,6 m breit ist, liegt etwa 3 m tiefer als die Straße. In zwei Reihen angeordnete Betonpfeiler tragen eine Pilzdecke, die einen rechteckigen Ausschnitt von 16 m Länge und 10,3 m Breite hat. Über diesem Ausschnitt erhebt sich ein von drei Bindern getragenes Glasdach mit einer Scheitelhöhe von etwa 7 m. Auf drei Seiten liegen Lichtschächte mit großem Querschnitt, die gleichzeitig zur Zuführung von Frischluft dienen.

Die aus den Abbildungen 3 und 4 ersichtliche Raumgliederung hat eine sehr zweckmäßige Einteilung des Laboratoriums ermöglicht. Die gesamte unter dem Glasdach

Abb. 5
Schnitt durch einen Spannschlitz im Prüffeld.

liegende, vorzüglich belichtete Fläche ist zum Prüffeld bestimmt worden, wogegen der den Lichthof umschließende Teil des Raumes zur Aufstellung der für Unterrichts- und Versuchzwecke notwendigen Maschinen und Geräte benutzt wird.

Die Maschinen werden bei Bedarf ohne große Mühe in das Prüffeld gefahren, wo sie an beliebigen Stellen in Betrieb gesetzt werden können. Um die Maschinen hier befestigen zu können, sind 15 Spannschlitze von je 10 m Länge in Abständen von 1 m angeordnet. Ihre Konstruktion ist aus Abb. 5 ersichtlich; sie sind an die Entwässerungskanäle des Raumes angeschlossen und können an den Stellen, an denen nicht gearbeitet wird, mit T-Leisten zugedeckt werden. Erforderlichenfalls werden die Schlitze mittels quer verlegter Spannschienen miteinander verbunden.

Die Versuchseinrichtungen des Laboratoriums

Im Prüffeld liegen zwei Schaltkästen, denen je 25 kW Gleichstrom entnommen werden können, und ein dritter für 25 kVA Drehstrom. Außerdem sind in drei Ecken des Raumes Schalttafeln zu Versuchzwecken für je 5 kW Entnahme und verschiedene Spannungen angeordnet.

Fahrbares Meßpult

Der Strom wird über ein fahrbares Meßpult, Abb. 6, auf dem sich die Präzisionsstrom- und Spannungsmesser, Kontrollzähler und ein selbstschreibender Leistungsmesser befinden, den Motoren zugeführt. Es können gleichzeitig fünf Motoren angeschlossen werden. Das Meßpult soll stets eingeschaltet sein, um die jeweilige Belastung sofort feststellen zu können. Die fahrbare Anordnung hat man der ortfesten Schalttafelanlage vorgezogen, um bei der Wahl des Aufstellungsortes für Versuche vollkommen freie Hand zu haben und die Meßgeräte stets in möglichst geringer Nähe des Versuchsplatzes aufstellen zu können.

Der Leitgedanke, Versuche auf jeder beliebigen Stelle des Prüffeldes aufbauen zu können, ist auch insofern durchgeführt worden, als sämtliche Antriebmaschinen und

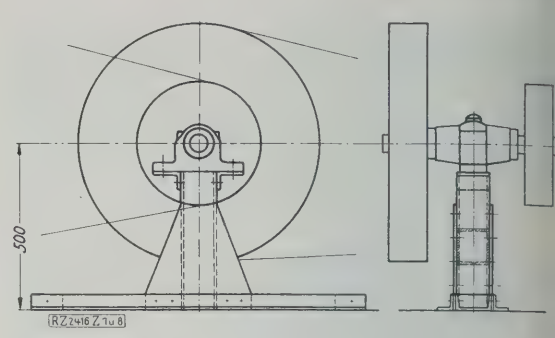


Abb. 7 und 8
Bewegliches Vorgelege für das Prüffeld.

sonstigen Versuchseinrichtungen beweglich sind. Die gr Maschine, ein Gleichstrommotor von 25 kW Leistung, mit Drehzahlregelung ausgerüstet und kann auch als Str erzeuger zum Belasten von Ölmotoren benutzt wer Auch die kleineren Motoren haben weitgehende Drehz regelung. Falls der Drehzahlbereich einmal nicht reichen sollte, wird zwischen Motor und Arbeitsmasc ein bewegliches Riemenvorgelege nach Abb. 7 un eingeschaltet. Diese Vorgelege geben in ähnlichen An dungsfällen einen vollwertigen Ersatz für fest ver Wellenleitungen.

An mehreren Stellen des Prüfstandes sind G Wasser- und Druckluftanschlüsse vorgesehen. Die Dr luftanlage soll zu Versuchen über das Verhalten von treidekörnern im Windstrom und ähnlichen Untersuc gen sowie zu Reinigungsarbeiten benutzt werden. Laboratorium können gleichzeitig vier bis sechs grö Versuche durchgeführt werden, ohne daß sie sich ge seitig stören.

Die Versuchrinne für Messungen bei Pflügen, s. Titelbild, S. 449.

Um den Kreis der ausführbaren Untersuchungen erweitern, ist neben dem Prüffeld eine 31 m lange, 2, breite und 0,6 m tiefe Rinne eingebaut, die mit Ac boden gefüllt und zu Arbeitsversuchen mit Bodenbea tungsgeräten oder Werkzeugen normaler Größe besti ist. Die Anlage dieser Rinne gibt Untersuchungsmögl keiten, deren Umfang sich noch nicht übersehen läßt. K man doch den Ackerboden in der Rinne durch sprechende Behandlung in einen gleichmäßigeren phys lischen Zustand bringen, als es auf einem Versuchs möglich ist. So ist der für die ersten Versuchsreihen in Rinne gebrachte Boden, ein humoser, lehmiger S boden, zuvor mittels Sieben von Steinen und Pflan resten befreit worden. D sind Störungsursachen be tigt, die erfahrungsge die Genauigkeit von Mes gen an Bodenbearbeitu werkzeugen auf dem stark beeinträchtigen kön Ferner kann der Boden in Rinne mittels künstlicher regnung in jeden gewün ten Feuchtigkeitszustand durch entsprechende Bea tung in beliebiger Weise dichtet werden, wie die herigen Versuche ge haben. Außerdem lassen die Werkzeuge, die in e auf Schienen über der R laufenden Meßwagen, A und 10, eingespannt wer genau geradlinig bewegen innerhalb der ganzen

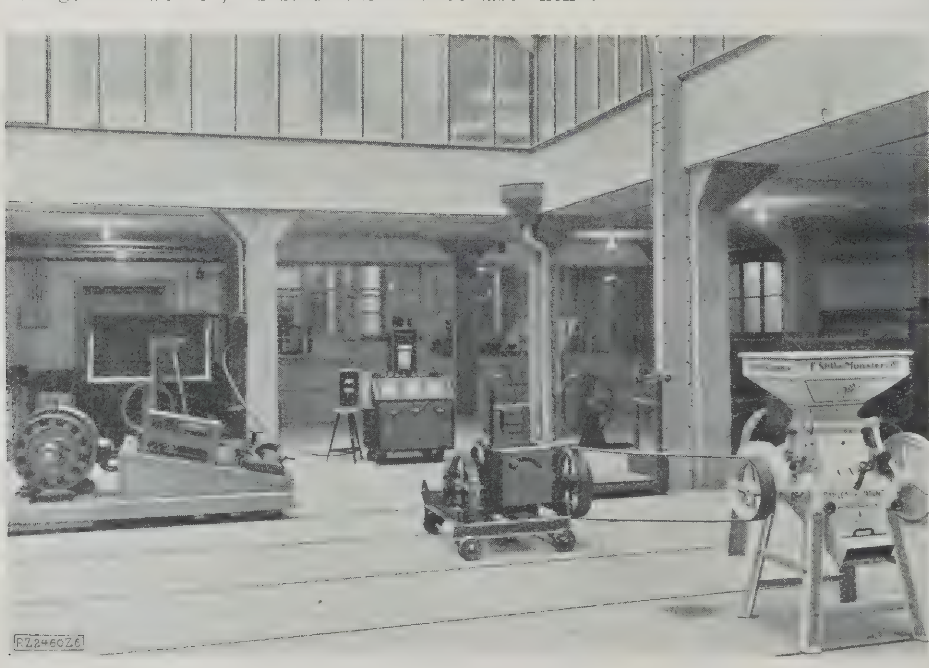


Abb. 6
Versuchseinrichtungen auf dem Prüffeld.
In der Mitte hinten das fahrb Meßpult.

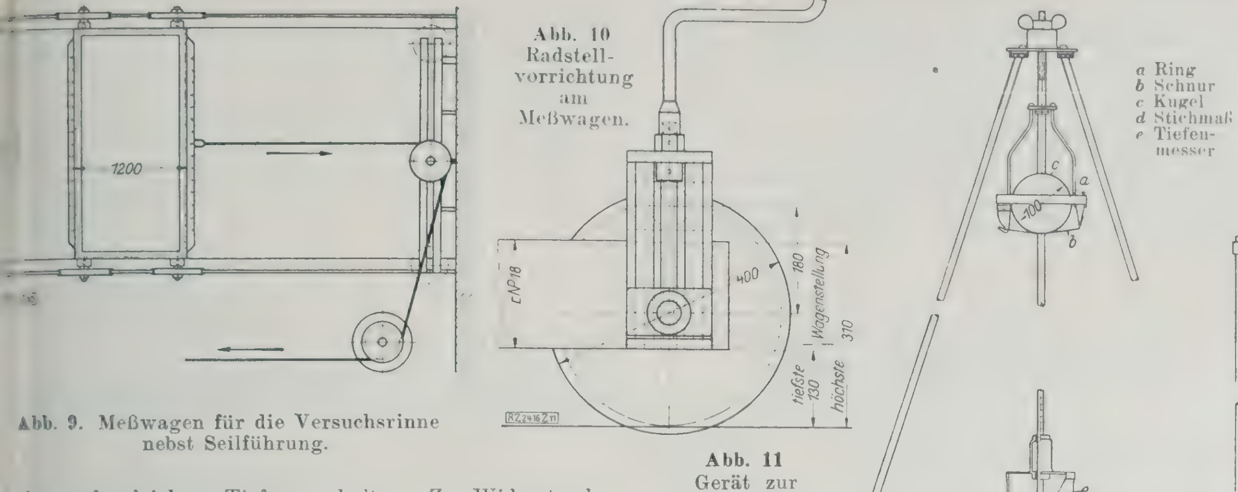


Abb. 9. Meßwagen für die Versuchsrinne nebst Seilführung.

Abb. 11 Gerät zur Untersuchung der Bodenpressung.

...cke auf gleichem Tiefgang halten. Zu Widerstand...ssungen werden Meßdosen, deren Flüssigkeitsdruck auf ...reibwerke übertragen wird, zwischen Wagen und Werk...zeug geschaltet. Es sind somit alle Vorbedingungen zur ...winnung exakter Meßergebnisse gegeben, ohne daß der ...nwand erhoben werden kann, der in der Rinne befind...liche „künstlich vorbereitete" Boden entspräche nicht dem „gewachsenen" Boden des Ackerfeldes. Die Böden unserer ...turfelder sind von dem Augenblick an, wo der erste ...flug sie durchfurcht hat, auch keine „gewachsenen" ...den mehr. Auch ihr Gefüge wird immer wieder infolge ...e mechanischen Bearbeitungsmethoden des Landwirtes ...ünstlich geändert, ohne daß dieser allerdings in der Lage ...s den Grad der Bodenpressung oder gar den Feuchtig...keitsgehalt so zu beherrschen, wie das in der Versuchs...rinne möglich ist.

Zur zahlenmäßigen Ermittelung und zum Vergleich der ...denpressung in der Rinne benutzt man ein Verfahren, ...das der Verfasser in Anlehnung an die *Brinellsche* Kugel...druckprobe vorgeschlagen hat. In dem von einem Gestell ...getragenen Ring *a*, Abb. 11, ruht auf einer gespannten ...Schnur *b* eine Stahlkugel *c* von 100 mm Dmr. Der untere ...Scheitel der Kugel wird vor jedem Versuch mit einem ...Stichmaß *d* so hoch über der Bodenoberfläche eingestellt, ...daß die frei fallende Kugel stets mit der gleichen Wucht auf ...den Boden aufschlägt. Die Kugel wird durch Abbrennen ...der Schnur ausgelöst, so daß sie keine Fremdbeschleuni...gung erhält. Dann mißt man die jeweilige Eindrücktiefe ...mit einem Tiefenmesser *e*. Dieses Verfahren soll dahin ...ausgebaut werden, daß es auch zur Untersuchung des Pres...sungsgrades in größeren Tiefen brauchbar wird.

Der Meßwagen, Abb. 9 und 10, wird von einer ...im Prüffeld aufgestellten, elektrisch betriebenen Seilwinde ...bewegt. Die Leistung des Antriebmotors und die Abmes...sungen der Winde ermöglichen es, den Wagen mit seiner ...vollen Ausrüstung auf einem Anlaufweg von etwa 6 m ...auf 5 m/s Geschwindigkeit zu beschleunigen. Da ein etwa ...ebenso langer Bremsweg erforderlich ist und ungefähr ...weitere 6 m für die eigene Länge der fahrenden Versuchs...einrichtung verloren gehen, steht eine reine Meßstrecke von ...bis 14 m Länge zur Verfügung. Diese Länge reicht zur ...Gewinnung von eindeutigen Ergebnissen aus, weil der ...Boden, wie oben gesagt, von gleichmäßiger Beschaffenheit ... Die Breite der Rinne genügt, um sechs bis acht Pflug...furchen von je etwa 20 bis 25 cm Breite nebeneinander ...zu legen. Die Sohle der Rinne ist nicht betoniert, der ...Boden liegt unmittelbar auf einer wasserdurchlässigen ...Kiesschicht. Sobald die Versuche in der zur Zeit benutzten ...Bodenart erschöpft sein werden, soll sie gegen eine andere ...ausgewechselt werden.

Der Sämaschinen-Prüfstand

Zur Untersuchung der Körnerverteilung durch Sä...maschinen sind mit Leim bestrichene Papierstreifen, die ...den Ackerboden ersetzen, zu benutzen. Dieses Ver...fahren liefert genaue Ergebnisse, doch ist es nicht be...quem und deshalb zur Gewinnung eines großen statistischen ...Versuchsmaterials, wie es bei Durchführung von Entwick...lungsarbeiten erforderlich ist, nicht gut brauchbar. Im Münchener Landmaschinen-Laboratorium ist nach Vorschlägen von *Ingobert Starke* ein Prüfstand für solche Versuche gebaut worden, Abb. 12 und 13. Auf einem über zwei Scheiben geführten Ledertreibriemen *a* von 100 mm Breite sind in Abständen von 3 mm Holzklötze *b* mit Klammern befestigt. Der Querschnitt der Klötze geht aus Abb. 13 hervor; sie sind mit langhaarigem Plüsch beklebt. Auf diese Weise ist ein Band mit zwei Rillen entstanden, deren größere für grobkörniges Saatgut und deren kleinere für die Hauptgetreidearten bestimmt ist. Das Band läuft mit einer Geschwindigkeit um, die gleich der beim Säen gebräuchlichen Fahrgeschwindigkeit ist, und nimmt die von der zu untersuchenden Sävorrichtung *c* und der Saatleitung *d* ausgestreuten Samenkörner in der Rille auf. Hier werden sie von den Haaren des Plüsches so festgehalten, daß man beim Anhalten des Bandes die Körnerlage wie auf dem mit Leim bestrichenen Papierstreifen ersehen kann.

Die zum Unterricht und zu Versuchen gebrauchten zahlreichen Landmaschinen und Geräte sind in großzügiger und dankenswerter Weise von Firmen unserer Landmaschinenindustrie dem Institut leihweise überlassen worden. Die betreffenden Firmen haben sich außerdem bereit erklärt, ihre Erzeugnisse bei eintretenden Konstruktionsänderungen jeweils gegen die neuesten Ausführungen

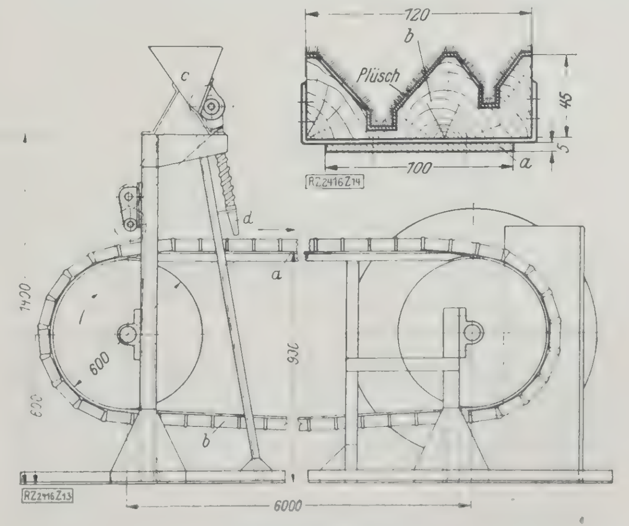


Abb. 12 und 13 Sämaschinen-Prüfstand.

a Ledertreibriemen (je 100 mm lang) *b* Holzklötze mit Plüschbelag *c* Säeinrichtung *d* Säableitung

umzutauschen. Auf diese Weise steht dem Landmaschineninstitut dauernd eine Sammlung der wichtigsten neuzeitlichen Maschinen und Geräte zur Verfügung.

Schlußwort.

Solche anschaulichen Lehrmittel sind für den jungen Landmaschineningenieur von außerordentlichem Wert. Weder die Tafelskizze, noch die Lehrbildtafel oder das Lichtbild können den Formensinn des zukünftigen Konstrukteurs in so hohem Maße weiter entwickeln wie das gegenständliche Ausführungsbeispiel. Eine möglichst weitgehende E[nt]wicklung des Formensinnes ist aber gerade für denjeni[gen] von besonderer Bedeutung, der später selbst schöpferi[sch] tätig sein will, weil der Landmaschinenbau an die räu[m]liche Vorstellungskraft und an den Sinn für Formgebu[ng] hohe Anforderungen stellt. Aus diesem Grund ist der La[nd]maschinenbau als Konstruktionslehrfach von groß[em] erzieherischen Wert und es ist zu begrüßen, daß er he[ute] an mehreren unsrer Technischen Hochschulen gepfl[egt] wird. [B 2460]

Neuere Ergebnisse auf dem Gebiete der Kreiselpumpenforschung.

Von Dr.-Ing. WILHELM SCHULZ, Bremen

Unzulänglichkeit der klassischen Turbinentheorie — Die spezifische Schaufelarbeit der idealen Flüssigkeit — Ihr Geradliniengesetz — Schnittpunkt mit der H_{th_∞}-Linie — Die spezifische Schaufelarbeit der wirklichen Flüssigkeit — Geradlinigkeit und Lage der wahren H_{th}-Linie. — Gültigkeit der Näherungsgleichung nach Pfleiderer — Verschiedene Versuchsergebnisse.

Die aufsteigende Entwicklung der technischen Wissenschaften in den Nachkriegsjahren hat insbesondere auch dem Kreiselpumpenbau bedeutende Anregungen gegeben. Die Vorausberechnung der Kreiselräder, die bis dahin auf der *Zeunerschen* Stromfadentheorie und nicht zuletzt auf der Erfahrung des Versuchstandes fußte, erhielt eine neue Grundlage, wobei als Kernfrage des Problems die Berücksichtigung der e n d l i c h e n Schaufelzahl hervortreten mußte. Hier ist es vor allem *C. Pfleiderer* zu danken, daß er eine den Bedürfnissen des Ingenieurs gerecht werdende Lösung gegeben hat[1]). In jüngster Zeit ist es auch der theoretischen Hydrodynamik gelungen, in dieses Gebiet erfolgreich einzudringen — allerdings einstweilen nur für einfache Schaufelformen und reibungslose Flüssigkeit. Obwohl der Ingenieur praktisch stets zähe Fördermittel hat, vermag er doch aus der Kenntnis der Gesetze für eine ideale Flüssigkeit wertvolle Schlüsse zu ziehen. So sehen wir denn heute, angeregt durch die Erfolge der aerodynamischen Strömungsforschung, hydrodynamische Rechnungsverfahren Hand in Hand mit dem Versuch der Kreiselpumpe ihre Gesetze ablauschen. Unter diesem Gesichtswinkel soll in den nachfolgenden Ausführungen über Forschungsergebnisse berichtet werden, die als Ausschnitt umfangreicher Untersuchungen im Laboratorium für Dampfmaschinen und Pumpen der Technischen Hochschule Braunschweig gewonnen worden sind[2]).

Die *Zeunersche* Turbinentheorie erfaßt nur die für unendliche Schaufelzahl zu erwartende spezifische Schaufelarbeit H_{th_∞}, eine theoretische Förderhöhe, die das Kreiselrad bei verlustloser Strömung erzeugen würde. Unsere wirklichen Pumpenkreisel arbeiten aber weder mit unendlich vielen Schaufeln, noch in idealer Flüssigkeit, so daß die klassische Theorie nicht ausreicht. Man hat sie daher ergänzen müssen, zumal bei endlicher Schaufelzahl z neben dieser auch das Verhältnis der Schaufel-Ein- und Austrittshalbmesser $\frac{r_1}{r_2}$ Einfluß gewinnt. So hat *C. Pfleiderer* die Beziehung aufgestellt[3]):

$$H_{th_\infty} = H_{th}\left(1 + \psi\,\frac{r_2^2}{z\,S}\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1),$$

mit deren Hilfe eine Umrechnung der Werte von H_{th} auf $z = \infty$ ermöglicht ist, so daß die klassische Theorie, die aus Gründen der Recheneinfachheit nie wird verlassen werden können, Gültigkeit behält. Da eine zuverlässige Vorausberechnung der Kreiselpumpen auf das engste verknüpft ist mit der Kenntnis des Förderhöhenverhältnisses $\frac{H_{th}}{H_{th_\infty}}$, steht seine Erforschung im Mittelpunkt der allgemeinen Aufmerksamkeit.

So habe ich für eine ideale Flüssigkeit die Eigenschaften parallelkränziger Kreiselräder mit logarithmisch-spiraligen Schaufeln, sowie beliebigen Werten z und β untersucht, um sodann mit einer für den besonderen Zweck konstruierten Versuchspumpe das Verhalten in der wirklichen, reibungsbehafteten Flüssigkeit zu studieren.

[1]) *Pfleiderer*, Die Kreiselpumpen, Berlin 1924; vergl. a. *Pfleiderer*, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 4 S. 126.
[2]) Auszug aus Heft 307 der Forschungsarbeiten des Vereines deutscher Ingenieure: „Das Förderhöhenverhältnis der Kreiselpumpen für die ideale und wirkliche Flüssigkeit"; Berlin 1928, VDI-Verlag.
[3]) Vergl. z. B. „Hydraulische Probleme". Berlin 1926, S. 207, oder „Hütte", 25. Aufl., Bd. 2 S. 847

Die mathematische Entwicklung nach den Verfah[ren] der konformen Abbildung schlägt einen neuen Weg ein, [wo]mit im Gegensatz zu früheren Arbeiten auf diesem Geb[iet] das Hauptgewicht auf eine umfassende numerische Ausw[er]tung gelegt werden kann. Mittels eines Kunstgriffes wer[den] die drei Parameter $\frac{r_1}{r_2}$, z, β auf nur zwei $\frac{r_1}{r_2}$, $\frac{\sin^2\beta}{z}$ [zu]rückgeführt, indem die ganze Betrachtung für ein einfac[he]res Schaufelsystem durchgeführt und sodann eine Berich[ti]gungsfunktion durch Näherungsverfahren eingeführt wi[rd]. Zugrunde liegt dabei die Gliederung der Gesamtström[ung] in die Teilströmungen:

Reine Durchflußströmung (Rad in zentraler Quellst[rö]mung ruhend gedacht),

Verdrängungsströmung (Rad läuft in einer im U[n]endlichen ruhenden Flüssigkeit um),

Schaufelzirkulation (Zirkulationsströmung um [die] einzelnen Schaufeln bei ruhendem Rade).

Die Zirkulationsströmung ist nach dem *Kutta-Joukows[ki]schen* Satz die Urheberin der Energieübertragung von [der] Schaufel an die Flüssigkeit. Ihre Stärke bestimmt fern[er]hin die Lage der Staupunkte an den Schaufeln. Soll a[lso] die spezifische Schaufelarbeit der idealen Flüssigkeit H berechnet werden, so muß noch eine Vorschrift über [die] Größe der Zirkulation gemacht werden. Hier ist derjen[ige] Wert zugrunde zu legen, bei dessen Bestehen tangentia[ler] Abfluß von den Schaufeln eintritt, unter Zulassung une[nd]lich großer Geschwindigkeiten an der Eintrittspitze. Das [ist] eine Begriffsbestimmung, die eine gewisse physikalis[che] Berechtigung hat und darüber hinaus sich mit jener [für] H_{th_∞} nach der klassischen Turbinentheorie deckt. Es w[ar] bisher im allgemeinen üblich, derartige Betrachtungen a[uf] die Fördermenge des „stoßfreien Ganges" zu beschränk[en], um eben die unendlich großen Geschwindigkeiten an [der] Eintrittspitze zu umgehen. Allein das praktische Bedü[rf]nis fordert diese Erweiterung, da ja auch unsere wirklich[en] Pumpen nur selten genau bei dieser Fördermenge arbeit[en] und gerade ihre K e n n l i n i e n, nicht ein einziger B[e]t r i e b s p u n k t, ihre Eigenschaften darlegen. Die the[o]retische Untersuchung ergibt nicht nur das Gera[d]liniengesetz der H_{th_i}-Werte, d. h. der spezifischen Schauf[el]arbeit für die ideale Flüssigkeit, sondern darüber hina[us] neue Aufschlüsse über die Lage der H_{th_i}-Linie und ihr[es] Schnittpunktes mit der H_{th_∞}-Linie, Abb. 1. Beide Lini[en] schneiden sich im allgemeinen weder auf der Fördermenge[n]achse, noch im Unendlichen, sondern irgendwo u n t e[r]h a l b d e r A c h s e, beide Grenzfälle eingeschlossen. Di[e] Erkenntnis ist für die rechnerische Entwicklung sowie f[ür] die Vorausbestimmung der Drosselkurven von Bedeutung.

Natürlich ist es wichtig, dieses Ergebnis mit dem V[er]halten in der wirklichen Flüssigkeit zu vergleichen, zum[al] die theoretische Behandlung weder dem turbulenten Ch[a]rakter der wahren Strömung, noch den vielen andern Ei[n]flüssen gerecht zu werden vermag. So löst sich z. B. a[n] der Saugseite der Schaufel bereits vor ihrer Austrittspit[ze] Totwasser ab, im Gegensatz zur Rechnungsannahme d[es] tangentialen Abströmens. Hinsichtlich der Druck- und G[e]schwindigkeitsverteilung ist eine solche Strömung ungefä[hr] einer Potentialströmung mit verringerter Zirkulation gleic[h]wertig. Endlich kann bei Überschreiten einer aus der Be[...]

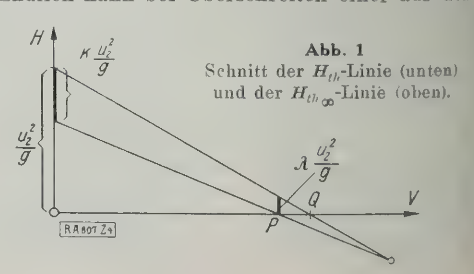


Abb. 1 Schnitt der H_{th}-Linie (unten) und der H_{th_∞}-Linie (oben).

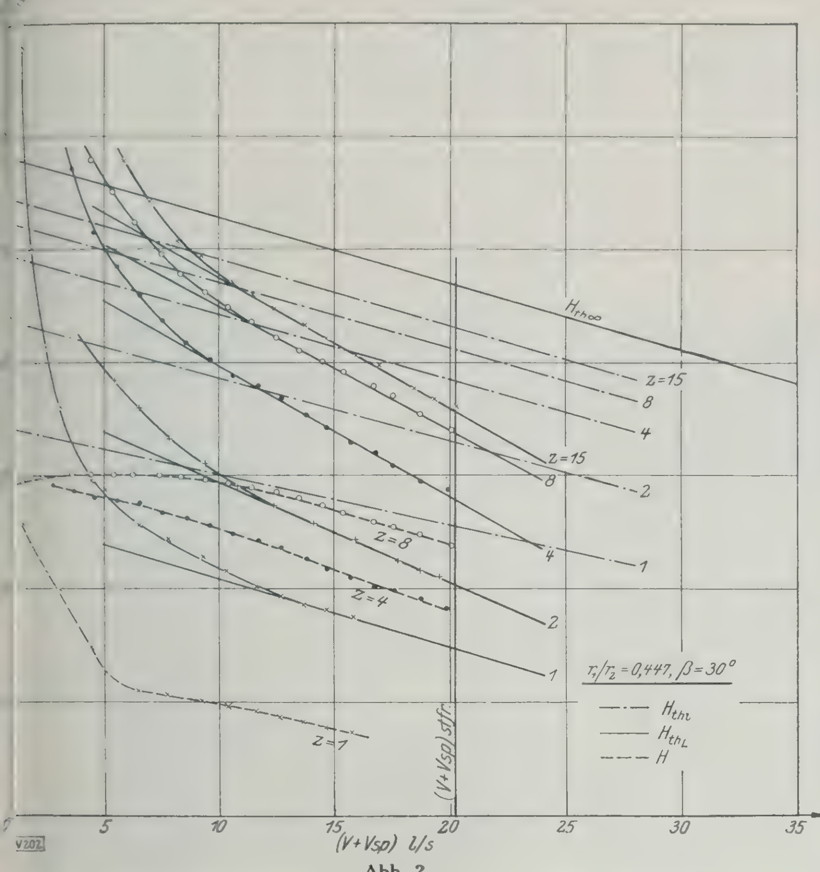


Abb. 2
Spezifische Schaufelarbeit der wirklichen und der idealen Flüssigkeit.

…*dlischen* Gleichung folgenden Höchstgeschwindigkeit …pfbildung durch Störung der Kontinuität erheb…ie Veränderungen des Strömungsbildes verursachen. …on aus diesen Betrachtungen folgt, daß für die spezi…ishe Schaufelarbeit der wirklichen Flüssigkeit H_{th} eine …re Rechnungsgrundlage gewählt werden muß. Bedenkt …n weiterhin, daß die H_{th_i} und $H_{th\infty}$ die Vorgänge an den …aufeleintrittspitzen überhaupt nicht berücksichtigen, …o erkennt man, daß die Größe H_{th} der wirklichen …üssigkeit recht verwickelter Natur ist. Da wir zahlen…äßig die Strömungsgesetze der zähen Flüssigkeit heute …ch nicht erfassen können, so ist noch nicht einmal eine …ssage über die Geradlinigkeit der H_{th}-Linie möglich.

Es soll als spezifische Schaufelarbeit der wirklichen …üssigkeit diejenige angesehen werden, die sich nach der …uptgleichung der Turbinentheorie aus der Zunahme des …alls ergibt:

$$H_{th} = \frac{\omega}{g}\left(r_3\, c_{3_u} - r_0\, c_{0_u}\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2).$$

Dabei bedeutet:

ω Winkelgeschwindigkeit,
r Halbmesser,
c_u Umfangskomponente der absoluten Strömungsgeschwindigkeit.

Zeiger 0 einen Mittelwert auf einem Parallelkreise, der etwas kleiner als der Eintrittskreis ist.

Zeiger 3 einen solchen, auf einem Parallelkreise, der etwas größer als der Austrittskreis ist.

Die Rechnungsgrundlage, Gl. (2), enthält die Bedingung d… tangentialen Abflusses nicht mehr.

Da ein tangentiales Abfließen in Wirklichkeit nicht be…st…t, möge zunächst noch einmal für die ideale Flüssig…k…t verfolgt werden, wie die H_{th_i}-Linie sich ändert, so…f…n man auch hier die Bedingung des tangentialen Ab…fl…ses fallen läßt. Das Geradliniengesetz lautet allgemein:

$$H_{th_i} = \text{konst} - \text{konst}\,(V + V_{sp}) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (3),$$

w…in $(V + V_{sp})$ die gesamte das Rad durchströmende, …ündliche Fördermenge bedeutet. Darin wird bei gleich…bleibender Drehzahl konst. allein von der Verdrängungsströ…ung vorgeschrieben, ist also unabhängig von der Förder…menge und der Lage des Staupunktes der abfließenden …omlinie. Hingegen wird konst. durch die für tangentialen Abfluß nötige Zirkulationsstärke bestimmt. Verringert man nun die Zirkulation, so daß der Ansatzpunkt der abfließenden Strömung auf die Saugseite rückt, so muß, wenn lineare Abhängigkeit bestehen bleiben soll, der Wert von konst. vergrößert werden. Die H_{th_i}-Linie wird also steiler, wenn der Staupunkt von der Spitze zur Saugseite rückt.

Da versuchstechnisch die Bestimmung der Werte von H_{th} nach Gl. (2) nicht durchführbar war, bin ich, wie folgt, vorgegangen.

Eine auf die Gewichtseinheit bezogene spezifische Schaufelarbeit läßt sich natürlich auch aus der gemessenen Leistungsaufnahme L_e der Versuchsräder berechnen unter Abzug aller Verluste L_v für Lager-, Stoffbüchsen- und Radseitenreibung. Bezeichnet man die so umschriebene spezifische Schaufelarbeit mit H_{th_L}, so ist

$$H_{th_L} = \frac{L_e - L_v}{\gamma\,(V + V_{sp})} \quad . \; . \; . \quad (4).$$

Für die reibungslose Flüssigkeit sind die Werte von H_{th_i} und H_{th_L} einander gleich, so daß auch die Beziehungen, Gl. (2) und Gl. (4), gleichwertig sind. Für die zähe Flüssigkeit gibt jedoch Gl. (2) nur die mechanische, Gl. (3) die insgesamt in einem Kilogramm geförderter Flüssigkeit enthaltene Arbeit an, die sowohl als mechanische wie auch als Wärmeenergie auftritt. Der Anteil der Wärmeenergie wird infolge der Zähigkeitsspannungen umgesetzt, ohne zur Erhöhung des Dralles beizutragen, so daß die Flüssigkeit auf das Schaufelrad ein Moment infolge Drallerhöhung und ein Spannungsmoment infolge Zähigkeit ausübt.

Während bei $(V + V_{sp}) = 0$ das erste Moment selbst zu 0 wird, behält das zweite endlichen Betrag, so daß die H_{th_L}-Linien sich der Ordinatenachse asymptotisch anschmiegen müssen. Demgegenüber darf nach Untersuchungen von *Prášil*, sowie nach Ergebnissen der Turbinenversuchsanstalt der Firma J. M. Voith[4]) bei nicht zu kleinen Fördermengen das zweite Moment vernachlässigt werden. Es kann also gesetzt werden:

$$H_{th} \approx H_{th_L} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

für nicht zu kleine $(V + V_{sp})$.

Der so vorgezeichnete Weg ergab bei Auswertung vieler Messungen das wichtige Ergebnis: Auch die H_{th}-Linien der wirklichen Flüssigkeit verlaufen praktisch gerad-

[4]) Vergl. a. *R. v. Mises*, Theorie der Wasserräder, Leipzig 1908.

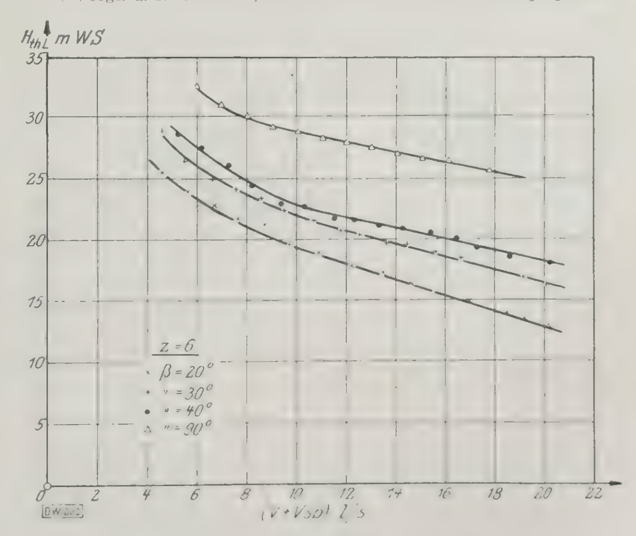


Abb. 3
Spezifische Schaufelarbeiten der wirklichen Flüssigkeit.

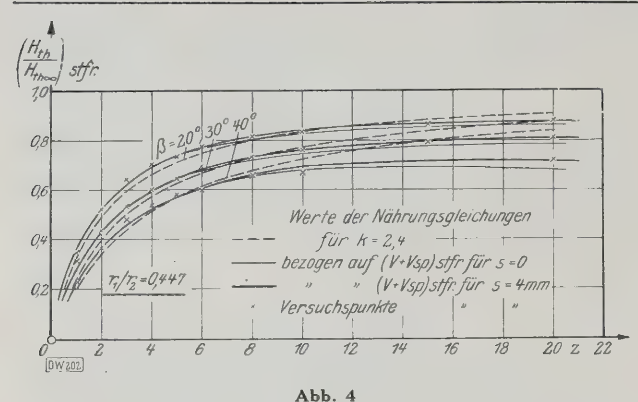


Abb. 4
Werte der Näherungsgleichungen des Förderhöhenverhältnisses.

linig. Sie liegen aber **steiler** als die H_{th}-Linien der idealen Flüssigkeit. Abb. 2 und 3 zeigen einige der erhaltenen Linien, die u. a. auch das asymptotische Aufkrümmen zur Ordinatenachse erkennen lassen.

Nachdem so die H_{th}-Werte der wirklichen Fl[üs]sigkeit gefunden sind, wollen wir zu Gl. (1) zurückgeh[en], um ihre Gültigkeit zu prüfen. Sie ist eine auf dem mi[tt]leren Schaufeldruck gegründete, durch theoretische A[b]leitung gewonnene Beziehung und schließt den Faktor ψ e[in], der die Übereinstimmung mit dem Versuch herstellen so[ll]. Nach *Pfleiderer* ist zu setzen

$$\psi = k \sin \beta_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$

mit $k = 1{,}6$ bis $2{,}6$.

Berechnet man aus den Gl. (1) und (6) für den Pu[nkt] stoßfreien Ganges die Linien des Förderhöhenverhältniss[es] z. B. für $k = 2{,}4$, so erhält man die gestrichelten Linien na[ch] Abb. 4. Die gemessenen Werte sind durch die voll a[us]gezogenen Linien wiedergegeben. Es zeigt sich mithin, d[aß] im Gebiete gebräuchlicher Werte von β und z die Übere[in]stimmung wider Erwarten gut ist, so daß keine Veranl[as]sung besteht, diese Rechnungsweise zu ändern.

Es liegt nahe, ein so ausführliches Versuchsmateri[al] wie die in diesem Fall gestellte Aufgabe es erford[ert] auszunutzen, um noch eine ganze Reihe andrer Erschein[un]gen an der Kreiselpumpe zu verfolgen. So wurden [die] Eigentümlichkeiten der Kennlinien mit ihren Veränder[un]gen bei Änderung von z und β untersucht, wovon Abb. [5] eine kurze Zusammenstellung gibt. Daneben waren Aussag[en] möglich über höch[ste] Wirkungsgrade und [die] günstigste Vereinigu[ng] der Schaufelzahl u[nd] der Schaufelwinkel [der] Laufräder, ebenso w[ie] die Bestimmung der F[ör]dermengen besten W[ir]kungsgrades. Leider v[er]sagt es der Umfang d[ie]ses Auszuges, auf di[e] Ergebnisse einzugeh[en], so daß auf das F[or]schungsheft 307 sel[bst] verwiesen werden m[uß].

Zusammenfassung

Für die Voraus[be]rechnung der Kreis[el]pumpen und den E[nt]wurf der zu erwartend[en] Kennlinien ist [die] Kenntnis des Förd[er]höhenverhältnisses u[nd] des Verlaufes der H[-] Linie von entscheiden[der] Bedeutung. Es ze[igt] sich, daß diese Li[nie] nicht nur für die ide[ale] Flüssigkeit, sonde[rn] auch für die wirklic[he] reibungsbehaftete g[e]**radlinig** verläu[ft], während aber bei [der] idealen Flüssigkeit [ihr] Schnittpunkt mit [der] $H_{th\infty}$-Linie **unte[r]halb der Förde[r]mengenachse** lie[gt], verläuft die H_{th}-Li[nie] der wirklichen Flüss[ig]keit merklich steil[er]. Für die Berechnung [der] Kreiselpumpen erg[ibt] das auf einen mittle[ren] Schaufeldruck gegr[ün]dete Näherungsverfah[ren] für den Punkt des st[oß]freien Ganges eine g[ute] Übereinstimmung [mit] den Ergebnissen [des] Versuches. [M 2663]

Nr.	β	z	n
1	30°	1	1400
2	30°	2	"
3	90°	1	850
4	20°	20	1400
5	20°	10	"
6	40°	20	"
7	90°	15	"

Abb. 5
Besonders charakteristische Kennlinien.

Das neue Schaltwerk der Siemens-Schuckertwerke

Von Direktor Dr.-Ing. E. h. HANS BEIERSDORF, Berlin

Der 45 m hohe elfgeschossige Fabrikneubau für elektrische Apparate verschiedener Art ergibt mit Hilfe von Aufzügen zwischen den ständig zusammenarbeitenden Werkstätten eine wesentliche Verkürzung der Förderwege gegenüber einem niedrigen Hallenbau. Im folgenden ist insbesondere dargestellt, wie sich der Fertigungsplan auf die einzelnen Stockwerke verteilt. In einzelnen Werkstätten ist fließende Fertigung vorgesehen; die Erzeugnisse können hierbei wechseln, und die fließende Fertigung kann auch ausgeschaltet werden. Einteilung der in den obersten Stockwerken untergebrachten Bureaus.



Abb. 1
Das Schaltwerk, die neue Apparatefabrik der Siemens-Schuckertwerke als Hochhaus.

In dem Kranz von Industriestätten, der das Weichil der Reichshauptstadt umspannt, ist die Siemensstadt eindrucksvollste Teil. Neuerdings hat das Bild von Siemensstadt wieder eine in mehr als einer Hinsicht beachtenswerte Bereicherung erfahren durch die Errichtu der neuen Apparatefabrik der Siemens-Schuckertwerke, des sogenannten Schaltwerkes, Abb. 1, das mit einen elf Geschossen als das erste Industrie-Hochhaus uropas gilt.

Allgemeine Einrichtungen

So weit wie irgend möglich ist dem Gedanken der ßenden Fertigung in zweckmäßigster Weise Rechnung etragen. In unmittelbarer Verbindung mit dem beenden Hallenbau, westlich davon, ist der Neubau als chhaus mit 45 m Gesamthöhe, 176 m Länge und in Breite von 16 m ausgeführt worden. Bei der sehr ieeitigen Fertigung im elektrischen Apparatebau mit engeren Stückzahlen in den verschiedenen Bauarten, iezu ständigem Zusammenarbeiten mit einem gewissen bhängigkeitsverhältnis einer ganzen Reihe von Werkätten zwingt, ist der Hochbau mit seiner senkrechten bindung der einzelnen Flure durch Aufzüge die richg Anordnung. Bei den vorliegenden Betriebsverhältisen würden in einem Hallenbau zu lange Förderwege ntehen. Nach diesen auf jahrelangen praktischen Erhrungen gegründeten Erwägungen sind die baulichen hältnisse auf die betrieblichen zugeschnitten worden. Den organischen Zusammenhang des neuen Hochhauses it dem bestehenden Schaltwerk ersieht man aus dem Grundriß, Abb. 2. Der Neubau ist mit dem Hallenbau uh zwei von Westen nach Osten laufende Hallen, in en mehrere Krane von 5 t Tragkraft die Förderung bnehmen, verbunden. Die im Hochhaus in der ganzen änge von 176 m und 16 m Breite frei durchlaufenden rkstatträume sind trotz der zum Teil ganz verschieenn Fertigungszweige durch keine Wände oder Einbauten, mit Ausnahme der Teillager und Meisterbureaus, von einander getrennt und gestatten bei der ständigen Weiterentwicklung der elektrischen Apparate eine große Beweglichkeit in der Veränderung der Werkstatteinteilung. Sämtliche Treppen, Aufzüge, Nebenanlagen u. a. liegen in den turmartigen Ausbauten außerhalb des eigentlichen Bauwerks.

Die wagrechte Förderung von Einzelteilen und fertigen Apparaten wird innerhalb der Säle bei längeren Wegen durch Elektrokarren und von Maschine zu Maschine durch Hubkarren mit entsprechenden Ladegestellen, die senkrechte Förderung von Flur zu Flur mittels vier Aufzügen von 3 t Nutzlast sowie der Elektrokarren, die in diesen bequem Platz haben, bewerkstelligt.

Die Rohstoffverwaltung und die Packerei sind für das ganze Werk im Hallenbau zentral zwischen den Werkstätten dieses und des Neubaues gelegen; sie sind mit doppelten Eisenbahngleisen und einer genügenden Anzahl von Kranen versehen, um nach allen Seiten hin Rohstoffe bequem abgeben oder fertige Apparate aufnehmen und verladen zu können. In der Rohstoffverwaltung wird mittels geeigneter Bearbeitungsmaschinen der in den einzelnen Werkstätten des Hallenbaues und des Hochhauses gebrauchte Rohstoff: Kesselblech, Stab-, Rund- und Profileisen sowie Stab-, Rund-, Profilkupfer und -messing, gleich auf die in den Verarbeitungswerkstätten gebrauchten Abmessungen geschnitten.

Der 24 m breite Hof zwischen Hallenbau und Hochhaus ist teilweise mit einem Glasdach abgedeckt, unter dem 800 Fahrradstände für Angestellte und Arbeiter aufgestellt sind. Dem Personenverkehr im Hochhaus dienen vier während des Tages dauernd laufende Paternoster-Aufzüge und zwei Fahrstühle. Die Werkstätten werden mit Niederdruckdampf geheizt, während die hauptsächlich in den oberen drei Fluren gelegenen Bureaus mit Warmwasser-Heizkörpern und einem unter diesen laufenden

Rohr für Niederdruckdampf von rd. 0,5 at zum schnellen Hochheizen vor Arbeitsbeginn bei möglicherweise eintretender größerer Kälte versehen sind. In dem gut gelüfteten und belichteten Kellergeschoß sind die Heizungsverteiler, Warmwasserkessel, Verdichtungspumpe und die Notbeleuchtungsanlage sowie die Kleiderablagen für Meister, Arbeiter, Arbeiterinnen und ferner ein großer Duschenraum untergebracht. Vom zweiten bis siebenten Flur enthält das Hochhaus Werkstätten und in den höher liegenden Fluren die Bureauräume.

Verteilung des Fertigungsplanes auf die einzelnen Stockwerke

Bei der Aufteilung der einzelnen Werkstätten in den verschiedenen Fluren war ausschlaggebend, daß solche, die häufig zusammen arbeiten oder sich innerhalb einer zusammenhängenden Reihe von Arbeitsvorgängen ablösen, auch räumlich neben- oder hintereinander liegen.

Das Erdgeschoß bildet den zweiten Flur und nimmt die schweren Arbeitsmaschinen der Vorarbeitswerkstätten auf; die Fräserei, Dreherei, Hobelei und Bohrerei sind aneinandergereiht, so daß die hier zu bearbeitenden Einzelteile ohne Zwischenförderung oder Zwischenlagerung durch die genannten Abteilungen hindurchwandern können. Ferner ist im Erdgeschoß der Schnittbau mit der Härterei und Schnittschleiferei zusammengelegt, da diese drei Abteilungen auch sehr häufig zusammenarbeiten. Neben dem Schnittbau befindet sich die Stanzerei, da sie ausschließlich die im Schnittbau gefertigten Werkzeuge braucht. Ferner liegen hier die verschiedenen Prüfstellen sowie das Werkzeuglager, das sich, für die einzelnen Fertigungsgruppen unterteilt, noch über die beiden nächsten Flure fortsetzt, die mit einem besonderen Aufzug verbunden sind.

Im dritten Flur sind die Werkzeug- und Maschinen-Ausbesserwerkstatt, der Vorrichtungsbau, die Klein- und Revolverdreherei, die Schraubendreherei, Abb. 3, und die galvanische Abteilung mit der Beizerei und Schleiferei,

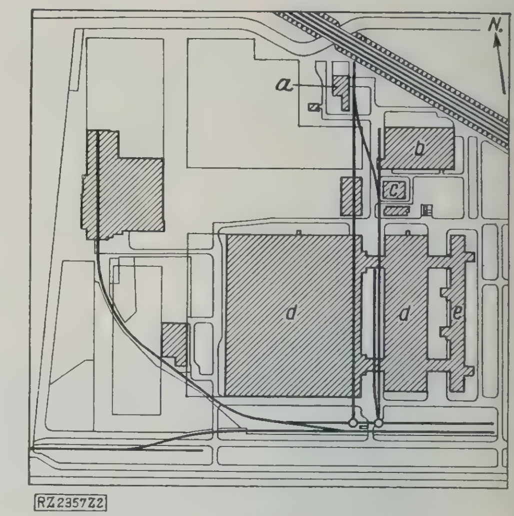


Abb. 2
Grundriß des gesamten Schaltwerkes: Hallenbau und Hochhaus.

a Hochleistungs-Prüffeld
b Repelit (Hartpapier)-bau
c Heizwerk
d Schaltwerk (Hallenbau)
e Hochhaus

sowie die zu den einzelnen genannten Abteilungen g hörenden Teillager untergebracht. In der galvanisch Abteilung ist eine Gruppe von galvanischen Entfettung Abspül-, Verkupferungs- und Vernickelungsbädern n anschließendem Trockenofen von etwa 23 m Länge b merkenswert, Abb. 4. Die zu behandelnden Teile werd von einem Arbeiter eingehängt, laufen selbsttätig dur die verschiedenen Bäder[1]) und werden dann an der e gegengesetzten Seite von einem zweiten Arbeiter a gehängt, nachgesehen und in fahrbaren Kästen abgele Die meisten Teile kommen von d Schraubendreherei.

Die Lehrlingswerkstatt, Wer zeugschleiferei und Werkzeugau bereitung, ferner der Werkzeugb nebst den zugehörigen Teillage Vorrichtungs- und Zeichnung lagern sowie Prüfabteilungen, si die wichtigsten Arbeitstätten d vierten Flures.

Bei der Aufteilung der ober Werkstattflure war ebenfalls Ric tung gebend, daß die Förderwe

[1]) Über eine ähnliche Anlage werd wir hier demnächst ausführlicher bericht Schriftleitung.



Abb. 3 (oben)
Blick in die Schraubendreherei im dritten Flur.

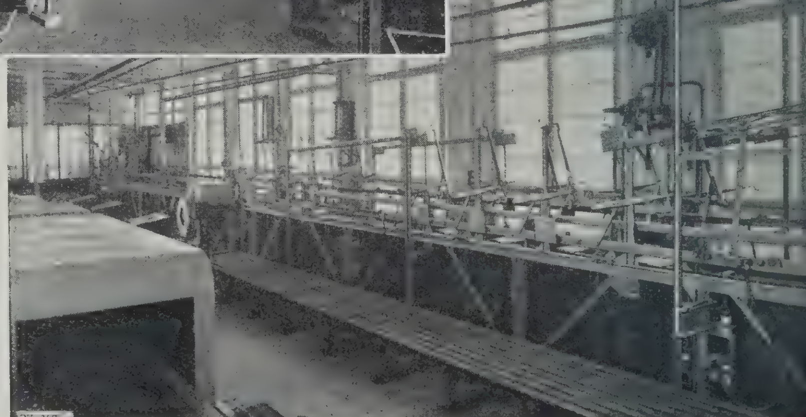


Abb. 4 (rechts)
Selbsttätige Galvanisierungsanlage.

…öglichst kurz sein sollten. In diesen drei Stock-
verken werden die verschiedenen Geräte bis zur
'ersandbereitschaft hergestellt. Die Fertigung hat
abei in jedem Flur eine bestimmte Richtung, und
war ausgehend von den Werkzeugmaschinen für
ie Vorarbeiten, zum Teil durch die Teillager
is zum Teil- und Fertigzusammenbau, dem Prüf-
eld und nach dem Fabriklager oder unmittelbar zur
'ackerei. Im fünften bis siebenten Flur werden z. B.
iejenigen Teile, die man lackieren muß und die von den
ntenliegenden Vorarbeitswerkstätten angeliefert wer-
en, zunächst in die am nördlichen Ende gelegene
ackiererei gebracht. Von dort gelangen sie in die sich
n die Lackiererei anschließenden Teillager und dann in
en Zusammenbau.

Der fünfte und sechste Flur umfaßt die Herstellung
on Widerständen, Reglern, Anlassern, Relais, Zellen-
chaltern und Bahngeräten. Von der Materialverwaltung im
lallenbau, Abb. 5, gelangen die Rohstoffe in Elektro-
arren mit Hilfe des Aufzuges zum sechsten Flur. Hier
ilt sich der Weg in drei Stränge; der erste geht über
ie Malerei zum Teillager, der zweite über die Schiefer-
sbest-Verarbeitung zum Teillager und der dritte durch
as Materiallager und die Spulenfertigung zum Teil-
ager. Vom Materiallager führt dann noch ein weiterer
trang über die Vorarbeitswerkstätten zum Teillager.
lier kommen also alle Teile wieder zusammen und
elangen dann in den Zusammenbau und von diesem
n das danebenliegende Prüffeld, von wo sie als Fertig-
rzeugnisse mit dem unmittelbar anschließenden Aufzug
vieder in den Hallenbau zurückgebracht werden. Hier
inden sie entweder Aufnahme im Fabriklager oder sie
ehen zur Packerei und zur Versandstelle, die un-
nittelbar neben der Gleisanlage liegt.

Der Bau der kleineren Selbstschalter, Abb. 6, bis zu
000 A, Schaltkästen, Schützen, Spezialsteuergeräte, Mo-
orschutzschalter einschließlich der zugehörigen Teil-
ager, Prüfstellen und Prüffelder sowie des Fabriklagers
st im siebenten Flur vereinigt. Für den Bau der haupt-
ächlichsten Größen ist fließende Fertigung eingerichtet.

Bei solchen Apparaten, bei denen der Umsatz eine
nunterbrochene fließende Fertigung nicht zuläßt, sind
ie Fließtische oder die einzelnen Arbeitsplätze an den
'ischen so eingerichtet, daß man ohne Schwierigkeit
nd besonderen Zeitverlust wechseln kann. Die an den
Arbeitsplätzen gebrauchten Werk-
eeuge sind auf besonderen Plat-
en aufgebaut und können auf
infache Art gegen andere aus-
etauscht werden. Die Aufbewah-
ung und Ausgabe der Werk-
euge erfolgt in den in jedem
'lur befindlichen Werkzeuglagern.
Der Rohstoff und die vorgearbei-
eten Einzelteile werden von den
'eillagern in einheitlichen, der
röße der Stücke angepaßten Be-
hältern ausgegeben, die an einem Gestell über dem Arbeitsplatz aufgehängt werden, Abb. 7. Bei einem Wechsel der Fertigung kann man sie beim Teillager gegen Behälter mit anderen Stücken austauschen.

Einteilung der Bureaus

Im achten Flur liegen die Bureaus der Werkleitung und der kaufmännischen Abteilungen. Die nördliche Hälfte ist für Werkstätten freigehalten. Die darüberliegenden Geschosse sind hauptsächlich mit Geschäftsräumen belegt. Diese haben ebenfalls in der ganzen Länge und Breite des Raumes keine Trennwände, mit Ausnahme der abgeschlossenen Kleiderablagen und Zeichnungsverwaltungen, die an den durch die angebauten Treppenhäuser etwas verdunkelten Stellen der Geschäftsräume gelegen sind. Die Bureaus sind grundsätzlich so eingerichtet, daß auch hier der Gedanke der fließenden Bearbeitung, möglichst ohne jeden Förderweg, in die Praxis umgesetzt ist. Alle in unmittelbarem geschäftlichen Zusammenhang stehenden Bureaus sind miteinander vereinigt, so daß man also



Abb. 7
Aufhängen der Kasten mit den Bestandteilen für Fließfertigung.



Abb. 6
Fertigung von Selbstschaltern.

Abb. 5 (links)
Fertigungsgang im sechsten Flur.

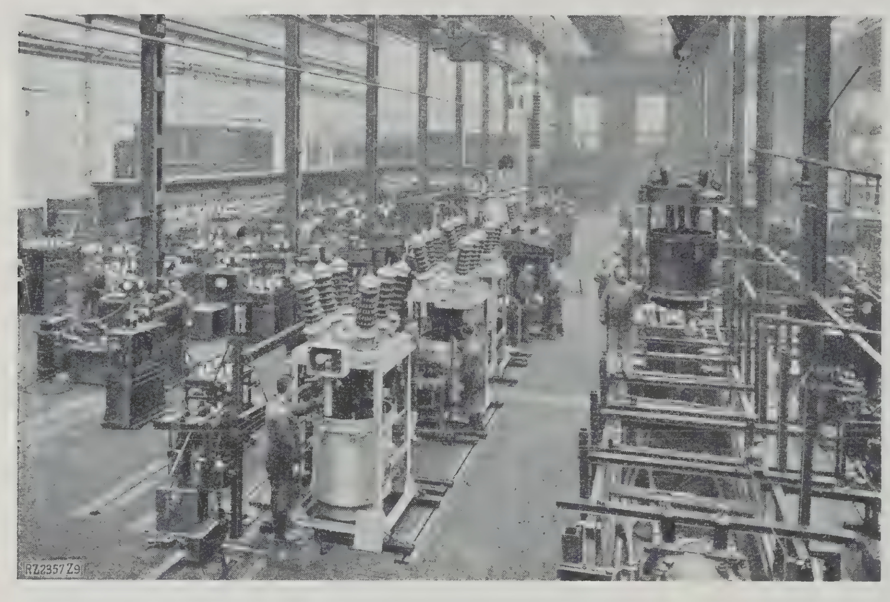


Abb. 9
Hochspannungsversuchsfeld im Hallenbau.

Abb. 8
Lage der verschiedenen Aufzüge im Hochhaus.

P Paternoster- (Umlauf-) Aufzüge für Personenverkehr
L Lastenaufzüge
S Sonderaufzüge

175,22m
17,4 m

auch hier von einem fließenden Durchlauf der Schriftstücke und Bestellzettel bis zur restlosen Arbeitsvorbereitung sprechen kann.

Die Hauptkonstruktionsbureaus für Schaltanlagen und Hoch- und Niederspannungsapparate mit einheitlichen Bureau-Einrichtungen, stehenden Reißbrettern, Zeichenmaschinen und genormten Ablegetischen füllen die Räume des zehnten Stockwerks. Die Vorstände der Konstruktionsbureaus sowie deren Vertreter und Gruppenführer haben ihren Platz inmitten der Konstruktionsgruppen, ohne irgendwelche Trennwände, die lediglich Arbeitsbehinderung bedeuten. Diese Einteilung erleichtert den Verkehr und die Bearbeitung der häufig sehr ineinandergreifenden Konstruktionsgebiete ganz bedeutend. Für längere Verhandlungen mit der Kundschaft oder den Verkehrsabteilungen sind besondere durch Glaswände abgetrennte Räume eingerichtet worden, außerdem steht den Konstruktionsbureaus im gleichen Flur ein größeres Beratungszimmer für gemeinsame Besprechungen zur Verfügung.

Das Hochhaus schließt mit dem elften Geschoß ab, das außer einem Konstruktions- und Rechnungsbureau für Kraftübertragungsgeräte und der Lichtpauserei in der Hauptsache die Wirtschaftsräume, Küche, Speiseverkauf für Angestellte und Arbeiter und Speisesäle für Angestellte enthält.

Aufzüge

Die Aufzüge stellen bei einem Hochhaus von elf Stockwerken einen lebenswichtigen Teil dar. Wie Abb. 8 zeigt, bewältigen zehn elektrisch betriebene Aufzüge den Personen- und Lastenverkehr zwischen den einzelnen Stockwerken des Hochhauses, ferner sind einige Kleinlastenaufzüge für Werkzeuge und Schnitte vorhanden. Von den erwähnten Aufzügen laufen vier als Umlaufaufzüge mit je 22 Fahrkörben mit einer Fahrgeschwindigkeit von 0,3 m/s zwischen dem zweiten und dem elften Flur. Sie dienen dem Personenverkehr. Für den Lastenverkehr sind vier elektrische Aufzüge, deren Fahrkörbe Ausgänge nach zwei gegenüberliegenden Seiten haben und die daher auch Lasten aus dem westlich anschließenden Flachbau in die Stockwerke des Hochhauses oder in umgekehrter Richtung befördern können, vorgesehen. Die Tragkraft beträgt 3000 kg, die Fahrgeschwindigkeit 0,5 m/s.

Nebeneinrichtungen.

Zur Vervollständigung des Gesamtbildes des Schaltwerkes Siemensstadt darf man die zu diesem gehörenden Versuchs- und Forschungseinrichtungen, wie Niederspannungs- und Hochspannungsversuchsfelder, Abb. die Prüfanlage für schlagwettersicher gekapselte Ap rate, die Forschungsstation für Überspannungsschutz das Hochleistungsprüffeld nicht unerwähnt lassen.

Zusammenfassung.

Mit der Errichtung des Hochhauses und der sammenlegung der Apparatefertigung in ihrer groß Vielseitigkeit in dem Schaltwerk Siemensstadt wu eine übersichtliche Fertigungsstätte geschaffen, die neuzeitlichen Einrichtungen ausgerüstet und so geteilt ist, daß jeder unnötige Förderweg vermieden damit auch in dieser Hinsicht Unkosten nach Mögli keit gespart werden. Zur Zeit sind in diesem Werk et 6000 Arbeiter und Angestellte beschäftigt.

[B 2357]

Elektrisch angetriebene amerikanische Fahrgastschiffe

Der zweifellos gute Erfolg der im letzten Jahr Dienst gestellten amerikanischen turboelektrisch anget benen Fahrgastschiffe „California" und „Virginia", 22 000 B.-R.-T. groß sind und Maschinenanlagen 13 500 PS haben, hat dazu geführt, daß außer einem drit Schwesterschiff zwei neu in Auftrag gegebene Fahrga dampfer, die zwischen New York und Havanna lau sollen, diesen Antrieb erhalten werden. Die Doppelschr benschiffe haben 155 m Gesamtlänge, 21,6 m Breite 8,23 m Tiefgang. Die Vermessung stellt sich auf 11 B.-R.-T. Fahrgasteinrichtungen sind für 468 Fahrgäste, d unter 368 erster Klasse, vorgesehen. Die Laderäume fassen im ganzen 950 m³, davon 68 m³ rohrgekühlten 238 m³ luftgekühlten Raum.

Die Maschinenanlage besteht aus Turbodynamos Dampf von 21 at und 110 ° Überhitzung. Die Turbodyna laufen bei normaler Fahrt mit 3150 U/min. Der erzeu Drehstrom von 2000 V treibt zwei Schraubenmotoren, bei je 6250 PS Nennleistung 134 U/min machen und Schiff mit 20 Kn treiben; die Leistung der Kessel und schinen kann leicht so erhöht werden, daß die Motoren 8000 PS hergeben. Den Strom für die elektrisch an triebenen Hilfsmaschinen liefern besondre Stromerzeuger insgesamt 1500 kW Leistung. Man rechnet mit einem samten Brennstoffverbrauch einschließlich des für Hilfsmaschinen von höchstens 0,364 kg/PS Öl. Die bei Schiffe werden auf der Werft der Newport News Shipb ding and Dry Dock Co. gebaut und sollen Ende 1930 Dienst gestellt werden. Die Baukosten betragen je 18 Mill. *RM*; zum Bau werden Staatskredite im Rahmen Jones White Bill bereitgestellt. („Marine Journal", N York, Februar 1929 S. 121) [N 2683]

[M]ischmaschine für den Straßenbau

Von Betriebsingenieur HEINRICH RING, Dortmund

Der Asphaltstraßenbau wurde vom Ausland übernommen. Das Wesen des Walzasphalts wird erklärt, ebenso die zugehörige Baumaschine. Die Millars-Maschine als Großmischmaschine und, zum Vergleich, hiervon abweichende Konstruktionen andrer Firmen. Es wird ein Einblick in das Wesen einer Baustelle gegeben. Die Anforderungen an eine neuzeitliche Straße. Bedeutsame Rolle des Maschinenbaues für den Straßenbau.



Abb. 1 Sandasphalt auf Binder aus Basaltsplitt und Rheinkies.

Ein Asphaltstraßenbau in großem Maßstab ermöglichte die Einführung des Walzasphalts, des dem neuzeitlichen Verkehr am besten angepaßten Straßenbelags. Schon vor dem Kriege zeigten sich Ansätze für eine neue Straßenbauweise, aber erst im Jahre 1925 ging die Entwicklung weiter und ist heute auf einer Höhe angekommen, daß von einer Überlegenheit des Auslandes nicht mehr gesprochen werden kann.

Straßenbaustoffe

Der Walzasphalt ist aus Amerika zu uns gelangt: Er eignet sich für Stadt- und Landstraßen und [b]esteht aus einer Mischung von Sand- und Gesteinsplitt, [G]esteinmehl und Bitumen, gemischt nach dem Grund[s]atz der größtmöglichen Dichte (Hohlraum-Mindestbetrag). [D]ie einfachste Mischung nennt man Steinschlag[a]sphalt oder offenen Asphaltbeton. Durch [Z]usatz von feinen oder groben Steinen erhält man [A]sphaltfeinbeton oder Asphaltgrobbeton. Hochentwickelte [g]eschlossene Bauweisen sind der Topeka- und Bitulithik[b]elag, Abb. 1 und 2 bis 9.

Nach den gleichen Grundsätzen wird auch der Sand[a]sphalt hergestellt[1]). Er wird auf einem Sandgerüst [a]ufgebaut; der im Asphaltbeton vorherrschende Ge[s]teinsplitt fehlt. Sandasphalt und Topeka sind die teuer[s]ten und gleichzeitig die besten Mischungen; sie werden [m]eistens auf einer mehrere Zentimeter dicken Binder[s]chicht verlegt. Die Binderschicht (offener Asphaltbeton) [z]wischen Unterbettung und Decklage dient als Ausgleichschicht zwischen der nachgiebigen Fahrdecke und der starren Unterbettung. Sie hat ferner den Vorteil, daß die Deckschicht (Sandasphalt oder Topeka) in ganzer Dicke abgenutzt werden kann.

[1]) Vergl. *Kerkhof-Ilse*, Asphalt- und Teerstraßen. 3. Auflage, Berlin [19]29 S. 47.

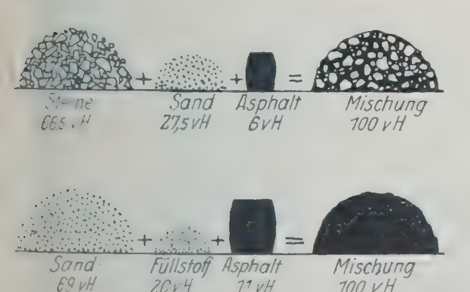
Das in diesen Mischungen benutzte Bindemittel Asphalt kann ganz oder teilweise durch Teer ersetzt werden. Man spricht dann von einem Teerbeton oder Teersteinschlag oder Teersand. Dagegen nennt man Teertränkmakadam einen Steinschlag, der mit Teer getränkt wird, im Gegensatz zu den oben genannten Verfahren, bei denen der Steinschlag mit Teer gemischt wird. Die Mischungen werden nur im warmen Zustand bei einer Temperatur von 135 bis 180° hergestellt. Um Verluste infolge von Wärmestrahlung auszugleichen, ist es notwendig, die Mineralien höher zu erwärmen.

Die Aufgabe der Mischmaschine

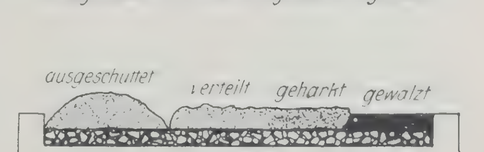
besteht darin, diese Temperaturen sowohl dem Mineral als auch dem Bindemittel mitzuteilen, und zwar einer Menge von 80 bis 100 t täglich. Die im folgenden dargestellte Mischmaschine kann nun ohne Unterschied für Walzasphalt und Teerstraßenbauweise verwendet werden. Die Bauweise bedingt nur drei Vorrichtungen, die als die wesentlichen Bestandteile der Mischmaschine anzusehen sind:

Die Trockeneinrichtung für das Mineral, die Schmelzvorrichtung für das Bitumen und das Mischwerk für das Mineral mit dem Bitumen, Abb. 10.

Es ist Sache der Konstruktion, diese drei Vorrichtungen entweder in drei einzelnen oder in einer einzigen Maschine auszuführen. Die bevorzugte Bauart stellt die Maschine dar, die Trockeneinrichtung und Mischwerk zusammen enthält, während für die Erwärmung des Bitumens besondere Schmelzkessel verwendet werden. Den



Binderschicht



ausgeschüttet verteilt geharkt gewalzt

Deckschicht

Abb. 2 bis 5. Sandasphalt auf Binder.

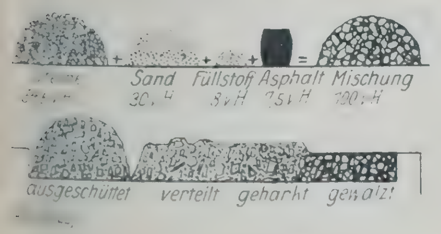


Abb. 6 und 7. Asphaltgrobbeton.

Abb. 2 bis 9
Baugemische und Arbeitsvorgänge beim Verlegen von Walzasphalt (Sandasphalt auf Binder, Asphaltgrobbeton, Asphaltfeinbeton).

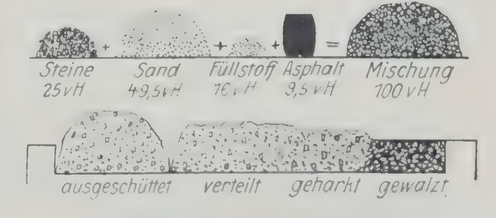


Abb. 8 und 9. Asphaltfeinbeton.

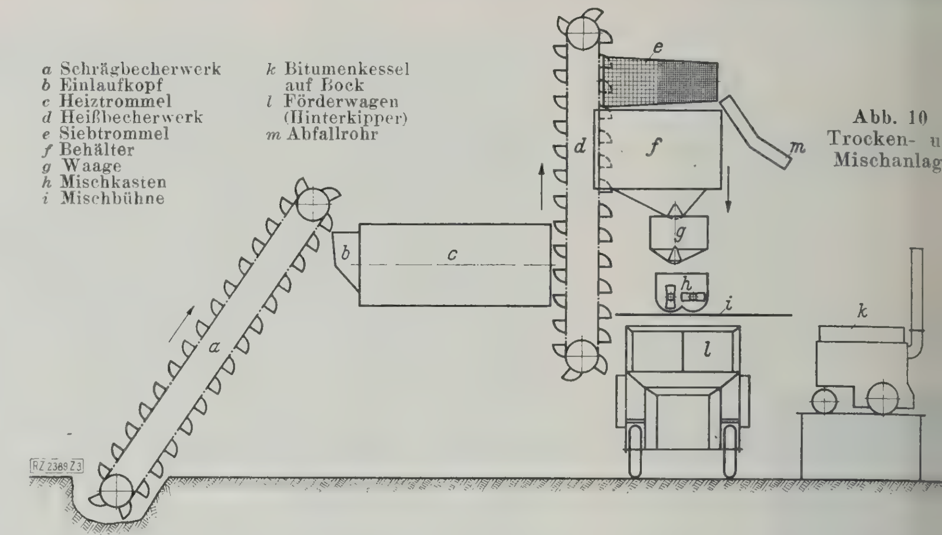


Abb. 10 Trocken- u Mischanlag

drei Vorrichtungen entsprechen drei Arbeitsgänge: der Weg des Minerals, der Heizgase und des Bitumens.

Mineral und Heizgase müssen miteinander in Berührung kommen. Dies geschieht entweder im Gegenstrom- oder im Gleichstromverfahren. Gegenstrom wird bevorzugt.

Die Millars-Maschine,
Abb. 11,

die als erste von England nach Deutschland eingeführte Mischmaschine, beruht auf diesem Grundsatz.

A r b e i t s w e i s e

Bei der Millars-Maschine[2]) werden die M i n e r a l i e n entweder unmittelbar oder über einem Zuflußmengenregler mittels eines Becherwerks, der „Jakobsleiter", zum E i n l a u f k o p f gehoben. Dieser ragt in den Trommelkopf, der selbst fest steht, aber mittels einer geschickten Anordnung gegen die sich drehende Trommel abgedichtet ist. Aus der Trommel fallen die erwärmten, entstaubten und vorgemischten Stoffe auf ein zweites, senkrechtes Becherwerk, das sie entweder unmittelbar oder über eine Siebtrommel in einen Behälter entleert; aus diesem Behälter wird nach Bedarf Gemisch in eine Waage abgelassen. Die Waage entleert man zum Mischwerk und den Mischkasten zum Förderwagen, der dann die fertige Mischung zur Einbaustelle bringt.

Die H e i z g a s e werden mittels Rost- oder Ölfeuerung erzeugt und strömen in die Trommel, wo sie das Mischgut berühren. Die Heizgase werden am Trommelkopf abgesogen und in einen Staubabschneider oder Zyklon gedrückt. Die verbrauchten Gase entweichen nach oben durch den Kamin.

D a s B i t u m e n wird in Siedekesseln erwärmt und mittels Handschöpfern oder Pumpen mit Umlaufleitung der Waage zugeführt, von wo es, wie die Mineralien, zum Mischwerk gelangt.

K o n s t r u k t i o n

Ein Fahrgestell, das starr mit dem Rahmen aus schweren U-Eisen verbunden ist, dient zu Transportzwecken. Die Firma U. Ammann, Langenthal, hat die Hinterachse abgefedert, was aber wegen der großen Gewichte nicht empfehlenswert ist. Die Vorderachse ist drehbar. In der Ausführung des Rahmens hat man Unterschiede gemacht, selbst Millars kennt darin zwei Konstruktionen. Einmal wird der Rahmen ganz gerade durchgeführt, das andere Mal ist er nach oben gekröpft. Bei geradem Rahmen ist man gezwungen, die ganze Maschine 1.2 m mittels Lokomotivhebeböcken hochzuheben und Klötze unterzulegen, damit die Sonderförderwagen unter den Mischkasten gelangen können; bei gekröpftem Rahmen fällt dies weg, dafür ist die ganze Maschine um fast 2 t schwerer. Auf dem Traggestell ist

d a s T r i e b w e r k

befestigt. Zum Antrieb der Mischmaschine verwendet man im Baubetrieb in der Regel eine Lokomobile. Während nun bei der Millars-Maschine der Krupp-Gruso Werke, Magdeburg, und den von Rheinguß, Mannhei (Bauart *Cummer*, Amerika), Henschel & Sohn, Kass und W. & J. Scheid, Limburg, gebauten Mischmaschine der Antrieb beim ersten Becherwerk liegt, ziehen and Firmen es vor, ihre Maschinen vom Mischwerk aus anz treiben. Die Firmen U. Ammann, Langenthal, und He mann Meyer, Ballenstedt, treiben von einer an d Maschine angebauten Transmission, Becherwerke, Misc trommel und Mischkasten an. Bei Störungen lassen si dann leichter einzelne Teile abschalten, während man s bei der Millars-Maschine mittels Kupplungen trennt.

Die A n t r i e b w e l l e der Millars-Maschine liegt qu zur Längsachse und lagert auf dem vorderen Rahmen a Becherwerk. Auf der Antriebwelle sitzen das Kette rad zum Antrieb des Becherwerks und eine Riemenschei zum Antrieb des Lüfters. Mittels eines Kegelräderpaar wird die Kraft auf eine Längswelle übertragen, an d die übrigen Teile angeschlossen sind; zunächst die Misc trommel, die über eine Vorgelege angetrieben wird, fern das Becherwerk, von der der Antrieb der Siebtrommel a zweigt, und endlich die Bitumenpumpe und der Mischkaste

D i e B e c h e r - u n d M i s c h w e r k e

Das Gut aus verschiedenen Sanden und Gesteinspl wird mittels Schiebkarren oder Muldenkippern zum Beche werk herangebracht. Es wird entweder in eine Grube g kippt, aus der es die Becher schöpfen, oder auf einen Z flußregler geschüttet, der, als Schüttelrutsche ausgebilde den einzelnen Bechern nur so viel zuwirft, wie sie fasse

[2]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 623.

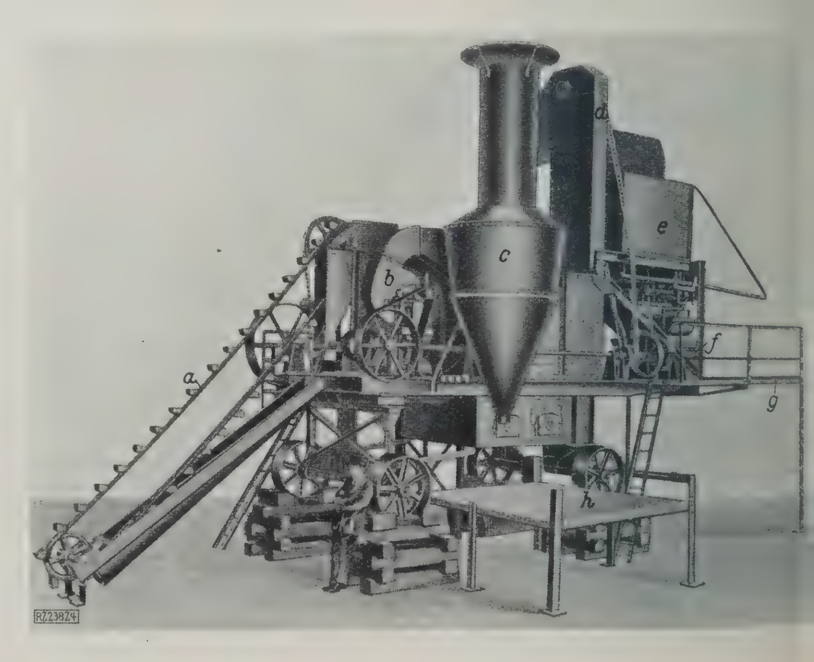
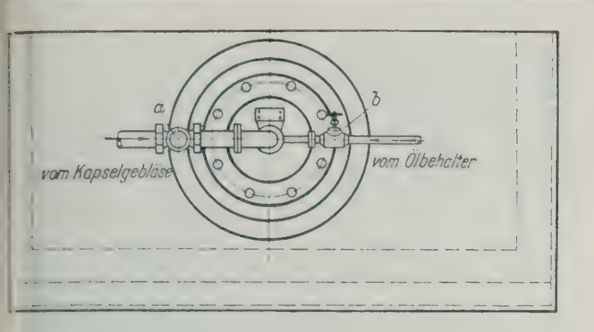


Abb. 11
Millars-Maschine für 10 t/h Leistung.

a Schrägbecherwerk
b Entlüfter
c Staubabscheider mit Kamin
d Heißbecherwerk
e Behälter
f Mischkasten
g Mischbühne
h Heizbühne



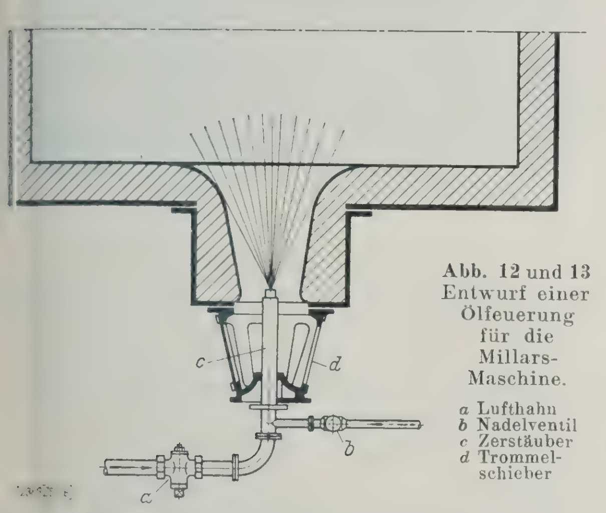


Abb. 12 und 13 Entwurf einer Ölfeuerung für die Millars-Maschine.

a Lufthahn
b Nadelventil
c Zerstäuber
d Trommelschieber

…nen. Hermann Meyer, Ballenstedt, benutzt einen Ein…ittrichter von der Größe eines Muldenkippers, der am …en eine Welle mit Mitnehmern hat. Je nach Einstel…ung des Ablaßschiebers erhält das Becherwerk mittels …e sich drehenden Walze nur so viel nasses Material, als …einzelnen Becher fassen können. Ferner ist bei der …annten Firma das Becherwerk auf Rollen verfahrbar; …s kann von der Maschine gelöst und einzeln verladen …den. Die Firma Rheinguß, Mannheim, ordnet das …rägbecherwerk quer zur Maschine an.

Die Asphaltmischmaschine „Omnifax" der Draiswerke, …nheim, hat an Stelle des Becherwerks einen Förder…en. Die Baustoffe werden hier zu ebener Erde einge…acht. Der Trommelkopf, auch Verschlußkopf genannt, …an als parabelförmig ausgebildeter Trichter angesehen …den. Er trägt ferner eine Öffnung, an die der Ent…ter angeschlossen ist, der die verbrauchten Heizgase …saugt und in den Zyklon drückt.

Die Heizgase reißen auch feine Sand- und Staubteil…n mit, die sich in dem Zyklon niederschlagen sollen. …n Betrieb wuchs sich dies zu einer S t a u b p l a g e …, weil der Rauch den ganzen Staub und feinen Sand …ch den Kamin ins Freie mit sich führte. A b h i l f e …a man dann mittels einer feststehenden Turbinenkon…ktion, deren Schaufeln auch drehbar sein können, ge…affen. Sie wird in der Weise in den Zyklon eingebaut, …a der Rauch auf die Schaufeln stößt und sich in Spiralen …ai oben windet. Infolge der Berührung mit den …hen und der stoßweisen Verdichtung scheidet sich der …b ab.

D i e F e u e r u n g

Die Bildung von Stichflammen muß vermieden werden. Die Firma U. Ammann, Langenthal, arbeitet mit je einem Ölbrenner an den beiden Enden der Trommel. Jedoch dient der eine mehr als Zusatzbrenner. Meyer, Ballenstedt, benutzt zwei und mehr Brenner, um eine gleichmäßige Erwärmung sicher zu erhalten. Die Firma Rheinguß, Mannheim, vereinigt in der Cummer-Maschine Öl- und Rostfeuerung. Die Millars-Maschine arbeitet nur mit Rostfeuerung, Ölfeuerung kann aber im Bedarfsfall eingerichtet werden. Abb. 12 und 13.

Obgleich die Ölfeuerung dank der genauen Regelbarkeit, dem geringen Platzbedarf des Brennstoffes, der vollkommenen Verbrennung, Vermeidung der Rauchentwicklung, Ersparung des Heizers und sofortiger Betriebsbereitschaft mehr Vorteile bietet als die Koksfeuerung, hat sie doch nicht den Eingang gefunden, den man erwartet hatte. Wenn auch die Anschaffung kaum teurer als die Kohlenfeuerung ist, so hat man sich doch der Wirtschaftlichkeit halber für die Kohlenfeuerung entschieden.

Bei einer Versuchsanlage wurde das Öl, mittels Preßluftzerstäubers fein verteilt, in den Feuerraum geblasen. Das Öl floß aus dem liegenden Ölbehälter, der mit Sieb, Schlammablaß und Inhaltsanzeiger ausgerüstet war, mit geringem Druck zu. Der stündliche Ölverbrauch betrug 80 bis 100 kg. Diesem Ölverbrauch steht ein Koksverbrauch von 125 bis 150 kg gegenüber; dies beweist, daß die K o k s f e u e r u n g einschließlich der Kosten für den Heizer doch w i r t s c h a f t l i c h e r a l s Ö l f e u e r u n g ist.

Während nun an den Maschinen mit Ölfeuerung die Heizgase durch das offene Ende in die Trommel eintreten, haben die Millars-Maschine und alle ähnlichen Bauarten (Henschel, Rheinguß), geschlossenen Feuerraum. Dieser ist aus 8 mm dicken Blechwänden gebildet, auf denen mit Klemmplatten aus feuerfestem Guß Schamotteplatten von 50 mm Dicke befestigt sind. Die Feuerbüchse ist mit gußeisernen Platten abgedeckt. Diese Platten waren ursprünglich gerade und bogen sich, obgleich sie Längs- und Querrippen trugen, nach unten durch, schleiften auf der Trommel und zerstörten diese vorzeitig. Diesen Mangel beseitigt man heute durch Verwendung gebogener Platten.

Bei der Millars-Maschine umstreichen die Heizgase

d i e T r o m m e l,

Abb. 14 und 15, und werden, soweit sie nicht durch das Armkreuz *k* am Ende der Trommel hindurchtreten, durch mehrere Absaugeköpfe *a* in das Innere gebracht. Die Absaugeköpfe sind gekrümmt und mittels Deckels so verschlossen, daß hinter diesen die Heizgase austreten können, ohne jedoch das Mischgut in die Feuerung fallen zu lassen. Winkeleisen *b* als Mitnehmer im Innern der Trommel heben die Mischung fast bis zum höchsten Punkt in der Trommel und lassen sie dann herabrieseln, so daß die Heizgase alle Teilchen genügend von allen Seiten bestreichen können. Die Verwendung von Z-Eisen an Stelle von Winkeleisen hat zu Betriebstörungen geführt.

Die Trommel ist vorn auf Rollen *c* gelagert, in die der Laufkranz eingreift. Gegen Abgleiten sind seitlich an der tiefsten Stelle des Laufkranes zwei Druckrollen *f* angebracht. Am Ende der Trommel sind die Bleche auf ein Armkreuz *i* genietet; dieses trägt in der Mitte einen hohlen Stutzen, der gleichzeitig als Lagerung dient. Wie bereits erwähnt, werden die Heizgase im ununterbrochenen Gegenstrom geführt. Ein Entmischen des Sandes und des groben Splittes tritt nicht ein, wenn man das Gut vormischt.

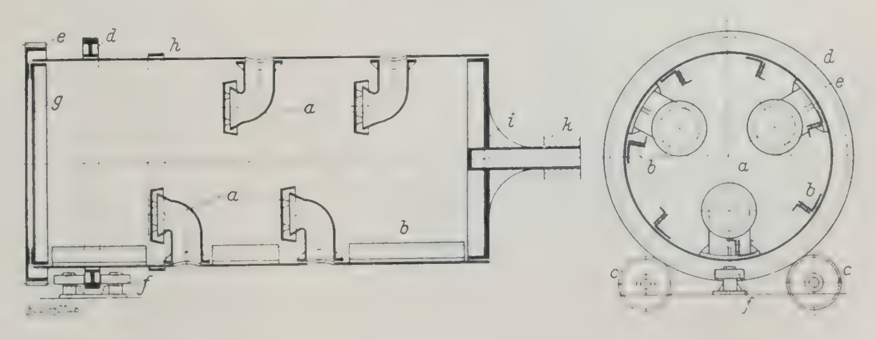


Abb. 14 und 15 Trommel der Mischmaschine.

a Abzugkrümmer
b Mitnehmer
c Laufrollen
d Laufkranz
e Zahnkranz
f Druckrollen
g Abdichtungsring
h Lasche
i Armkreuz
k Lager

Von der Beschaffenheit und der Bauart der Trommel hängt der Erfolg und die Wettbewerbfähigkeit im Straßenbau ab. In der Torkret-Mischmaschine[3]) legt das Trockengut bei jeder Trommelumdrehung einen kreuzförmigen Weg zurück und wird viermal gewendet.

Der Sammelbehälter *f*, s. Abb. 10, ist in zwei Kammern geteilt; über der einen ist die Siebtrommel gelagert. Diese ist eine kegelige Trommel, die mit zweierlei Stahldrahtsieben bespannt ist. Das Gut fällt zuerst auf das weitmaschige, dann auf das feinmaschige umlaufende Sieb. Schüttelsiebe einzubauen ist nicht zweckmäßig, da diese viel zu sehr dem Verschleiß ausgesetzt sind. Über die Notwendigkeit der Siebtrommel herrschen noch recht unklare Begriffe in den Kreisen der Konstrukteure. Zu einer vollkommenen Maschine gehört sie unbedingt. Sie hat nicht den Zweck, das mit Mühe in der Trockentrommel vorgemischte Gut zu trennen, sondern beim Sandasphalt zu verhüten, daß Steine und Knollen, die zur Zerstörung einer Decke beitragen können, in die Mischung kommen. Sind solche Beimengungen im Mischgut, so wirft sie die kegelige Siebtrommel am Ende in ein Abfallrohr.

Die Temperatur mißt man zweckmäßig, wenn das Gut aus dem Silo abgezogen wird, und zwar mit Handthermometern. Um die Messungen praktisch auszuwerten, wird auf einer Uhr, die von 160 bis 250 °C eingeteilt ist, der Zeiger auf die richtige Temperatur eingestellt. Mittels mechanischer Vorrichtungen wird diese Temperatur auf ein zweites Zifferblatt beim Schrägbecherwerk *a* übertragen. Durch Zugabe von mehr oder weniger Mischung regelt der Heizer die Erwärmung.

Das Gut wird nun abgewogen. Besser als die viel gebräuchlichen Gattierungswaagen mit fünf Hebeln eignet sich eine Neigungswaage, Abb. 16, die selbst bei Erschütterungen immer noch genau anzeigt und sich auch nachstellen läßt. Eine große Zeigervorrichtung ist erforderlich, um die allmähliche Gewichtszunahme gut verfolgen zu können, ferner ein Schwingungsdämpfer. Diese Eigenschaften hat eine Gattierungswaage nicht. *Cummer* hat daher an Stelle der Gattierungswaagen eine halbselbsttätige gewählt, die beim Erreichen des Gewichtes den Silo schließt. Das Bitumen wird in einer einfachen einarmigen Hebelwaage mit Laufgewichtsbalken gewogen.

Das Bitumen

wird in großen Kesseln erwärmt. Bisher stellte man zwei bis drei Kessel von je 2 m³ Inhalt auf besondere Böcke, so daß der oberste Rand der Kessel mit dem Boden der Mischbühne abschnitt. Mit Schöpfern wurde das Bitumen aus den Kesseln in die Waage gefüllt. Heute geht man dazu über,

[3]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 624.

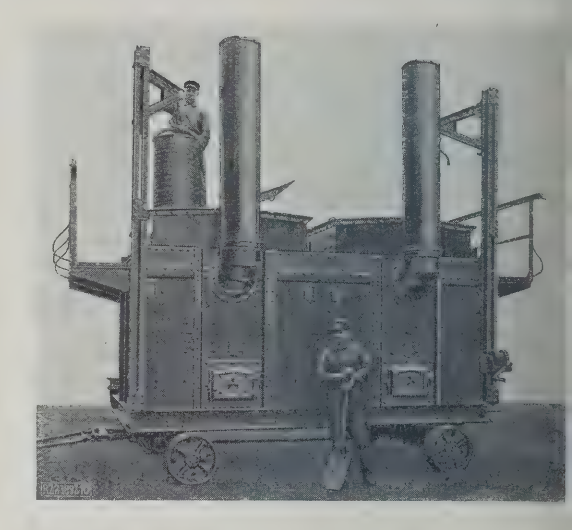


Abb. 17

Großraum-Bitumenkessel, Abb. 17, bei der Mischmaschine aufzustellen, die einen gan Tagesbedarf fassen, das sind rd. 9 t. Diese Kessel wer abends gefüllt, morgens 1½ h vor Arbeitsbeginn a heizt und tagsüber geschlossen gehalten. Eine Uml leitung mit einer Zahnradpumpe hält das flüssige Bitu in dauernder Bewegung. Ein Dreiweghahn dient Ablassen des Bitumens in die Waage.

Mischgut und Bitumen

kommen nur in den Mischkasten *h*, s. Abb. 10, ei gußeisernen Trog, in dessen Innern sich zwei Vierk wellen mit Mischflügeln aus Hartstahl oder gehärte Stahlguß drehen. Beim Asphalt benutzt man verse Mischflügel, die immer mit der scharfen Kante teilen len, beim Teer löffelartige, die immer mengen wollen. diesem Falle ordnet man die Flügel nur wechselstän an, damit sie nicht aneinander schlagen, im ersten F dagegen bilden die wechselständigen Mischflügel auf bei Wellen eine doppelte, von außen nach innen gehe Schraubenlinie. Hierdurch erreicht man, daß das immer vom Rande weg nach der Mitte geworfen w hier befindet sich der Ablaßschieber, unter dem die Kip die Mischung aufnehmen und zur Einbaustelle fahren

Es dauert rd. 35 min, bis ein Kipper mit rd. 5 t gef ist. Verschlußklappen schützen gegen Abkühlung b Transport. Da die Baustellen verschieden weit vom schinenplatz, Abb. 18, entfernt liegen, muß Pendelverk eingerichtet werden, um einen ununterbrochenen Betr aufrecht zu erhalten. Mehr als 25 km soll die Baust nicht vom Maschinenplatz entfernt sein, da die Mischun andernfalls zu sehr abkühlen. Auch sonst ist es nicht w

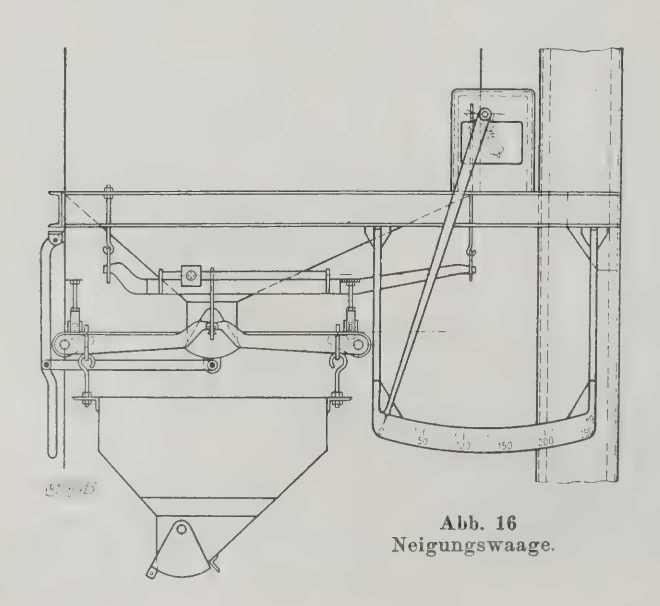
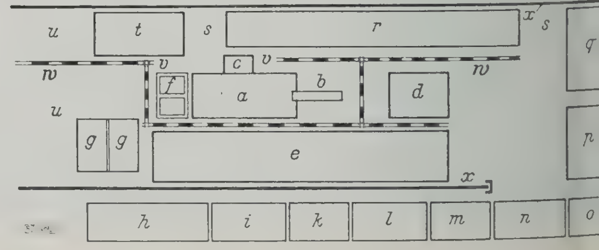


Abb. 16
Neigungswaage.

Abb. 18
Lageplan eines Maschinenplatzes.

a Mischmaschine
b Jakobsleiter
c Heizbühne
d Lokomobile im Schuppen
e Lagerhalle für Sande
f Großraum-Bitumenkessel
g Lagerbehälter für Bitumen
h Schlafraum für Arbeiter
i Waschraum „ „
k Küche
l Mannschaftsraum
m Meisterraum
n Baubureau, zweiteilig
o Laboratorium
p Magazin und Werkzeuge
q Schuppen
r Lagerplatz für Gesteinsplit
s Ein- und Ausfahrt
t Füllerschuppen
u Lagerplatz für Bitumenfässer
v Lagerplatz für Koks
w Feldbahngeleise
x Fernbahngeleise



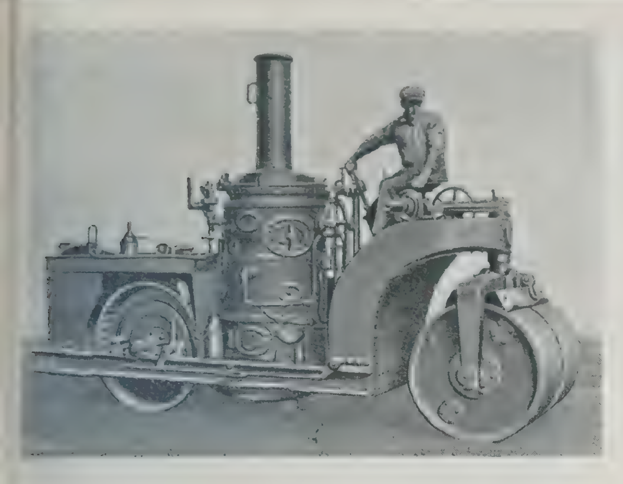


Abb. 19. Die Tandemwalze beim Andrücken der aufgetragenen Massen.

…ftlich, da der Fahrzeugpark zu groß sein muß. Zahlen-…l 1 gibt einen Vergleich zwischen dem Bedarf an Kraft-…en und an Zugmaschinen für die verschiedenen Ent-…ungen.

Die Baustelle

Zur gleichmäßigen Verteilung der von der Misch-…chine gelieferten Menge auf der Baustelle genügen ge-…nlich fünf Mann und ein Vorarbeiter. Nach der Ver-…ng beginnt das Walzen zuerst mit der leichten

Zahlentafel 1
Bedarf an Kraftwagen und Zugmaschinen

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Entfernung	Ein Fahrzeug gebraucht für				Summe der Spalten 2 bis 5	Erforderliche Anzahl von		
	Mischzeit	Hinfahrt	Entladezeit	Rückfahrt		Lastwagen	Zugschleppern	mit Anhängern
km	min	min	min	min	min			
5	35	20	10	15	80	3	2	3
10	35	40	10	30	115	4	3	4
15	35	60	10	45	150	5	4	5
20	35	80	10	60	185	6	5	6
25	35	100	10	75	220	7	6	7

Tandemwalze, die nur aus zwei Walzen besteht, Abb. 19, quer und längs, mit der schweren Dreiradwalze nur in der Längsrichtung der Straße. Nach dem Erkalten in wenigen Stunden ist die Straße betriebfähig.

Schlußwort

Diese Straßendecke genügt allen Anforderungen an Staubfreiheit und Geräuschlosigkeit; ihre Oberfläche ist nachgiebig, leicht zu reinigen und wetterfest. Der neuzeitliche Straßenbau ist ein besondrer Zweig der technologischen Industrie geworden. Der Maschineningenieur muß darauf achten, daß die Straßenbaumaschinen stets mit dieser Entwicklung Schritt halten; denn die Herstellung einer guten Straße hängt hiervon im wesentlichen ab. Der Straßenbau ist so nicht nur Sache des Tiefbaues, sondern auch des Maschinenbaues geworden. Zweifellos hat sich damit der Technik und Wirtschaft ein neues Betätigungsfeld erschlossen. [B 2389]

Über Farbenmessung

D… Farbenmessung nach Ostwald mittels des Pulfrich…en Stufenphotometers in Verbindung mit dem Zusatzgerät nach Krüger

Von Prof. *F. A. O. Krüger*, Dresden

Um die Farbe eines Körpers festzustellen, bedarf man …ier Bestimmungsgrößen. Gemessen wird der Lichtrück-…f des Körpers. Da der Lichtrückwurf je nach der Stel-…ng des Körpers zum Licht verschieden ist, wird für die …sung folgendes als Bedingung festgelegt: Gemessen …d eine ebene Fläche; sie sollte möglichst matt sein, sie …e wagerecht, Lichteinfall unter 45 °, möglichst von …den unter Vermeidung jeglicher Reflexwirkungen. Be-…chtet wird senkrecht von oben. Hierdurch wird jede …egelung, also auch etwaiger Glanz, ausgeschaltet.

Die Bestimmungsgrößen nach *Ostwald* sind: der Farb-…e v, der Weißgehalt w, der Schwarzgehalt s. Der Farb-…e wird nur seiner Qualität nach bestimmt, da sein Anteil …a Gesamtlichtrückwurf sich aus der Beziehung $v + w + s$ = ergibt. Als Bezugsgröße dient eine Fläche Normalweiß (…bedo), die alles auf sie fallende Licht vollkommen zer-…ut zurückwirft. Sie ist eine vollkommen matte Fläche, d… in einer guten Annäherung, d. h. nur mit Spuren von …nz von der Deutschen Werkstelle für Farbkunde, Dres-…, hergestellt wird.

Die Rückwurfsverhältnisse eines Körpers für Licht w…den durch seine spektrale Remissionskurve vollkommen …ebildet. Sie gibt auch Auskunft über den Weißgehalt …d Schwarzgehalt der betreffenden Farbe. Ihr Extinktions-…ffizient im gegenfarbigen gibt den Weißgehalt, derselbe i… gleichfarbigen monochromatischen Licht gibt den S…warzgehalt der Farbe an. Bezogen wird er auf …e logarithmisch geteilte Helligkeitsleiter von Weiß 1 … Schwarz 0, die Grauleiter von *Ostwald*. Ihre Stufen …d mit den Buchstaben des Alphabets bezeichnet, wobei … $w = 1$ und $s = 0$ ist.

Um die Messung im Stufenphotometer, abgekürzt Stufo, Ab. 1 bis 3, auszuführen, legt man auf den Tisch, z. B. r…hts den Prüfling, links ein Blatt Normalweiß. Bei Null-…llung beider Meßschrauben werden auf der Netzhaut des …ges beide Farbflächen, ohne eine Struktur zu zeigen, ab-…ildet. Man schaltet nun nacheinander die in der am …otometerkopf befindlichen sieben Farbfilter (K-Filter …h *Krüger*) ein, und stellt durch Drehen der linken …ßschraube jeweils auf gleiche Helligkeit ein. Trägt man … gefundenen Werte in ein Koordinatennetz ein, dessen …szisse nach den Wellenlängen geteilt und dessen Ordinate …arithmisch wie die Grauleiter *Ostwalds* geteilt ist, so er-…t man die Remissionskurve der Farbe und kann den Weiß- und Schwarzgehalt ohne weiteres ablesen, Abb. 4. Die Lichtfilter lassen ziemlich breite Wellenlängengebiete durch. Jeweils werden ihre Schwerpunkte in das Koordinatennetz eingetragen.

Beim Ablesen des Schwarzgehalts muß man dann den Unterschied zwischen dem abgelesenen Wert und 1, da in der Grauleiter $s = 1 - w$ ist, in die Kennzahl nach *Ostwald* einsetzen. Praktisch liest man an der Meßtrommel den Weißgehalt unmittelbar ab, ebenso den Schwarzgehalt als 1 weniger dem angezeigten Wert. Es gelten stets die kleinsten der aufgefundenen Werte. Man lernt bald, welche Filter im vorliegenden Falle den kleinsten Wert ergeben, gegebenenfalls prüft man mit den benachbarten Filtern nach

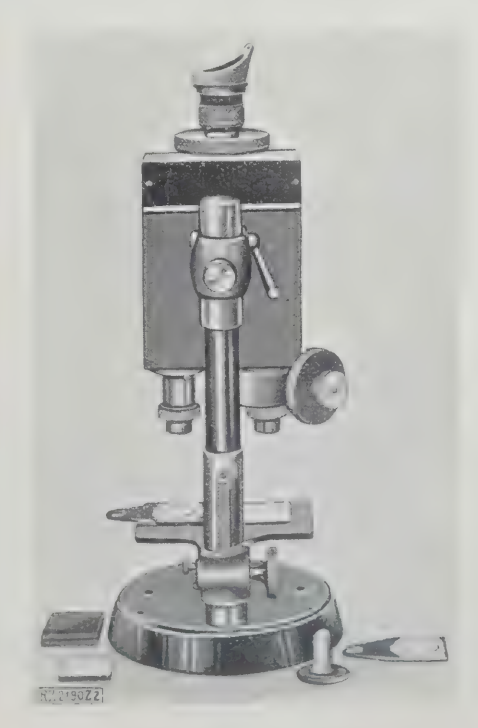


Abb. 1
Stufenphotometer von *Pulfrich*.

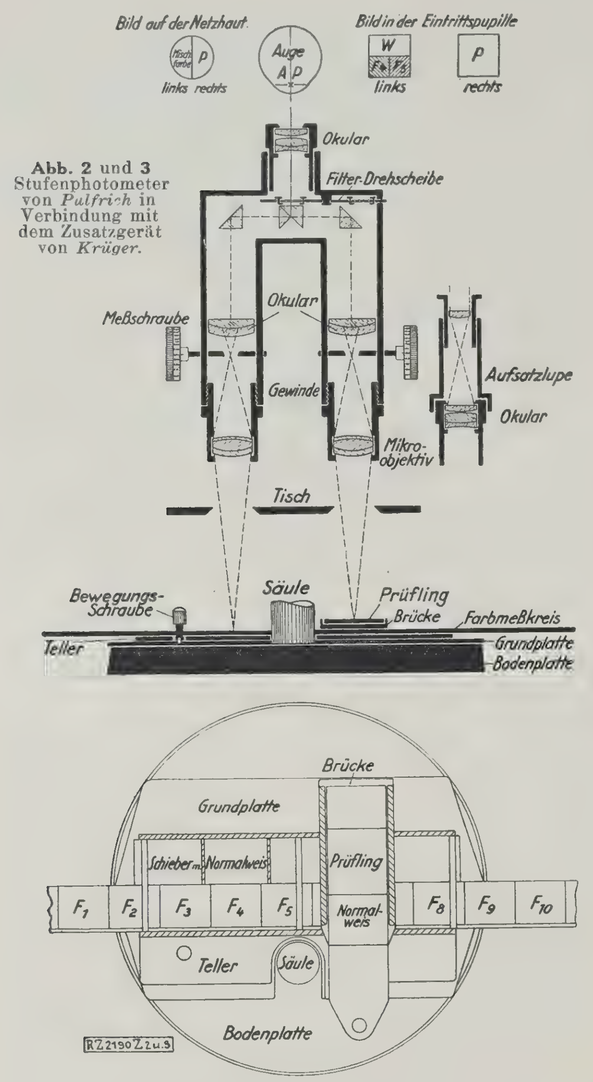


Abb. 2 und 3 Stufenphotometer von *Pulfrich* in Verbindung mit dem Zusatzgerät von *Krüger*.

Aus der Remissionskurve läßt sich auch die Art des Farbtons, der gemessenen Farbe erkennen. Da jedoch ein und dieselbe Farbenempfindung durch die Reizwirkung verschiedener Spektren verursacht werden kann, genügt sie nicht zur eindeutigen Feststellung des Farbtons. Durch Vergleich mit einer Farbe, die durch additive Mischung aus der Farbe eines Normalkreises hergestellt wird, stellt man eindeutig den Farbton fest. Der Normalkreis ist nach psychologischen Verhältnissen geteilt. In ihm liegen jeweils die Gegenfarben einander gegenüber und ergänzen einander in optischer Mischung zu grau, sind also stets leicht in bezug auf ihre Lage zu prüfen. Da diese Bestimmung zu einer vollkommenen Teilung nicht ausreicht, sind die Abstände nach dem Grundsatz der inneren Symmetrie festgelegt[1]).

[1]) Vergl. *W. Ostwald*, Beiträge zur Farbenlehre, Abhandlg. der sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. 34 (1917) Nr. 3.

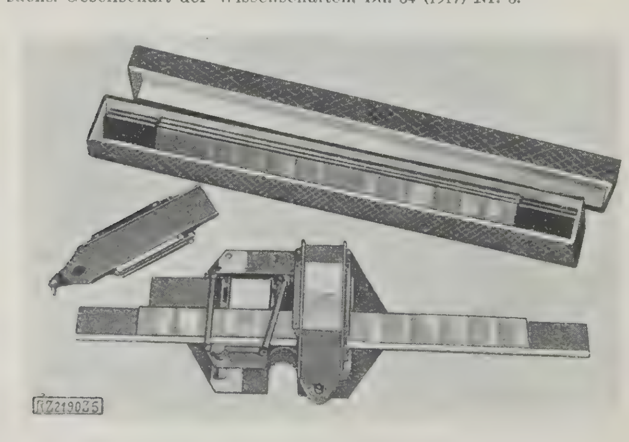


Abb. 5. Zusatzgerät von *Krüger* mit Farbmeßstreifen.

Der Kreis ist in 24 Farbtöne geteilt. Zur Messung [w]ird ein Kreis benutzt, der noch die halben Zwischentöne [ent]hält. Aus Lichtechtheitsgründen ist er in Wolle [...] gefärbt. Er ist im Jahre 1926 nochmals in der Deuts[chen] Werkstelle für Farbkunde, Dresden, erneut geteilt. [Zum] Gebrauch im Stufenphotometer sind die 48 Farben auf [...] Streifen zu je 12 Farbtönen verteilt.

Der Farbton wird nun in der Weise gemessen, daß [man] das Zusatzgerät, Abb. 5, auf die Bodenplatte des Stu[fen]photometers, Abb. 1 bis 3, legt. Der Teller des Zus[atz]gerätes trägt zwei Rinnen. In die erste schiebt man [den] Farbmeßkreis in Streifenform, in die zweite einen Sc[hie]ber, der eine Platte Normalweiß trägt; dessen scharfe K[ante] stößt unmittelbar an die Farbfelder des Farbstoffes [und] wird in das Blickfeld des Farbstreifens geschoben. [Der] Teller, der beide Streifen trägt, läßt sich in der E[bene] senkrecht zur Längsseite der Rinnen verschieben. Dadu[rch] läßt sich jedes beliebige Mengenverhältnis zwischen [dem] sichtbaren Farbfeld und dem Weiß des Schiebers im Bl[ick]felde herstellen.

Im Okular erscheint Farbe und Weiß stets optisch [ge]mischt als einheitliche Farbfläche. Durch die mittels [der] Meßschraube in der Größe veränderliche Eintrittspu[pille] läßt sich auch die Helligkeit der im Okular erscheine[nden] Farbe verändern, d. h. jede beliebige Menge Schwarz [der] Farbe im Blickfelde hinzufügen.

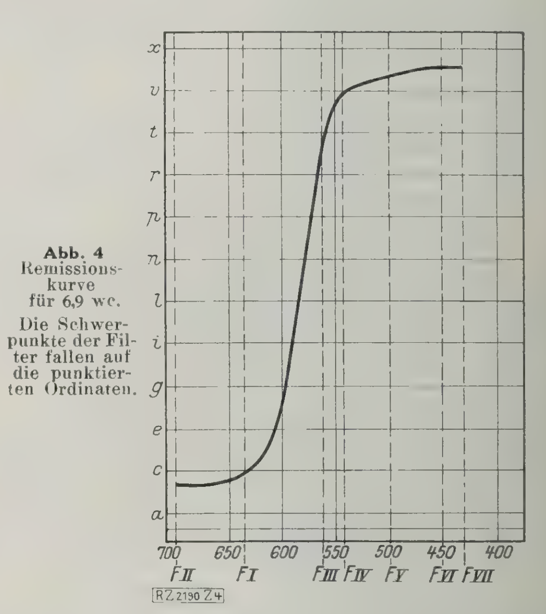


Abb. 4 Remissionskurve für 6,9 wc. Die Schwerpunkte der Filter fallen auf die punktierten Ordinaten.

Man kann also mittels des Zusatzgerätes und einer M[eß]schraube die drei *Ostwaldschen* Konstanten Weiß, Schw[arz,] Bunt (Vollfarbe) in jedem Verhältnis zu einander im Bl[ick]felde verändern. Durch Schieben nach rechts und links [läßt] sich auch die Farbe eines Feldes des Meßkreises in b[elie]bigem Verhältnis mit der seiner Nachbarn optisch misc[hen.] Zwischen den 48 Feldern des Farbkreises lassen sich [also] noch alle nur denkbaren Zwischenfarben darstellen.

Legt man nun auf eine Brücke, die man auf das Zus[atz]gerät stellt, z. B. rechts einen Prüfling, so kann man l[inks] durch optische Mischung seine Farbe im Gesichtsfelde l[inks] erzeugen. Da die Farbtöne des Farbmeßkreises bekannt s[ind,] ist damit der Farbton gemessen. Das Verhältnis e[iner] etwaigen Mischung aus zwei benachbarten Farbtönen [des] Meßkreise läßt sich an einer in der Eintrittspupille [vor]handenen Zehnteilung ablesen. Man kann also 480 T[öne] im Farbkreise unmittelbar feststellen. Im allgemeinen [las]sen sich mit bloßem Auge etwa 240 Farbtöne in ei[nem] reinen Farbkreise unterscheiden. Die Ablesegenauig[keit] übersteigt also bereits das praktische Bedürfnis.

Falls die Reinheit des Prüflings größer ist als die [...] Farbe des Meßkreises, legt man auf den Schieber [der] Brücke hart neben den Prüfling ein Plättchen Normalw[eiß] mit scharfer Kante und drückt die Reinheit durch optis[ches] Hinzumischen von Weiß auch im rechten Blickfeld auf [die] Reinheit der Farbe des Meßstreifens herab, nötigenfalls k[ann] man auch noch Schwarz mittels der zweiten Meßschra[ube] hinzufügen.

Auf dem Wege des Vergleichs könnte man die drei [*Ost*]*waldschen* Konstanten bestimmen. Da es aber noch nicht [ge]lungen ist, den Farbmeßkreis für alle Töne wertgleic[h in] gleicher Lichtechtheit auszufärben, erfordert es eine umst[änd]liche Rechnung. Deswegen wird vorläufig das Zusatzg[erät]

... Farbtonbestimmung benutzt. Die Weiß- ...warz-Zahlen erhält man rascher durch die ...sung mit Lichtfiltern.

Für den Ersatz der Kennzahlen durch die ...mbuchstaben benutzt man Zahlentafeln, die ... Deutsche Werkstelle für Farbkunde, Dresden, ...gestellt hat.

Zur Feststellung der Kennzahlen einer ...be im Stufenphotometer muß die notwendige ...che der Probe 1,8 × 1,8 mm² betragen. Für ...sen Fall muß jedoch noch ein Zwischenrohr ...r dem Mikroskopobjektiv eingeschaltet wer... Die übliche beobachtete Fläche beträgt ... × 27 mm². Diese Größe sollte man möglichst ...halten, um etwaige kleine Ungleichheiten in ... Farbflächen auszugleichen.

Zahlentafel 1. Maßzahlen der Proben.

	Farbton	Weiß	Schwarz	Vollfarbe
1. Ultramarinrot (Kattundruck) . .	9,9	0,178	0,53	0,242
2. Ultramarinviolett (Kattundruck)	10,9	0,123	0,72	0,157
3. Ultramarinblau (Bleicherei) . . .	12,95	0,065	0,54	0,395
4. „ (Wagenlacke) . .	13,1	0,021	0,64	0,339
5. „ (Wäscherei) . . .	13,2	0,038	0,37	0,592
6. „ (Künstlerfarben)	13,2	0,029	0,52	0,451
7. „ (Malerei Nr. 7) .	13,3	0,18	0,30	0,52
8. „ („ „ 6) .	13,3	0,09	0,34	0,57
9. „ (Lithographiedruck)	13,5	0,041	0,47	0,489
10. Ultramarinblau (Kattundruck) .	13,9	0,048	0,38	0,572
11. „ (Malerei Nr. 8) .	14,0	0,05	0,56	0,39
12. Ultramaringrün (Anstrich) . . .	16,4	0,091	0,73	0,171

Beispiele

Als Beispiel der Farbenmessung für Körperfarben teile ... zwölf Messungen von Ultramarinproben der Vereinigten ...ramarinfabriken A.-G. vorm. Leverkus, Zeltner & Kon...ten, Köln, vom Ultramarinrot über Ultramarinviolett, ...ramarinblau bis zum Ultramaringrün mit. Die Messun... zeigen, daß das sogenannte Rot dem ersten Veil, ... Grün dem ersten Eisblau zuzurechnen ist. Außer den ...ßzahlen, Zahlentafel 1, habe ich das Ergebnis noch gra...

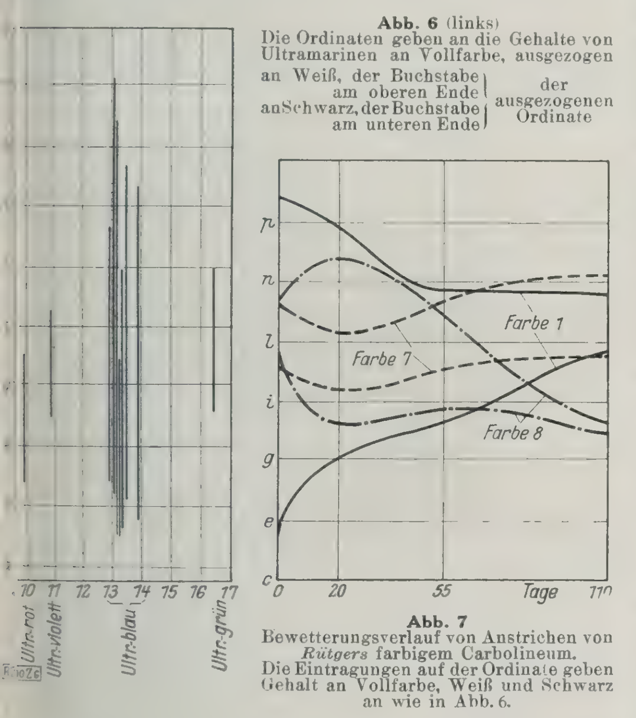


Abb. 6 (links)
Die Ordinaten geben an die Gehalte von Ultramarinen an Vollfarbe, ausgezogen an Weiß, der Buchstabe am oberen Ende } der ausgezogenen Ordinate
an Schwarz, der Buchstabe am unteren Ende }

Abb. 7
Bewetterungsverlauf von Anstrichen von *Rütgers* farbigem Carbolineum. Die Eintragungen auf der Ordinate geben Gehalt an Vollfarbe, Weiß und Schwarz an wie in Abb. 6.

...isch, Abb. 6, in einer Form dargestellt, die erstmalig von ...rl *Miescher*²), Basel, angegeben ist, jedoch insofern ver...ssert, als die Schwarz-Weiß-Werte wirklich zahlenmäßig ...f den logarithmisch geteilten Ordinaten eingetragen wer...n. Hierbei muß der Wert für Schwarz als Bezugshellig...it, d. h. der wirklich abgelesene Wert der Grauleiter und ...cht deren Unterschied von 1 eingetragen werden. Die Or...naten stellen dann die drei *Ostwaldschen* Konstanten gra...isch dar: $w + v + s = 1$; sie können unmittelbar abgelesen ...rden. Auf der Abszisse sind im arithmetischen Verhältnis ... Farbtonpunkte des Farbkreises eingetragen. Der ausge...gene Teil der Ordinaten stellt den Gehalt an Vollfarbe ...r; er zeigt, wie außerordentlich verschieden der Gehalt bei den einzelnen Pigmentsorten ist. Die Maßzahlen der Proben sind in Zahlentafel 1 angegeben.

Für den Verbraucher ist nun wichtig, die Lichtechtheit, die Wetterfestigkeit, die Ausgiebigkeit und die Deckung der Farbkörper zu kennen. Für die Feststellungen bietet die Messung nach *Ostwald* mit dem Stufenphotometer gute Hilfe. Da es sich hier nur um Beispiele handelt, seien Lichtechtheit und Wetterfestigkeit, deren Messung das gleiche Verfahren verlangt, zusammengenommen. Als Beispiel möchte ich die Ergebnisse eines Bewetterungsversuches, der 1927 mit Proben der Farbe 1, 7 und 8 von *Rütgers* farbigem Carbolineum vorgenommen worden ist, mitteilen. Die Farben wurden auf maschinengehobeltes Fichtenholz aufgestrichen und während 110 Tagen auf einem Turmdache dem Wind und Wetter ausgesetzt. Die Messungen ergaben die in Zahlentafel 2 zusammengestellten Ergebnisse.

Die Ergebnisse der Messungen sind in ein Koordinatensystem eingetragen, Abb. 7. Die Kurven zeigen den verschiedenen Verlauf der Verwitterungserscheinungen innerhalb der Beobachtungszeit. Bei Farbe 1 sieht man das allmähliche Sinken des Vollfarbengehaltes bezüglich der Farbigkeit, die einem nur schwachfarbigen Grau zustrebt, dem Verwitterungsgrau, das schließlich jedes Holz im Freien annimmt. Bei Farbe 7, dem Anstrich, der nahezu unverändert geblieben ist, erkennt man doch aus dem Kurvenbild die stärker gewordene Trübung am Ende der Beobachtungszeit. Am merkwürdigsten ist der Verlauf beim Farbton 8, einem Blau, dessen Farbigkeit in dem ersten Teil stark zunimmt, um dann rasch einem lichten Holzgrau zuzustreben.

Durch die Verwitterung wird nämlich die optische Brücke, die in Form des Bindemittels die eigenen Körner des Farbkörpers anfangs verbindet und dadurch schwarz, reicher und farbloser erscheinen läßt, zerstört; die nun freiliegenden Körner absorbieren mehr Licht, werden aber vom Wetter nach und nach fortgespült und der Anstrich wird immer farbloser. Übrig bleibt wieder das verwitterte Holzgrau. Im Rahmen dieser Darstellung kann leider nicht näher auf alle Erscheinungen eingegangen werden, die sich aus diesen Beobachtungsreihen für das Verhalten von Farbkörper, Bindemittel und Grund ziehen lassen.

Da sich die Veränderungen des Farbtones durch die Kurven, Abb. 7, nicht abbilden lassen, ist noch eine weitere notwendig. Man verwendet hierzu die Reinheitsfläche *Ostwalds*, Abb. 8 und 9, die eine Projektion der oberen Kegelfläche des Farbkörpers darstellt. Die in ihr als Reinheiten eingetragenen Messungen zeigen die Veränderungen des Farbtones an. Farbe 1 und 8 streben deutlich der Farblosigkeit zu, 8 allerdings in einer Schleife, die die anfangs zunehmende Reinheit zum Ausdruck bringt, während Farbe 7 sich nur unmerklich in der Reinheit ändert.

Um die Ausgiebigkeit²) eines Farbkörpers festzustellen, wird eine Verdünnungsreihe aufgestellt. Als Ausgiebigkeitszahl hat *Ostwald* die Verhältniszahl der Gewichte des Zinkweißes, die nach Zumischung zum Pigment den Weißgehalt 0,5 ergibt, vorgeschlagen.

Als Beispiel ist eine Ausgiebigkeitsmessung von einem Ocker und von einem Preußisch-Blau durchgeführt; für beide

²) Beiträge zur Farblehre. 1925.

²) Die „Ausgiebigkeit" ist im Sinne *Ostwalds* verstanden gleich „Färbevermögen".

Zahlentafel 2. Bewetterungsverlauf, vergl. Abb. 7.

	Farbe 1			Farbe 7			Farbe 8		
		Weiß	Schwarz		Weiß	Schwarz		Weiß	Schwarz
...i Beginn	7,5	0,029	0,635 qe	22,5	0,069	0,885 mk	13	0,065	0,895 mh
...ch 20 Tagen	6,9	0,036	0,785 pg	..	0,085	0,865 li	13,4	0,047	0,83 of
„ 55 „	5,3	0,060	0,83 nh	..	0,065	0,885 mk	13,3	0,072	0,862 mi
„ 110 „	3,5	0,062	0,903 nk	..	0,054	0,90 nl	3	0,162	0,82 ih

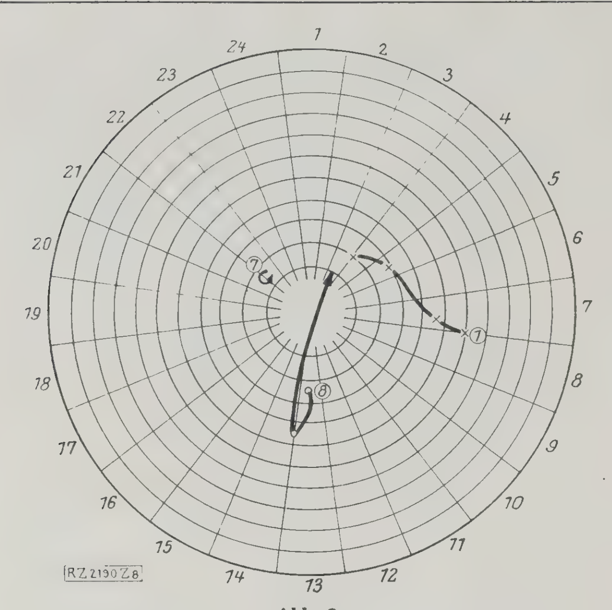


Abb. 8.
Reinheitsfläche nach *Ostwald*. (Projektion der oberen Kugelfläche des Farbkörpers)
Die Kurven zeigen die Veränderungen im Farbton und Reinheit.

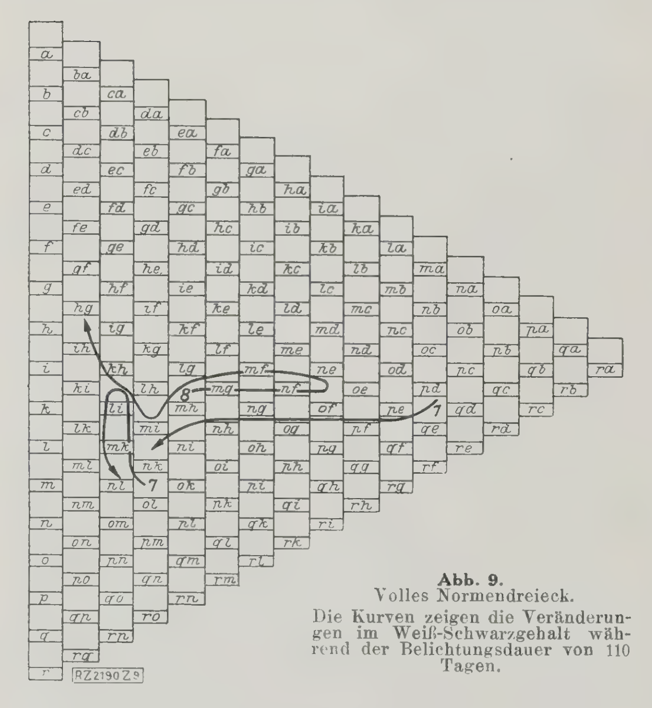


Abb. 9.
Volles Normendreieck.
Die Kurven zeigen die Veränderungen im Weiß-Schwarzgehalt während der Belichtungsdauer von 110 Tagen.

sind im gleichen Koordinatennetz wie Abb. 6 als Ordinaten die Weißgehalte, als Abszissen die Gewichtsverhältnisse eingetragen, Abb. 10. Es ergeben sich somit durch Ablesung aus der Kurve für den Weißgehalt 0,5: für den Ocker die Zahl 5,5 und für Preußisch Blau die Zahl 100 als Ausgiebigkeitszahlen. Die Ausgiebigkeit des Preußisch Blaus ist also das 19fache des Ockers.

Die D e c k u n g eines Farbkörpers, z. B. ein Bleiweiß in Öl angerieben, wird im Stufenphotometer dadurch gemessen, daß man die Lichtdurchlässigkeit von Schichten verschiedener Dicke gegen verdunkeltes Normalweiß gegebenenfalls unter Anwendung von Lichtfiltern mißt. Um zu einer allgemein gültigen Deckzahl zu kommen, bedarf es noch einer Festlegung der Bedingungen, unter denen die Messung ausgeführt wird.

Das Stufenphotometer ist nach und nach für die verschiedensten Zwecke der Farbmessung, u. a. für die Messung

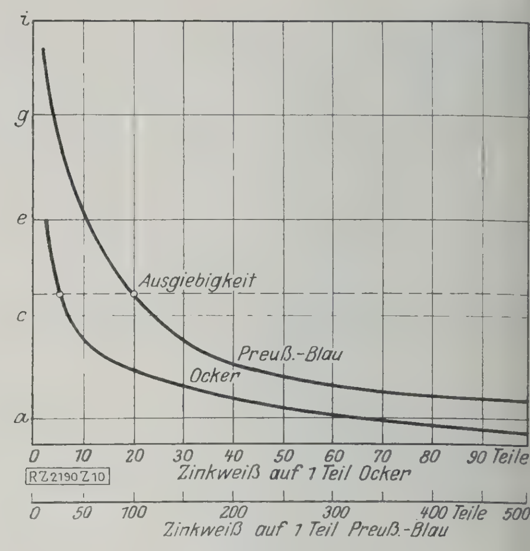


Abb. 10
Ergebnis einer Ausgiebigkeitsmessung.

des Glanzes und bei der Einstellung genauer Farbnorm[...] sei es in Farbstoffen, Farbkörpern oder Ausfärbungen [...] unentbehrliches Hilfsmittel geworden. [M 219[...]

Erasmus Kittler †

Am 14. März 1929 hat Geheimrat Prof. Dr. *Eras[...]* *Kittler* in Darmstadt die Augen für immer geschlossen. [...] ihm ist der erste Hochschullehrer Deutschlands [...] „Elektrotechnik" von uns gegangen.

Kittler erblickte als Sohn eines Schneidermeisters [...] 25. Juni 1852 in Schwabach bei Nürnberg das Licht [...] Welt. Dort besuchte er die Gemeindeschule, Präparand[...] schule und das Lehrerseminar. Den Beruf als Lehrer [...] er nur von 1871 bis 1874 in Nürnberg aus; denn sein Stre[...] ging weiter. Er legte 1875 zunächst die Abschlußprüf[...] am Realgymnasium in Nürnberg ab und bezog darauf [...] Universitäten München und Würzburg, um sich dem S[...] dium der Mathematik und Physik zu widmen. In Würzb[...] promovierte er 1880 und habilierte sich 1881 an der Te[...] nischen Hochschule München.

Seine kurze Tätigkeit in München fällt mit der 1[...] dort abgehaltenen Internationalen Elektrizitätsausstell[...] zusammen, an der er als Assistent von Prof. *v. Beetz* täti[...] Anteil hatte. Die Aufmerksamkeit, die *Kittler* bei die[...] Gelegenheit auf sich zog, führte schon am 1. November 1[...] zu seiner Berufung als Professor der Elektrotechnik an [...] Technische Hochschule Darmstadt. Dieser Lehrstuhl [...] damals gerade erst errichtet, und *Kittler* konnte bereits [...] Anfang des Jahres 1883 mit den Vorlesungen beginnen.

Hauptsächlich die wissenschaftlichen Grundlagen [...] Elektrotechnik, die auch sein „Handbuch der Elektrote[...] nik" enthält, und seine persönliche Liebenswürdigkeit [...] Tüchtigkeit begründeten seinen Ruf als Hochschulleh[...] nicht zum Nachteile der Hochschule selbst. Daneben [...] er als technischer Berater und Sachverständiger für [...] Bau elektrischer Kraftwerkanlagen vielfach tätig; ihm [...] ferner die Gründung und der Ausbau der elektrischen In[...] tute der Technischen Hochschule Darmstadt zu danken. L[...] haften Anteil nahm er an den verschiedenen elektrisc[...] Ausstellungen jener schon erwähnten Frühzeit der Elekt[...] technik. Außer in München wirkte er als Jurypräsid[...] der Wiener und der Frankfurter Ausstellung.

Sein besonderes Verdienst aber dürfte darin zu fin[...] sein, daß er als erster Hochschullehrer für Elektrotech[...] die ersten „Elektroingenieure" geschult und praktisch [...] gebildet hat. Aufs engste ist daher *Kittlers* Name mit [...] elektrotechnischen Wissenschaft, wie mit dem Aufblü[...] der Technischen Hochschule Darmstadt verknüpft. [...] Jahre 1915 trat er in den Ruhestand und setzte, am O[...] seines bisherigen Wirkens verbleibend, seine berate[...] Tätigkeit bis in die letzten Jahre fort.

[P 2788] *E. L. An[...]*

Zur Festigkeit im Schraubengewinde

W. KUNTZE, Berlin-Dahlem
Mitteilung aus dem Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem.

Vorteile der Einkerbung. Kennzeichnung der günstigsten Vergütung für Schrauben. Bedeutung der Trennfestigkeit für statische und dynamische Beanspruchung der Schraube.

Man pflegt eingekerbte Konstruktionsteile häufig nur vom Standpunkte der Gefahr aus zu betrachten. Daß mit der Einkerbung auch Vorteile hinsichtlich der ..tigkeitseigenschaften verbunden sein können, soll an n.hstehenden Beispielen erläutert werden.

Höhere Bruchfestigkeit im Kerbquerschnitt

Die Festigkeit einer eingekerbten Zugprobe hängt von d. Gestalt der Kerbe, der Kerbtiefe und vom Werkstoff a[1]). Betrachtet man winkelförmige Kerben, so ergibt, w. Versuche gezeigt haben, bei Winkeln von 60 ° und w.niger, die Veränderung der Winkelgröße keinen erheblichen Einfluß mehr auf die Festigkeit, umsomehr aber die Kerbtiefe. In Abb. 1 ist für einen Kerbwinkel von 60 ° die Veränderlichkeit der Bruchfestigkeit (bezogen auf den jeweiligen Kernquerschnitt) mit der Kerbtiefe, die als abnehmender Kernquerschnitt f in Hundertteilen des ursprünglichen Querschnittes F aufgetragen ist, dargestellt. Die Linien a bis d beziehen sich auf Flußstahl mit vier verschiedenen in der Abbildung bezeichneten Vorbehandlungen. Auf der linken Grenzordinate, die einem Kernquerschnitt von 100 vH, also der Einkerbung 0 entspricht, findet man mithin die üblichen Bruchfestigkeiten der ungekerbten Zugstäbe für die vier Zustände aufgetragen. Auf der rechten Ordinate für den (extrapolierten) Kernquerschnitt 0 liegen Festigkeitswerte, die den Trennfestigkeitswerten der vier Stähle sehr nahe kommen.

Die Grenzwerte würden bei schärferer Kerbe (mit noch spitzerem Winkel als 60 °) um nur wenige Hundertstel höher ausfallen, und die Trennfestigkeit wäre bei einer unendlich scharfen Kerbe mit dem Kerbwinkel von 0 ° erreicht worden. Bei dem hier angewendeten Kerbwinkel von 60 ° kommt man aber auf der rechten Grenzordinate so nahe an die Trennfestigkeit heran, daß man die Abweichungen vernachlässigen kann[2]). Zwischen beiden Grenzwerten verläuft die Bruchfestigkeit dem abnehmenden Kernquerschnitt proportional.

Die Geradlinigkeit der Beziehung ist aber für kleine Kernquerschnitte (< 30 vH) nicht zu verwirklichen, weil die Abrundung im Kerbgrund, die auch bei Verwendung bester Werkzeuge nicht zu vermeiden ist, um so wirksamer wird, je kleiner die Abmessungen werden. Die hierdurch wiederauftretende Erniedrigung der Zugfestigkeit hat für die nachfolgenden Betrachtungen keine Bedeutung.

Man sieht nun aus der wechselnden Neigung der vier Geraden, daß durch die Vorbehandlungen die übliche Bruchfestigkeit des ungekerbten Zugstabes und die Trennfestigkeit in verschiedenem Maße beeinflußt werden. Wird der Quotient $\frac{\text{Trennfestigkeit}}{\text{Bruchfestigkeit}}$ größer, so wird die Neigung der Geraden steiler und man hat im Kern einer eingekerbten Probe eine verhältnismäßig hohe Festigkeit zu erwarten. Es ist also für die Festigkeit eingekerbter und vergüteter Proben ein andrer Festigkeitswert σ_x maßgebend als die übliche Bruchfestigkeit σ_B. Dieser Wert σ_x ist abhängig erstens von der üblichen Bruchfestigkeit σ_B des vergüteten Werkstoffes und zweitens von der Trennfestigkeit s_T, die im jeweilig vergüteten Zustand vorhanden ist. Die Festigkeit σ_x bei einem bestimmten Kernquerschnitt f_x — der in Hundertteilen vom Ausgangsquerschnitt F ausgedrückt sein soll — läßt sich dann nach Abb. 1 aus der Gleichung ermitteln:

$$\sigma_x = \sigma_B + (F - f_x)\,\mathrm{tg}\,\alpha\,;$$

$$\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{s_T - \sigma_B}{F}\,;$$

$$\sigma_x = \sigma_B + (F - f_x)\,\frac{s_T - \sigma_B}{F}\,.$$

Greift man nun die Werte für einen Kernquerschnitt von 66 vH von F, der einem üblichen Schraubengewinde entsprechen möge, unmittelbar aus Abb. 1 heraus und stellt sie den Bruchfestigkeiten σ_B gegenüber, so erhalten wir z. B. für die Zustände a und b

$\sigma_{x\,a} = 49$ kg/mm $\qquad \sigma_{B\,a} = 38$ kg/mm

$\sigma_{x\,b} = 75$ „ $\qquad \sigma_{B\,b} = 54$ „

Hieraus entsteht die praktische Frage, ob die größere Festigkeit im Kern eines Schraubengewindes genügen könnte, um den Verlust einer Zugstange an Tragkraft infolge des geringeren Querschnittes im Kern des Gewindes auszugleichen oder gar zu überwinden; also zu erreichen, daß eine Zugstange mit angedrehtem Gewinde im dickeren freien Teile reißt und nicht im Gewinde selbst. Diese Frage kann mit Hilfe von Abb. 1 beantwortet werden. Die gekrümmte Linie in Abb. 1 gibt die erforderliche Festigkeit an, die für die Vorbehandlung a in den verschiedenen Kernquerschnitten nötig wäre, damit der Kern die gleiche Last zu tragen imstande ist, wie der ungekerbte Stangenquerschnitt. Die erforderliche Festigkeit ist für das gewählte Beispiel eines Kernquerschnittes von 66 vH = 57 kg/mm². Man sieht hieraus, daß die Festigkeit im Kern mit 49 kg/mm² zwar die Bruchfestigkeit mit $\sigma_B = 38$ kg/mm² sehr übersteigt, aber noch nicht ausreicht, um den Ausgleich herbeizuführen. Immerhin ist aber der Verlust an Tragkraft infolge der Verringerung des Querschnittes durch die günstige Kerbwirkung um $\frac{100\,(49 - 38)}{57 - 38}$ = etwa 60 vH wieder eingeholt.

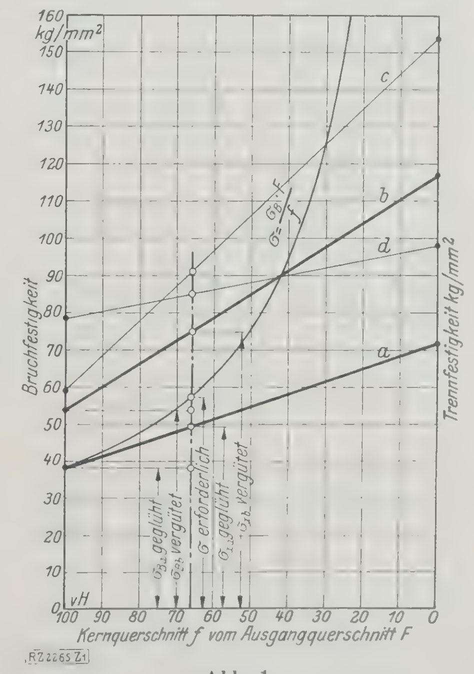


Abb. 1
Festigkeit eingekerbter Zugproben aus verschieden vorbehandeltem Flußstahl bei einem Kerbwinkel von 60 ° mit zunehmender Kerbtiefe (Kernquerschnitt in Hundertteilen des Ausgangsquerschnittes).

Flußstahl 0,18 vH C
a bei 900° ½ h geglüht
b bei 800° in Wasser abgeschreckt
c wie *b* und bis Einschnürbeginn gereckt
d bei 1200° im Wasser abgeschreckt

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 851 und Bd. 73 (1929) Nr. 10 S. 221.
[2]) Die in Abb. 1 dargestellten Werte sind meiner Arbeit: Der ..uch gekerbter Zugproben, Werkstoffausschuß des Vereines Deutscher ..senhüttenleute Ber. 129 (1928) entnommen.

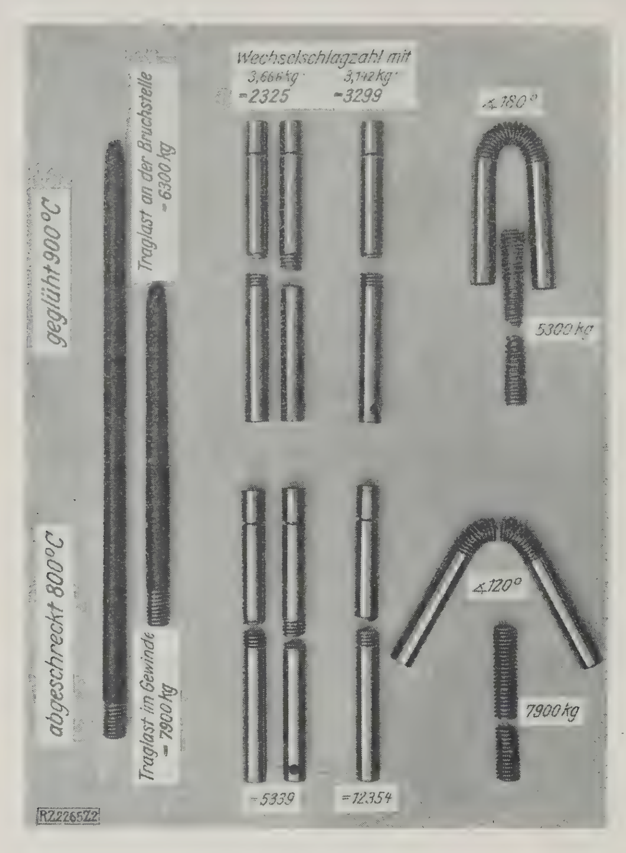


Abb. 2
Vergleichende Versuche mit geglühten und vergüteten Schrauben.

Einfluß verschiedener Vergütung

Würde man aber das Gewinde entsprechend dem Zustande *b* vergüten und den ungekerbten Teil der Zugstange glühen (Zustand *a*), so müßte nach Abb. 1 das erstrebte Ziel erreicht werden können. Denn man bekommt jetzt eine Festigkeit im Kern von 75 kg/mm² gegenüber der erforderlichen von nur 57 kg/mm², die notwendig ist, um den Querschnittsverlust im Gewinde auszugleichen. Die Überlegenheit des vergüteten Gewindes ist aber gar nicht so selbstverständlich; denn nach den bisherigen Gepflogenheiten würde man die übliche Bruchfestigkeit σ_B zur Berechnung der voraussichtlichen Tragfähigkeit zu Grunde legen und da diese nur 54 kg/mm² beträgt, würde sie nicht genügen, da ja 57 kg/mm² erforderlich sind, damit die Zugstange nicht im Gewinde reißt. Umsomehr dürfte ein wirkliches Versuchsbeispiel von Bedeutung sein, bei dem eine geglühte Zugstange mit (nach *b*) vergütetem Gewinde tatsächlich im freien Teile gerissen ist, Abb. 2. Und zwar betrug deren Traglast 6300 kg, während die für sich zerrissenen Gewinde gleicher Abmessungen trotz des um 33 vH geringeren Kernquerschnittes 7900 kg trugen. Bei Errechnu der voraussichtlichen Traglast unter Zugrundelegung d üblichen Bruchfestigkeit des vergüteten Werkstoffes wär aber nur 5650 kg im Gewinde zu erwarten gewesen, d. der Bruch wäre im Gewinde und nicht in der ungekerbt Stange aufgetreten.

Dieses Beispiel zeigt also, daß die aus den Kerbve suchen gezogenen Schlußfolgerungen unmittelbar auch a Schraubengewinde anzuwenden sind, und daß zur Bere nung der Bruchfestigkeit einer Schraube tatsächlich e höherer Wert und nicht die übliche Bruchfestigkeit σ_B e zusetzen ist. Dieser Vorteil der Kerbe — besonders d vergüteten — hat natürlich nur Bedeutung, wenn nicht bei andern Beanspruchungsarten versagt. Das z. B. bei den Vorbehandlungen *c* und *d* der Fall, bei dene trotz noch viel höherer Zugfestigkeit σ_x, Zahlentafel 1, Kerbzähigkeit zu gering ist. Die in Zahlentafel 1 an gebenen Kerbzähigkeitswerte für die vier Zustände hab nur vergleichenden Wert, da sie bei einer sonst nicht bräuchlichen, sehr scharfen Prüfung an Proben mit rin herumgehenden winkelförmigen Einkerbungen (60 ° Ke winkel) ermittelt worden sind. Die Werte sind daher in Gesamtheit verhältnismäßig klein. Die Vorbehandlungen und *b* zeigen hingegen eine sehr gute Kerbzähigkeit (bei der normalen Probenform für das 10 mkg-Pendelschla werk etwa einem Wert von 14 bis 16 mkg/cm² entsprech würde). Zugleich zeigt die Vergütung *b* eine verhältn mäßig stark gehobene Scherfestigkeit τ und in Beziehu zur Zugfestigkeit gesetzt $\left(\frac{\tau}{\sigma_B}\right)$ steigt die relative Scherfest keit bei dieser Vergütung sogar zu einem Höchstwert

Den hier gewählten vier Vorbehandlungen entsprech nun folgende Bedingungen: Zustand *a* (geglüht) ist dur die geringste Bruchfestigkeit σ_B gekennzeichnet, währe Zustand *d* (1200 ° abgeschreckt) die größte, praktisch reichbare Bruchfestigkeit σ_B aufweist. Zustand *b* erg eine mittlere Bruchfestigkeit σ_B, aber die höchste Tren festigkeit s_T unter den vergüteten, aber nicht gereckt Proben. Zustand *c* entspricht dem Zustand *b* in der Wärm behandlung, der Stahl ist aber noch gereckt worden, so d sich die Trennfestigkeit noch mehr erhöht. Durch d Vorrecken wird aber die Kerbzähigkeit verringert, wesh diese Vorbehandlung keine Vorteile verspricht. Zustand ist am sprödesten; es bleibt mithin der Zustand *b*, der höchste Trennfestigkeit, günstigste Scherfestigkeit u Kerbzähigkeit aufweist und dem geglühten Zustand da überlegen ist.

Diese durch den Höchstwert der Trennfestigkeit o besser der relativen Trennfestigkeit $\frac{s_T}{\sigma_B}$ gekennzeichn Vergütungsart, die wahrscheinlich auch bei allen ande Stählen zu ermitteln ist, wurde noch einigen weiteren P fungen unterzogen. Es ergaben, wie Zahlentafel 1 zei Wechselschlagproben mit Schraubengewinde, Abb. 2, ei bedeutende Überlegenheit der vergüteten gegenüber d geglühten Proben. Gebogene Schraubenproben zerbrach im vergüteten Zustand erst bei einem Biegewinkel von 12

Zahlentafel 1. Versuchsergebnisse der Prüfung von eingekerbten Proben und Gewindeprob aus Flußstahl mit 0,18 vH C (vergl. Abb. 1 und 2)

Werkstoff	Bezeichnung der Vorbehandlung (s. Abb. 1)	Zugversuch: Bruchfestigkeit σ_B kg/mm²	Zugversuch: Querschnittsverminderung bei Einschnürbeginn ψ_B vH	Zugversuch: Brucheinschnürung ψ vH	Scherfestigkeit τ kg/mm²	Scherfestigkeit $\frac{\tau}{\sigma_B}$	Biegeprobe: Biegewinkel β Grad	Kerbzugversuche: Trennfestigkeit s_T kg/mm²	Kerbzugversuche: Trennfestigkeit $\frac{s_T}{\sigma_B}$	Kerbzugversuche: Bruchfestigkeit im Kern von f_r = 66 vH σ_x kg/mm²	Kerbzähigkeit A_K mkg/cm²	Wechselschlagzahl bei einem Gewic von 3,142 kg	Wechselschlagzahl … 3,66 kg
Flußstahl I für Kerbproben	*a*	38	19,1	63,5	32	0,84	—	72	1,90	49	7,0	—	—
	b	54	8,6	62,0	49	0,91	—	117	2,16	75	7,3	—	—
	c	59	0	58,4	47	0,80	—	154	2,60	91	4,0	—	—
	d	78	1,2	6,0	56	0,72	—	98	1,25	86	2,2	—	—
Flußstahl II für Gewindeproben	*a*	36	—	—	—	—	180° nicht gebrochen	—	—	47	—	3 299	2 3
	b	51	—	—	—	—	120° gebrochen	—	—	70	—	12 354	5 3

.. auch diese Prüfung ergab einen sehr guten Sicher-
-grad, da eine Schraube auf große plastische Biegun-
nicht beansprucht wird. Die geglühte Probe ließ sich
·dings bis 180 ° umbiegen, ohne zu brechen.

Während also die vergüteten Schrauben den geglühten der Prüfung auf Zugfestigkeit, Scherfestigkeit, Schlag-
ıspruchung und Ermüdung überlegen waren, ergab nur technologische Biegeprobe einen geringeren Wert für vergütete Probe. Es ist aber dieser scheinbaren kri-
hen Prüfungsart nicht die hohe Bedeutung für die Pra- beizulegen, wie z. B. der Kerbzähigkeits- und Wechsel-
agprüfung. Die Biegeprobe ist nur eine Prüfung auf nbarkeit, wobei Kräfte nicht gemessen werden und in er Beziehung ist die geglühte Probe der vergüteten über-
n[3]). Da aber ein Biegewinkel von 120 ° für die ver-
ᵹte Schraube einen bei weitem genügenden Sicherheits-
d darstellt, so dürfen hier die Kerbzähigkeits- und chselschlagproben den Ausschlag für die Beurteilung der e geben. Eine große Dehnbarkeit braucht außerdem chaus nicht die Grundbedingung für eine gute Festig-
. bei schlagartiger Beanspruchung zu sein. Hierfür ielt die Trennfestigkeit eine ausschlaggebende Rolle.

Bedeutung der Trennfestigkeit

Die Trennfestigkeit ist ja die Bruchfestigkeit, die auch ei verformungsfähiger Stoff aufweisen würde, falls ihm die Möglichkeit genommen wird, sich bei seiner Beanspruchung zu verformen. Bei schlagartiger Beanspruchung steigen die Widerstände schon bei geringen Verformungen sehr schnell an und können die jeweilige Trennfestigkeit erreichen. Bei statischer Beanspruchung einer gekerbten Probe steigen die Widerstände infolge des räumlichen Spannungszustandes ebenfalls bei geringer Verformung sehr schnell an und erreichen dadurch bald die jeweilige Trennfestigkeit, wodurch der Bruch eintritt.

Für die statische und die dynamische Bewertung der Schraube ist also in gleicher Weise die Trennfestigkeit von großer Wichtigkeit, und die günstigste Vergütung entspricht der höchsten relativen Trennfestigkeit. Der Vorteil der statischen Zugbeanspruchung ist dann bei gleichzeitiger größter Kerbzähigkeit erheblich. Gegenüber der Bruchfestigkeit des ausgeglühten Flußstahles von $\sigma_B = 36\ \text{kg/mm}^2$ beträgt die Festigkeit im Kern einer bei 800 ° abgeschreckten Schraube infolge der sich summierenden Wirkung von Vergütung und Kerbwirkung 100 vH mehr, nämlich 70 kg/mm².

[3]) Wenn auch die Brucheinschnürung bei beiden Zuständen etwa gleich groß gefunden wurde, so beträgt doch die Gleichmaßdehnung, d. die bei Beginn der Einschnürung gemessene Querschnittsverminderung bei der geglühten Probe mehr als das doppelte als bei der vergüteten.

Zusammenfassung

Es wird die bei eingekerbten Proben gefundene günstige Zugfestigkeit im Kernquerschnitt auch bei der Prüfung von Schraubenbolzen bestätigt gefunden. Die vorteilhafte Kerbwirkung läßt sich bei sachgemäß ausgeführter Vergütung noch vermehren. Die günstigste Vergütung entspricht dem höchsten durch Vergütung zu erreichenden Quotienten: Trennfestigkeit/Bruchfestigkeit. Diese Vergütung bewirkt zugleich eine Erhöhung der Scherfestigkeit, Kerbzähigkeit und der an Schrauben ermittelten Wechselschlagzahl. [B 2265]

Härteprüfungen in der Fließarbeit

Die zahlreichen Verfahren der Werkstoffprüfung sind in vlen Fällen den Anforderungen neuzeitlicher Fertigungsverfahren, insbesondere bei Massenfertigung, nicht mehr gewchsen. Neben der Forderung nach einem zweckmäßigen Prüfverfahren ist man bestrebt, die bisher erreichte Genauigkeit erheblich zu steigern.

Die Beschaffung einer Zerreißmaschine bedingt erhebliche Kosten, wobei das Prüfverfahren noch recht umständlich, zeitraubend und daher teuer ist. Beachtenswert ist dab, daß das eigentliche Werkstück gar nicht geprüft werden kan, sondern nur eine dem Ausgangswerkstoff entnommene Probe, die in vielen Fällen während des Versuches zerstört wird. Geeigneter zur Prüfung eines Werkstoffes ist daher die Härteprüfung, nicht nur wegen der viel geringeren Kosten in der Beschaffung, sondern auch vor allen Dingen wegen der Möglichkeit, sie in die Fließarbeit einzugliedern. Die Durchführung dieses Versuches scheiterte aber in den meisten Fällen mangels geeigneter Prüfmaschinen.

Um die sich aus dem Brinellverfahren ergebenden Unbequemlichkeiten zu vermeiden, ist man neuerdings allgemein zum Differenzmeßverfahren übergegangen. Nach diesem Verfahren arbeitet der Härteprüfer von *Gerber*[1]), Abb. 1. Der Eindruckkörper ist austauschbar, so daß entweder mit einer Kugel oder einer Diamantspitze geprüft werden kann.

Die Probe *a*, Abb. 1, wird auf die Prüfauflage *c* gelegt und mittels eines Griffrades *d* hochgeschraubt, bis das Prüfstück gegen den Eindruckkörper *b* stößt. Dieser wird unter Messung der Druckfeder *e* angehoben und das Anzeigegerät (das eine einstellbare Skala trägt, in Nullstellung gebracht. Die auf den Prüfkörper wirkende Last entspricht bei angehobenem Hebel *g* nur der Last des Stempelteils *h* und der zusätzlichen Federkraftwirkung. Wird nach dieser Vorbelastung der Hebel *g* langsam gesenkt, dann wird die Hauptlast durch den Teil *i* unter Wirkung des gewichtbelasteten Gewichtshebels *k* auf Teil *h* gebracht, und der Eindruckkörper *b* dringt in den Prüfkörper *a* ein. Entfernt man durch Wiederanheben des Hebels *g* die Hauptlast, so gibt das Anzeigegerät an, wieviel sich der Stempelteil *h* durch die Belastung gesenkt hat, d. h. wie tief der Eindruckkörper *b* in das Prüfstück von der Nullage unter der Vorlast aus eingedrungen ist. Die verwendeten Hauptlasten lassen sich ganz verschieden dadurch wählen, daß ein Gewicht oder mehrere gleichzeitig mit der Gabel *l* angehoben werden.

Infolge der Gewichtsbelastung ist die Messung sehr genau. Die Prüfmaschine ist außerordentlich kräftig gebaut und eignet sich daher nicht nur für das Laboratorium, sondern auch für den Werkstattbetrieb. Ein ungelernter Arbeiter kann den Härteprüfer bedienen, ohne daß das Meßergebnis hierdurch beeinflußt wird. Die am Kopf der Maschine angebrachte Meßuhr zeigt jeweils die Eindrucktiefe an. Die Eindrucktiefe und damit die Härtezahl wird also unmittelbar abgelesen. Das Zifferblatt trägt ferner zwei einstellbare Marken, die so gestellt werden können, daß der den Härteprüfer Bedienende mechanisch alle jene Stücke aussondern kann, die nicht in den Bereich der vorgeschriebenen Härtegrenze fallen. Der Prüfvorgang spielt sich in so denkbar kurzer Zeit ab, daß man die Härteprüfung in die Fließarbeit eingliedern kann. [M 2576]

Düsseldorf. Dr.-Ing. *Schaudt.*

Abb. 1
Härteprüfer von *Gerber.*

a Probe
b Eindruckkörper
c Prüfauflage
d Griffrad
e Druckfeder
f Anzeigegerät
g Belastungshebel
h innerer Stempelteil
i äußerer "
k Gewichtshebel
l Gabel

[1]) Hersteller Dr.-Ing. *G. Gerber*, Düsseldorf, Hansahaus.

RUNDSCHAU

Unterricht

Neue Technische Hochschulen?

Denkschrift des Vereines deutscher Ingenieure

Es ist noch nicht allzu lange her, daß ein hervorragender Pädagoge das Wort von der Verschulung Deutschlands prägte. Dieser Begriff findet seinen stärksten Ausdruck in dem sogenannten Berechtigungswesen, das mit wirklicher Bildung nicht viel zu tun und sich allmählich zu einer ernsthaften Gefahr für die geistige und kulturelle Entwicklung unseres Volkes ausgewachsen hat. Die geplante Neuerrichtung Technischer Hochschulen — nur ein Schritt weiter in dieser Richtung — gibt deshalb dem Verein deutscher Ingenieure Veranlassung, sich in einer Denkschrift zu der Frage zu äußern, ob solche Neugründungen notwendig sind.

Die Überfüllung der höheren Schulen und damit der Zudrang zu den Universitäten und Technischen und andern Hochschulen sind genugsam bekannt und haben ihre Ursache in den vielfach überspannten Forderungen der Praxis. Ein Anhang zur Denkschrift bringt Zahlen und graphische Darstellungen, die zeigen, in welch erschreckendem Maße die Überschätzung der gelehrten Berufe zugenommen hat. Abb. 1 zeigt einen Vergleich der Zahl der Studierenden der Technischen Hochschule vom Sommersemester 1911 bis zum Sommersemester 1928, und zwar nach den Fachrichtungen gegliedert; die Gesamtzahl der Studierenden ist von rd. 10 000 auf rd. 20 000 gestiegen.

Es liegt im Wesen der heutigen Zeit, daß sich gerade Technik und Industrie bei der Berufswahl unsrer Jugend einer großen Beliebtheit erfreuen, und hier sind es vor allem die Abteilungen Maschinenbau und Elektrotechnik, die einen starken Anreiz ausüben. Man darf nicht verschweigen, daß die heutige Jugend Ideale nicht eben hoch bewertet, und daß es weniger die Liebe zur Wissenschaft ist, die sie zu den Hochschulen zieht, als der Vorteil, den sie mit der akademischen Laufbahn verbunden glaubt. Hinzu kommt die gänzlich falsche Vorstellung, die die Studierenden oft von der Aufnahmefähigkeit der Industrie haben. Auf eine freie Stelle gehen vielfach über 100 Angebote ein, und von den öffentlichen Wirtschaftsbetrieben, die für die Aufnah von Ingenieuren in Frage kommen, können beispielswe Reichsbahn und Reichspost in den nächsten 6 bis 10 Jahr nicht mehr als höchstens je 30 Diplomingenieure einstell

Das Überangebot der von den Hochschulen Kommend führt natürlich dazu, daß viele akademisch gebildete In nieure Stellungen annehmen, die in keinem Verhä nis zu ihrer Vorbildung und zu dem Aufwand stehen, d ihre Berufsausbildung erfordert hat. Durch eine Rundfra bei maßgeblichen Persönlichkeiten der Wirtschaft hat d Vorstand des Vereines deutscher Ingenieure versucht, Unte lagen darüber zu gewinnen, ob die Gründung von neu Technischen Hochschulen erwünscht ist. Die Antwort lehnen die Neuerrichtung ausnahmslos ab und lassen kl erkennen, daß der Zudrang zu den Technischen Hochschul nicht auf den wirklichen Bedarf an Diplomingenieuren, so dern nur auf die ungesunde Überschätzung der akademisch Bildung zurückgeführt werden muß.

Die vielen Warnungen, an denen es bisher nicht gefel hat, werden voraussichtlich zur Verminderung der Zahl d Studierenden beitragen. Ferner läßt der Verlauf der G burtenkurve, Abb. 2, vermuten, daß sich der Geburtent

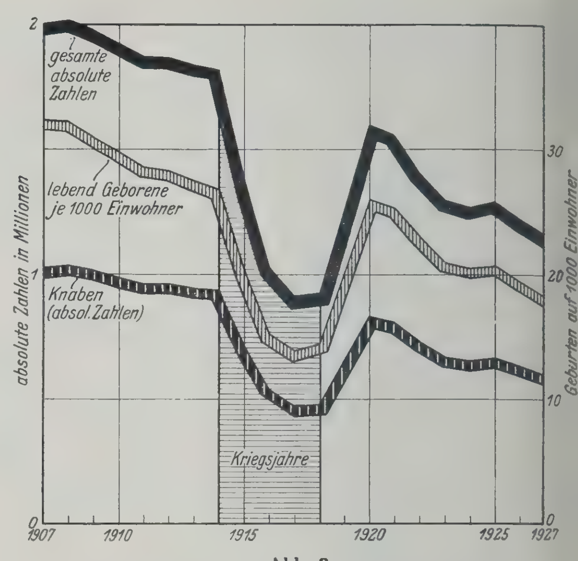


Abb. 2
Die Geburtenzahlen in Deutschland 1907 bis 1927.
(Für 1927 sind die Zahlen noch nicht endgültig.)

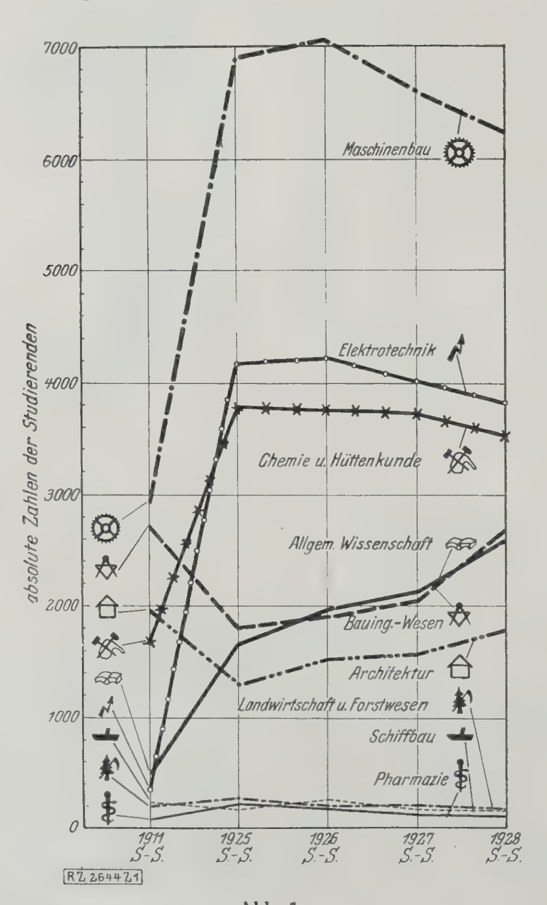


Abb. 1
Zahl der Studierenden der Technischen Hochschule nach Fachrichtungen von 1911 bis 1928.

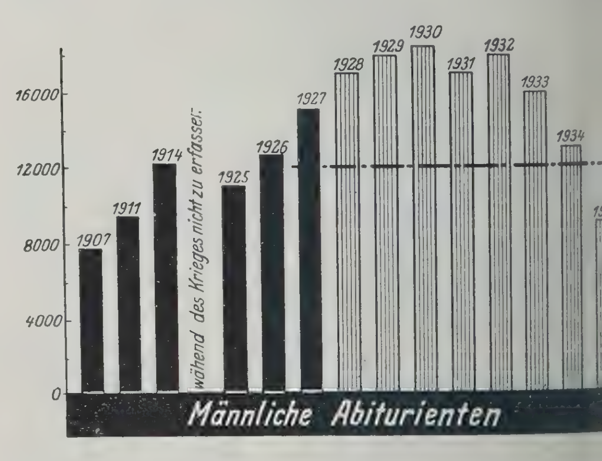




Abb. 3 und 4
Zahl der männlichen und der weiblichen Abiturienten in Preussen
(Für die Jahre von 1928 ab sind die Zahlen auf Grund des Besuche der einzelnen Schulklassen geschätzt.)

…nd der Kriegszeit und der letzten Jahre vom Jahre 1933 … im Besuch der Technischen Hochschulen auswirken wird. …s Abb. 3 und 4 geht hervor, wieviel Abiturienten in den …nzelnen Jahren die höheren Schulen verlassen haben und …hätzungsweise verlassen werden.

Alle diese Erwägungen machen es zur Pflicht,

vor der Neuerrichtung von Technischen Hochschulen zu warnen.

Es ist zudem bekannt, daß eine neue Hochschule nie…als voll zur Entlastung der bestehenden beiträgt, da von …n Studierenden 40 bis 50 vH der Hochschulstadt oder deren …herer Umgebung entstammen. Die Möglichkeit, durch den …usbau geeigneter Fakultäten an einigen Universitäten der …berfüllung zu steuern, wird aus demselben Grunde nicht …n gewünschten Erfolg haben, so sehr an sich eine Ver…ndung von Universität und Technischer Hochschule zu ge…einsamer Arbeit zu begrüßen wäre. Der Vorstand des …reines deutscher Ingenieure hält es für dringend ge…ten, alle die Mittel, die für die Ausbildung der Inge…eure bereitgestellt werden müssen, für den Ausbau der …reits vorhandenen Hochschulen und ihre Anpassung an … Forderungen der technischen Forschung zusammenzu…ssen. Die Denkschrift schließt mit der an die Führer der …chnik und Industrie gerichteten Bitte, sich dafür ein…usetzen, daß die schweren Schäden, die …ch durch die Überspannung des Berech…tgungswesens heute schon zeigen, zurück…dämmt werden. [N 2644] *Stg.*

Lichttechnik

…oderne Lichttechnik in Wissenschaft und Praxis

Auf der vorjährigen Jahresversammlung der Deutschen …leuchtungstechnischen Gesellschaft war der zweite Ver…ndlungstag der Frage der „lichttechnischen Belehrung …urch praktische Darbietungen" gewidmet[1]).

Die Wahl dieses Themas als Hauptverhandlungspunkt …eß den augenblicklichen Entwicklungsstand der Lichttech…k und das Einzigartige dieses Wissenszweiges deutlich …kennen. Die breite und auf z. T. völlig neuen Wegen …ch vollziehende Weiterentwicklung der Lichttechnik … den letzten Jahren kann bei dem Wesen dieses Wissens…eiges nur dann praktische Erfolge zeitigen, wenn die ge…onnenen Erkenntnisse Allgemeingut des Lichtverbrauchers …eworden sind, d. h. wenn wir alle in die Lage versetzt …erden, praktische Lichtwirtschaft zu treiben. Die Vor…hrungsräume, die schon bald nach der erfolgten Eröff…ung des Berliner Lichthauses im Jahre 1925 in verschie…nen Städten errichtet wurden, dienen diesem Zweck; auch …oße Ausstellungen haben sich in den Dienst dieser Auf…abe gestellt.

In der Lichttechnik ist die Erkenntnis, daß die prak…sche Belehrung weiter Kreise unbedingt notwendig ist, …st in den letzten Jahren durchgedrungen. Bis in das …anzigste Jahrhundert war das Streben der Lichttechnik … wesentlichen auf die Schaffung und Ausgestaltung neuer …ichtquellen gerichtet, es wurde eine reine „Leuchttechnik" …trieben. Die Steigerung der Lichtausbeute und damit …r Leuchtdichte stellte infolge der immer größer werdenden …efahr der Blendung und der Erkenntnis der physio…gischen Grundlagen des Sehens immer eindringlicher die …orderung, das erzeugte Licht zu lenken und den verschie…nen Bedürfnissen gemäß umzuformen; es entwickelte sich …e „Beleuchtungstechnik". Die Frage schließlich, wieweit …e Anwendung künstlichen Lichtes wirtschaftlich gerecht…rtigt ist, und die Erkenntnis, daß die Anschaffung und …r Betrieb der Lichtquellen nicht nur Geld kosten, sondern …aß das Licht auch Geldwerte schafft, führten schließlich zur …ichtwirtschaft", um die Lichtanwendung den mannigfal…gen Verbrauchsformen und Verwendungsarten entspre…end nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu gestalten.

Im Rahmen dieser „lichttechnischen Belehrung" ist all…meine Aufklärung nicht nur der Fachleute aller Grade, …ndern auch der großen Schar aller Lichtbenutzer not…endig. Deshalb hat die Beleuchtungstechnische Gesell…haft zu ihrer diesjährigen Jahresversammlung das erste …ichttechnische Heft" herausgebracht, das unter dem Titel …Moderne Lichttechnik in Wissenschaft und Praxis" von …m verdienstvollen Leiter des ersten und bisher einzigen …chttechnischen Hochschulinstituts, Prof. Dr. *J. Teichmüller*, …arlsruhe, bearbeitet worden ist. Er hat sich als Richt…hnur für dieses Büchlein die Einteilung gewählt, die er … Z. der lichttechnischen Abteilung auf der „Großen Aus…ellung für Gesundheitspflege, soziale Fürsorge und Leibes…bungen 1926 (Gesolei)" in Düsseldorf zugrunde gelegt …atte. Die Lichttechnik dankt ihm und der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, daß auf diese Weise die umfassenden Lehrmittel, die damals zusammengetragen waren und einen klaren Überblick über das gesamte Gebiet der Lichttechnik boten, nunmehr im Schrifttum festgehalten worden ist.

Man kann den Inhalt des Büchleins als einen Rundgang durch die lichttechnische Ausstellung der „Gesolei" auffassen. Die beiden Hauptabschnitte zeigen am besten den systematischen Aufbau der damaligen Arbeit. Nach einer kurzen Einleitung, in der „die Bedeutung von Vorführungen für die Belehrung in der Lichttechnik" auseinandergesetzt wird und in der „der Grundgedanke der lichttechnischen Ausstellung und ihr Grundriß" gegeben werden, werden im ersten Hauptabschnitt die „Grundlagen der Lichttechnik" behandelt; diese lassen sich in physikalische, physiologische und technische Grundlagen unterteilen. Die Natur des Lichtes als elektromagnetische Schwingung bestimmter Wellenlängen bildet den Ausgangspunkt; auf Grund der Eigenschaften des maximalen Temperaturstrahlers, des absolut schwarzen Körpers, werden die optischen Strahlungsgesetze entwickelt. Hieran schließt sich die Besprechung der photometrischen Grundgrößen unter besonderer Berücksichtigung der allgemein verständlichen Darstellungsmöglichkeiten für Lichtstrom, Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte an. Den Abschluß dieses ersten Unterabschnittes bildet die geschichtliche Entwicklung der Lichtquellen.

Im zweiten Teil dieses Abschnittes werden die physiologischen Grundlagen der Lichttechnik behandelt. Die Anatomie des Auges, des menschlichen Empfängers für das Licht, führt zur Betrachtung der Helligkeitsempfindung als der unmittelbarsten und ursprünglichsten Gesichtsempfindung. Hierbei führt die Eigenschaft des Auges, Helligkeitsunterschiede zu empfinden, zur Besprechung des Begriffes der Formenunterscheidungsfähigkeit[2]). Ein besonderer Abschnitt ist der Blendung gewidmet als der physiologisch-optischen Erscheinung, die für die Lichttechnik von größter Bedeutung ist, da sie u. U. den mit lichttechnischen Mitteln erstrebten und erreichten Erfolg wieder ganz oder teilweise zunichte machen kann. Eine eingehende Betrachtung über Farbempfindung schließt dieses Kapitel.

Von den technischen Grundlagen werden die Gestaltung der Geleuchte und die Hauptarten der verschiedenen Geleuchte beschrieben, besonders der Einfluß der Leuchtpunktstellung auf die Lichtverteilung. Sodann wird die Bedeutung der Wandreflexion für die Raumbeleuchtung, der Einfluß des Wand- und Deckenanstriches auseinandergesetzt, wobei auch besonders auf die Frage der Abnahme der Beleuchtungsstärke infolge der Verstaubung eingegangen wird. Geleuchte, Decken und Wände bilden für die Beleuchtung eines Innenraumes eine Einheit. Eine aufmerksame Betrachtung von Raummodellen, besonders wenn sie durch Ausstattung mit kleinen Möbeln einem Wohnraum ähnlich gemacht werden, und die Beurteilung ihrer Beleuchtung wecken ein Gefühl dafür, daß die Beleuchtung nicht nur ihrer Stärke nach, sondern „ihrem Charakter nach" ganz verschieden sein kann. „Neben den Begriff der Beleuchtungsstärke stellt sich der Begriff der Beleuchtungsgüte und ordnet sich dem ersteren über." Aufs engste mit dem Begriff Beleuchtungsgüte ist der der Farbigkeit der Beleuchtung verknüpft, auf den in einem besonderen Kapitel eingegangen wird. Ein kurzer Hinweis auf das Gebiet der Lichtmessung und einige grundlegende Betrachtungen über Verwendung des natürlichen und künstlichen Tageslichtes vervollständigen schließlich diesen Abschnitt.

An diesen ersten Hauptabschnitt über die Grundlage der Lichttechnik schließt sich der zweite über „angewandte Lichttechnik", in dem das Licht als Werkzeug, im Verkehr und in der Kunst behandelt wird. Die ausschlaggebende Bedeutung, die dem Licht bei der Verrichtung jeglicher Arbeit zukommt, wird an zahlreichen Beispielen gezeigt, die Frage der Straßen- und Verkehrsbeleuchtung, die Beleuchtung von Gleisfeldern, Gestaltung und Beleuchtung von Treppen grundlegend behandelt. Daß aber das Licht nicht nur einem Gebrauchszweck dient, nicht nur Werkzeug ist oder dazu beiträgt, daß der Verkehr sich reibungslos abspielen kann, zeigen die Kapitel über Stimmungsbeleuchtung und Lichtarchitektur, die unter der Überschrift „Das Licht in der Kunst" allgemein alles Licht behandeln, bei dem es ganz oder z. T. auf ästhetische Wirkungen ankommt. Bühnen- und Schaufensterbeleuchtung, die Beleuchtung des Heims und schließlich die Beleuchtung von Kunstwerken werden in diesem letzten Kapitel erörtert, das durch einige Betrachtungen über die ornamentalen Wirkungen des Lichtes, die so mannigfaltig und bedeutungsvoll sind, daß man direkt von einer „Lichtarchitektur" sprechen kann, abgeschlossen werden. „Auch der Gedanke, daß Licht auf seiner ästhetischen Höhe mit dem künstlerisch gebildeten Klange ver-

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 1304.

[2]) Über die Grundempfindungen des Auges: Unterschiedsempfindlichkeit, Formenempfindlichkeit und Empfindungszeit, vergl. *L. Schneider*, „Licht und Lampe" Bd. 16 (1927) S. 408 u. f.

einigt werden kann, und man auf diese Weise zu einer Farblichtmusik gelangt“, ist entsprechend dem Aufbau des ganzen Heftes nicht vergessen worden.

Wer an der Hand dieses Führers die lichttechnische Ausstellung der „Gesolei“ im Geiste durchwandert, bekommt einen Begriff von der Bedeutung und dem Wesen der modernen Lichttechnik in Wissenschaft und Praxis. Man kann daher diesem ersten lichttechnischen Heft der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, das auf dem knappen Raum von rd. 120 Seiten in anschaulicher Weise einen guten Über blick über das Gesamtgebiet der Lichttechnik gibt, nu weiteste Verbreitung wünschen, zumal es durch die groß Zahl der Abbildungen der verschiedenen auf der „Gesolei gezeigten Demonstrationsmöglichkeiten ganz besonders wer voll ist. Mit großen Erwartungen sieht man nach diese Auftakt den weiteren lichttechnischen Heften der Deutsche Beleuchtungstechnischen Gesellschaft entgegen. [N 2123]

Berlin Dr. *W. Köhler*

Aus dem Ausland

Wasserbau

Ergebnisse der Versuchssperrmauer am Stevenson-Creek in Kalifornien

Die Engineering Foundation, eine Gründung der American Society of Civil Engineers und einer Reihe anderer namhafter und einflußreicher Vereinigungen von Ingenieuren verschiedener Fachrichtung zur Förderung der Forschungsarbeit auf ingenieurtechnischem Gebiet, hat vor etwa sechs Jahren einen Ausschuß eingesetzt[1]), mit der Aufgabe, die bisher noch wenig geklärten Fragen der Standfähigkeitsbedingungen und des Verhaltens der in Nordamerika vielfach ausgeführten, aus einem einzigen dünnen, zwischen den Talhängen als Widerlagern eingespannten Gewölbe gebildeten, bogenförmigen Sperrmauern eingehend zu untersuchen. Nachdem in letzter Zeit in einzelnen Zeitschriften bereits über Teilfragen berichtet worden ist, hat nunmehr die Engineering Foundation ihren ersten zusammenfassenden Bericht herausgegeben[2]). Der Bericht wird bei allen Ingenieuren, die sich mit Talsperrenbau befassen, größtes Interesse finden, ganz besonders auch bei den deutschen, die der wissenschaftlichen Forschungstätigkeit auch auf diesem Gebiet ganz besondere Bedeutung beimessen, leider aber nicht die großen Mittel zur Verfügung haben, die das reiche Amerika aufwenden kann und in diesem Falle für die Herstellung eines Sperrdammes mit wirklichen Abmessungen lediglich für Versuchszwecke aufgewendet hat.

Dammbau und Baustoffuntersuchungen

Die Höhe des Dammes beträgt rund 18 m[3]). Er soll später auf 30 m erhöht werden. Die Mauer ist von der Krone an bis auf 9 m Höhe über der Sohle 0,6 m dick, in dem unteren Teil nimmt sie nach einem Kreisbogen bis auf 2,3 m Dicke zu. Die wasserseitige Wand hat einen Halbmesser von rd. 30,5 m und ist senkrecht, damit der Wasserdruck überall wagerecht in der Richtung des Halbmessers wirkt. Es wurde besonderer Wert auf genaue Innehaltung der vorgesehenen Abmessungen beim Felsaushub und bei Herstellung des Dammkörpers sowie auf größte Gleichmäßigkeit in der Festigkeit des Betons und in der Behandlung des fertigen Bauwerks gelegt, um möglichst zuverlässige Meßergebnisse zu bekommen.

Der Felsaushub war am 20. Januar 1926 vollendet, mit dem Betonieren wurde am 19. April begonnen. Der Beton wurde in Schichten von 1,5 m Höhe durch Gießen zwischen Schalungen in Zeitabständen von 3 bis 4 Tagen eingebracht, so daß der Damm bis zur Höhe von 18,30 m am 4. Juni 1926 fertiggestellt war. Der Zusammensetzung des Betons, besonders auch dem Wasserzusatz, wurde besondere Sorgfalt gewidmet. Als Zuschlagstoffe wurde gebrochener Granit in drei Arten verwendet. Die Korngrößen der drei Arten waren dadurch gekennzeichnet, daß die erste Art durch ein Sieb mit runden Löchern von 50 mm Dmr. hindurchfiel und durch ein Sieb mit Löchern von 25 mm Dmr. zurückgehalten wurde, die zweite bei einer Lochgröße des Siebes von 25 mm hindurchfiel und durch ein Sieb mit 10 mm Lochgröße zurückgehalten wurde, und die dritte aus dem bestand, was durch das letzte Sieb hindurchfiel.

Die Untersuchungen am Versuchsdamm sind dazu bestimmt, einwandfreie Versuchsergebnisse und Erkenntnisse an einfachen Bogendämmen oder an Dämmen zu gewinnen, die in viele Bogen aufgelöst sind. Hieraus sollen Konstruktion und Berechnung, die bisher auf Annahmen, allgemeiner Kenntnis von Baustoffen und Bauwerken und Erfahrungen mit einer wachsenden Zahl von Dämmen verschiedener Gestalt und Größe beruhten, eine zuverlässige Grundlage erhalten. Zu diesem Zweck hat man Messungen mit Instrumenten, die während des Baues angebracht worden sind, vorgenommen, die möglichst umfassend und unmittelbar über Dehnungen, Ausbiegungen, Temperatureinwirkungen am Damm bei leerem Becken, Schwinderscheinungen u. a. Aufschluß geben sollten. Weiter ist der Damm durch Füllen des Beckens mit Wasser verschiedenen Belastungsbedingungen unterworfen worden. Daneben hat man an de Dammbaustelle wie auch gleichzeitig in der Materia prüfanstalt der Universität von Kalifornien, Untersuchun gen zur Bestimmung der Gütegrade und physikalische Eigenschaften von Zuschlagstoffen sowie der Festigkeit un des Elastizitätsmoduls von Betonproben in verschiedene Altersstufen durchgeführt. Schließlich sind Vergleichsve suche mit Modellen des Stevenson Creek-Dammes und a deren Dämmen an der Universität von Colorado und m einem kleinen Zelluloidmodell an der Princeton Universitä gemacht worden.

Zum Bestimmen der Abmessungen des Versuchsdamme hat man eine gleichzeitige Einspannungs- und Bogenwi kung angenommen. Den Damm hat man in eine Reihe vo senkrecht eingespannten Balken und wagerechten Boge ringen zerlegt gedacht und die Verteilung der Wasserdruck belastung auf beide Reihen, teilweise graphisch, dera bestimmt, daß die Durchbiegungen der beiden Reihen nahez die gleichen waren.

Messungen

Die Messungen lassen sich in vier Hauptgruppen teile Ausbiegungen, Dehnungen, Änderung der Breite von Risse und Temperaturänderungen. Im allgemeinen hat ma während der Ausführung einmal die mit dem Abbinden de Betons verbundenen Temperaturänderungen sowie die en sprechenden Dehnungen im Beton und ferner die Ausbi gungen des Dammes genau beobachtet und dann währen der Erhärtungszeit den Einfluß von Temperatur- und Feuc tigkeitsänderungen auf die Ausbiegungen und Dehnunge gemessen. Zunächst hat man die Messungen zu verschi denen Tageszeiten ausgeführt, bald aber sind sie, als sic zeigte, daß während des Tages der Wechsel zwischen Sonne bestrahlung und Beschattung des Dammes schon bei wenig Minuten auseinanderliegenden Messungen zu große Abwe chungen verursachte, nur noch bei Nacht, gewöhnlich zw schen 24 und 8 h vorgenommen worden.

Meßgeräte

Man hat folgende Meßgeräte benutzt: Dehnungsmesse elektrische Fernmesser, Biegungsmesser, Klinomete Wasserwage und Widerstandsmikrometer.

Nach einem eingehenden Studium von Dehnungsmesser wurde ein Instrument benutzt, das eine Abänderung d von *Berry* angegebenen darstellt. Als Meßlänge wurde 254 mm festgesetzt, da sich ergab, daß der Vorteil eine größeren Länge durch die schwierigere Handhabung übe wogen wurde. Die endgültige Konstruktion von *Binckle* zeigen Abb. 5 und 6.

Der elektrische Fernmesser dient zur Messung mikr skopischer Längen- und Temperaturänderungen mitte Änderung elektrischer Widerstände, Abb. 7[4]). Er beru darauf, daß, wenn eine Säule von Kohlenplatten unter Druc gehalten wird, eine Druckänderung von einer Änderun des elektrischen Widerstandes begleitet ist. Im ganze waren 140 Fernmesser in den Damm eingebaut worden. D von versagten sechs während der Zeit des Baues, des E härtens und der Probebelastung aus unbekannter Ursach wahrscheinlich wegen eingedrungener Feuchtigkeit.

Der Biegungsmesser mißt die Änderung der Mitte ordinate eines Bogens von 1016 mm Länge in der Bi gungslinie eines wagerechten Ringes des Dammes, we sich das Biegungsmoment eines Teiles wie seine Krüm mung verhält, Abb. 8 bis 11.

Mit dem Neigungsmesser hat man die Ausbiegunge des Dammes gemessen. Dies ist ein senkrechter Stab vo 1524 mm Länge mit einer Wasserwage für die lotrechte Lag ferner mit einer Vorrichtung, die dem unteren Ende d Stabes im Verhältnis zum Damm die gleiche Lage gib schließlich mit einem Mikrometer am oberen Ende, um d Abweichungen von der Lotrechten zu messen, Abb. 12 b 15. Auf diese Weise wurden Messungen von der Krone b zum Fuß des Dammes gewonnen. Die Wasserwage war daz bestimmt, die Änderung in der Neigung der Felssohle un

[1]) Z. Bd. 68 (1924) S. 701.
[2]) Proc. of the Am Soc. of Civ. Eng. Bd. 54 (Mai 1928) Teil 3.
[3]) Z. Bd. 70 (1926) S. 644 Abb. 15 bis 17.
[4]) Beschreibung in Technologic Paper 247 National Bureau Standards.

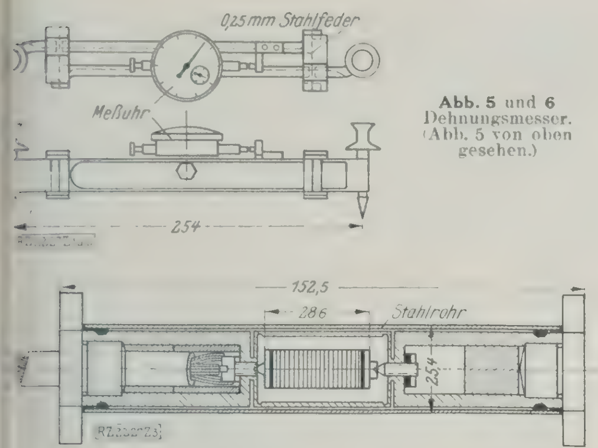


Abb. 5 und 6 Dehnungsmesser. (Abb. 5 von oben gesehen.)

Abb. 7. Elektrischer Fernmesser.

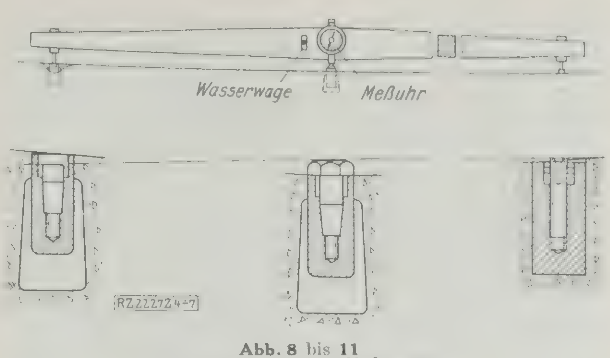


Abb. 8 bis 11 Biegungsmesser und Meßpunkte.

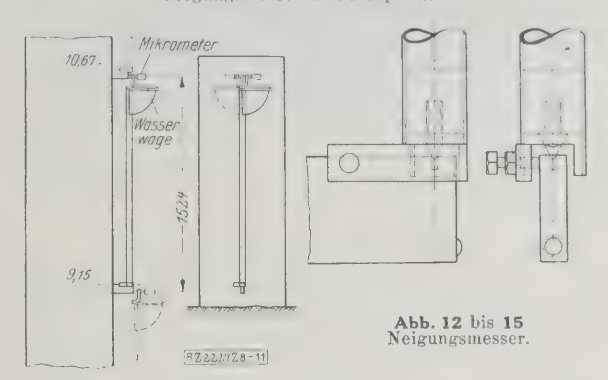


Abb. 12 bis 15 Neigungsmesser.

..n unteren Teile des Dammes zu bestimmen. Alle Meß-..räte wurden dauernd mit Normalgeräten verglichen, die ..hler behoben und durch entsprechende Meßverfahren die ..obachtungsfehler möglichst verringert.

Abb. 16 bis 19 zeigen die Meßergebnisse für eine ..sserdruckhöhe von 18,3 m. Aus den Messungen der ..rchbiegungen und Dehnungen infolge der Temperatur-..derung und der Wasserdruckbelastung sind die Biegungs-..mente und Belastungen der wagerechten Bogenringe und ..r senkrechten eingespannten Balken durch Integration ..er Differentiation ermittelt und mit den bei Berechnung ..s Versuchsdammes benutzten Werten verglichen worden.

Ergebnisse

Der ausgeführte Damm stimmte in seinen Abmessun-..n sehr genau mit dem Entwurf überein, besonders gilt ..s hinsichtlich der Krümmung und Dicke des Dammes so-..e der Neigung und Regelmäßigkeit der Widerlager-..chen. Gleichmäßigkeit und Festigkeit des Betons waren ..friedenstellend. Die Festigkeit nach 28 Tagen war im ..urchschnitt etwa 10 vH größer als die vorgesehene von ..5 kg/cm². Nach drei Monaten betrug sie etwa 195 kg/cm². ..ährend des Zeitraumes der Erhärtung verliefen die aus ..r Temperatur berechneten Dehnungen in ähnlicher Weise ..e die gemessenen senkrechten Dehnungen in den Damm-..hen von 9,18 m und 12,2 m. Bei 15,2 m Höhe näherten ..h die berechneten Temperaturdehnungen mehr den ge-..essenen wagerechten Dehnungen. Das Austrocknen des ..mmes war im allgemeinen von einer Temperaturerhöhung ..gleitet und ein großer Teil der Dehnungen trat infolge ..mperaturänderungen allein auf.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen eine gute ..bereinstimmung zwischen den beobachteten Durchbiegungen und den mittels der Cain-Formel aus den entsprechenden Temperaturänderungen berechneten Ausbiegungen. Die Übereinstimmung war am besten, wenn in den Berechnungen nahe dem Fuße des Dammes feste, nahe der Krone gelenkartige Lagerung der wagerechten Elemente angenommen wurde. Die durch Temperaturänderungen verursachten Spannungen waren zum großen Teil wahrscheinlich Biegungsspannungen.

Die erste Erscheinung von Rissen war eine Trennung von den Widerlagern an der Oberwasserseite, ungefähr 3,66 m über dem Dammfuß. Die Trennung trat innerhalb weniger Tage nach dem Gießen des Betons in dieser Höhenschicht ein. Vor Beginn des Belastungsprogramms im Juli war der Damm von den Widerlagern von der Krone bis herab etwa zu 3,66 m Höhe zum größten Teil losgerissen.

An der Unterwasserseite erstreckte sich das Losreißen von den Widerlagern etwa bis auf 3,05 m herab vor den Zeitraum vom 24. bis 31. Juli 1926, während der Damm nicht, wie während der übrigen Erhärtungszeit, berieselt

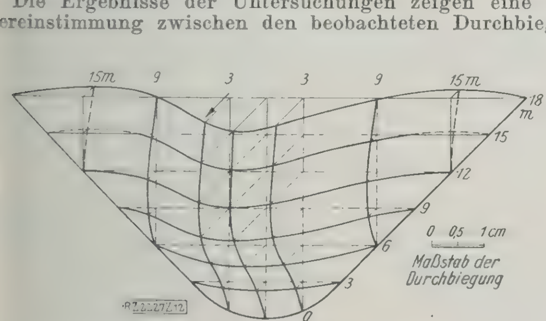


Abb. 16
Isometrische Darstellung der Durchbiegungen für Wasserhöhe 18,3 m.

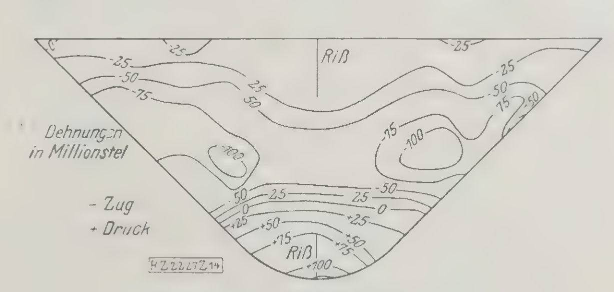


Abb. 18
Linien gleicher senkrechter Dehnungen bei 18,3 m Wasserhöhe an der Unterwasserseite.

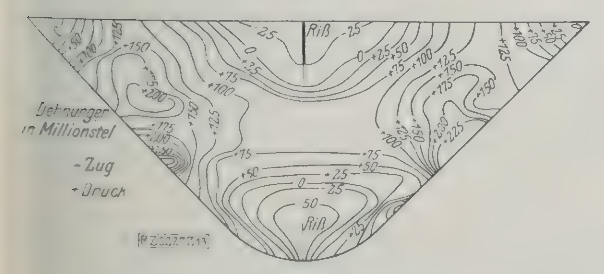


Abb. 17
Linien gleicher wagerechter Dehnungen bei 18,3 m Wasserhöhe an der Unterwasserseite.

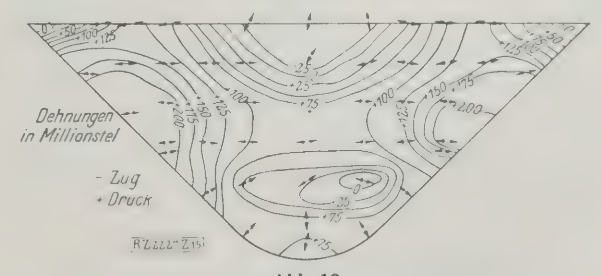


Abb. 19
Linien gleicher Hauptdehnungen und Richtungen der Hauptdehnungen in 18,3 m Wasserhöhe.

wurde. Während dieser siebentägigen Trockenperiode dehnte sich der Riß bis herab zur Höhenschicht 9,15 m aus. Von einer späteren Verlängerung ist nichts bemerkt worden.

Vor den Belastungsversuchen entstand kein Riß innerhalb des Dammes selbst. Ein Riß zwischen dem Damm und der Fundamentsohle an der Oberwasserseite am Fuße trat unter einer Wasserhöhe von 9,15 bis 12,2 m ein und erweiterte sich auf etwa 1,27 mm bei der höchsten Wasserhöhe von 18,3 m. Unter einem Wasserdruck von etwa 15 m zeigte sich ein senkrechter Riß in der senkrechten Mittellinie des Dammes an der Unterwasserseite von der Krone bis zur Höhe von etwa 14,9 m, der sich später bis zur Höhe von 12,20 m abwärts verlängerte und durch die ganze Dicke des Dammes hindurchreichte. Unter einem Wasserdruck von 18,30 m entstand ein senkrechter Riß in der Nähe des Dammfußes unter einer Zugspannung von etwa 35 kg/cm², der sich schließlich bis zu einer Höhe von ungefähr 4 m erstreckte. Wie weit er in das Innere des Dammes reichte, ist nicht bekannt. Als der Damm etwa zwei Tage unter einem Wasserdruck von 18 m gestanden hatte, wurden noch äußerst feine wagerechte Risse in den Arbeitsfugen in 9,2 und 10,7 m Höhe gefunden. Weitere feine Risse zeigten sich, nachdem der Damm infolge von Hochwasser länger als sechs Monate durch Geschiebetrümmer belastet war. Undichtigkeit des Dammes war bis etwa 15 m Wasserdruck nicht zu bemerken. Bei größerer Höhe trat ein leichtes Durchsickern durch den Damm und vermehrte Durchlässigkeit an den Widerlagern ein.

Die Temperaturänderungen zwischen den Messungen bei unbelastetem und belastetem Damm waren bei allen Versuchen sehr gering. Dieser Tatsache muß ein beträchtlicher Teil des Erfolges in der Auswertung der Ergebnisse zugeschrieben werden. Die größte Durchbiegung entstand nahe der mittleren Höhe des Dammes für alle Belastungen. Sie betrug bei 18 m Wasserdruck etwa 9,9 mm. Die unmittelbar mit verschiedenen Geräten gemessenen Dehnungen stimmten gut mit einander und mit den durch Differentiation der gemessenen Durchbiegungen gewonnenen überein.

Die Richtungen der Hauptspannungen waren zum größten Teil annähernd lotrecht und wagerecht. Daraus geht hervor, daß die Teilung des Dammes bei der Berechnung in lotrechte und wagerechte Elemente nicht nur der Bequemlichkeit dient, sondern auch Spannungen ergibt, die im allgemeinen den Hauptspannungen sehr nahekommen.

Der Elastizitätsmodul änderte sich erheblich bei den verschiedenen Versuchen. Bei Auswertung der Ergebnisse wurde ein mittlerer Wert von 251 000 kg/cm² benutzt.

Der mittlere Wert der *Poissonschen* Zahl betrug rd. 0,15. Wegen seiner Kleinheit war sein Einfluß im allgemeinen nicht erheblich, obwohl seine Vernachlässigung bei Berechnung der Spannungen aus den beobachteten Dehnungen in einigen Fällen einen Fehler von 18 bis 20 vH bedeutete.

Der Damm überstand schwere Hochfluten, die die Krone in einer Höhe von wenigstens 0,92 m überströmten und Geschiebe bis zu einer Höhe von 13,80 m gegen die Oberwasserseite auftürmten, mit einer nur geringen Erhöhung der Durchbiegung und einem weiteren feinen Riß nahe des Dammfußes.

Die Dehnung infolge des Gewölbedruckes wurde längs des Bogenringes in 9,2 m Höhe als nahezu unveränderlich ermittelt. Die Dehnungen infolge Biegung der wagerechten Elemente waren ziemlich groß, weshalb Risse etwa in der Mittellinie des Dammes nahe der Krone und nahe der Sohle auftraten. In den senkrechten Elementen traten Punkte höchster Zugdehnung an der Unterwasserseite des Dammes etwa in 9 m Höhe auf, sowohl in der Mittellinie als auch in seitlichen Schnitten, und zwar für alle Wasserdruckhöhen.

Die Wirkung der Torsion auf die Lastverteilung war so gering, daß sie vernachlässigt werden konnte. Mit Rücksicht auf die große Länge der oberen wagerechten Elemente waren die Dehnungen infolge der wagerechten Biegungsbelastung jedoch wesentlich und ergaben einen senkrechten Riß nahe der Krone. Der größte Teil des Druckes wurde unmittelbar infolge der wagerechten Gewölbewirkung in die Widerlager abgeleitet. Der Punkt, in dem keine Belastung durch die senkrechten Elemente mehr übertragen wurde, lag im allgemeinen in einer Höhe von rd. 10,6 m. Unterhalb dieser Höhe wurde ein wesentlicher Teil der gesamten Belastung durch senkrechte Biegung in die Widerlager geführt. Die Summe der Belastungen, die auf die Widerlager durch Biegung in der Wagerechten und der Senkrechten übertragen wurden, war in allen Fällen fast gleich dem gesamten Wasserdruck. Die „Zylinder-Formel" eignet sich daher nicht für die Darstellung der Biegungen in einem elastischen Bogen dieser Art.

Für den Teil des Dammes in und oberhalb der Höhe von 12 m ergab die Annahme eines elastischen Bogens mit gleichmäßiger radialer Belastung Spannungen, die mit den ge messenen nicht genügend übereinstimmten, um eine solch Annahme als Entwurfsgrundlage zu rechtfertigen. In de Höhe von 9 m war die Übereinstimmung dagegen der berech neten Spannungen mit den gemessenen einigermaßen gu In dieser Höhe stimmten die Werte bei Annahme eines fe eingespannten Bogens mit den Beobachtungen besser übe ein als bei Annahme eines gelenkartig gelagerten Bogen

Für das mittlere senkrechte Element stimmten d Momente und Belastungen aus den Versuchen mit den fü den Entwurf errechneten gut überein.

Neben den Untersuchungen am Damm hat man von de physikalischen Eigenschaften des Betons im Laboratoriu bestimmt:

a) den Elastizitätsmodul und die *Poissonsche* Zahl unt dem Einfluß des Mischens, der Zuschlagstoffe, de Alters und anderer Faktoren,
b) die Änderung des Volumens infolge anderer Ursache als Temperaturänderungen unter dem Einfluß de Mischens, des Gütegrades und der Art der Zuschlag stoffe, des Alters, der Feuchtigkeit usw.,
c) den Beiwert der Wärmeausdehnung unter dem Einflu von Temperatur, Feuchtigkeit, Alter, Art, Zuschlag stoffen, Mischen usw.,
d) das Fließen bei gleichbleibender Druckspannung un unter der Wirkung von Mischung, Gütegrad der Zu schlagstoffe, Alter, Spannung, Feuchtigkeitsbedingun gen usw.
e) die Durchlässigkeit und der Einfluß des Alters un der Zeit auf die durchsickernden Mengen bei verschie denen Drücken.

Die obengenannten Modellversuche, die ebenfalls nebe den Dammversuchen einherliefen, wurden an einem Beton becken von 1,5 m Tiefe, 5 m größter Länge und 3,65 m größter Breite, mit massiven, stark bewehrten Seitenwän den und Boden in der Versuchsanstalt der Universität i Colorado ausgeführt. Man hat die Modelle zunächst a Beton hergestellt. Versuche mit anderen Stoffen und an deren Belastungsarten sollen erst nach Vorliegen der Er gebnisse der ersten Versuche durchgeführt werden. De erste Versuch soll die Untersuchung eines Modelles d Stevenson Creek-Versuchsdammes im Maßstab 1 : 12 sei unter möglichst genauer Wiedergabe aller wirklichen Ve hältnisse. Es wird erwartet, daß der Vergleich diese Modell-Versuchsergebnisse mit den an dem wirkliche Damm erhaltenen die Beziehungen zwischen einem Beton modell in kleinem Maßstab, belastet mit Quecksilber, un einem Damm in vollem Maßstab, belastet mit Wasser, ze gen wird. Diese Beziehungen können dann bei der Au wertung der Ergebnisse von weiteren Modellversuchen b nutzt werden und auch zur Entscheidung über die Frag dienen, ob Versuche an Modellen aus anderen Stoffen zweck mäßig sind.

Sobald die Versuche an dem Modell des Stevenso Creek-Damms durchgeführt sein werden, ist in Aussich genommen, die Wirkung eines Modelles des Gibson-Damme der z. Zt. in Bau ist, zu untersuchen. Da das Tal des Gi son-Dammes einen verhältnismäßig weiten, von dem enge Querschnitt des Stevenson Creek-Dammes sehr verschied nen Querschnitt hat, nimmt man an, daß eine erheblich a weichende Lastverteilung zwischen eingespannten Balke und Bogenelementen gefunden werden wird.

Die Versuche mit einem Zelluloid-Modell des Stevenso Creek-Dammes wurden vorgeschlagen von *G. E. Beggs*, de zahlreiche Versuche mit elastischen Modellen und Brücke und anderen Bauwerken ausgeführt hat. Zelluloid wur für das Modell gewählt, weil es biegsamer ist als Beto Als Belastung dient Quecksilber. Der Maßstab d Modelles ist $^1/_{40}$.

Der Vergleich der Versuche an dem Zelluloid-Mode mit Quecksilberbelastung mit denen an dem Betondamm i vollem Maßstab zeigte, daß zahlenmäßige Voraussagen d Ausbiegungen und der Dehnungen für den Damm aus de Modell möglich sind. Man glaubt, daß diese Voraussage aus den Modellversuchen genauer mit den Beobachtunge übereinstimmen als die Ergebnisse praktischer mathema tischer Berechnungen. Die Übereinstimmung zwischen de Modell und dem Damm würde wahrscheinlich noch enge sein, wenn das Modell dort durchgeschnitten worden wär wo seine Zugspannung anzeigte, daß sich in dem wirkliche Damm Risse bilden würden.

Der Bericht bringt dann noch eine theoretische Berech nungsmethode von *Westergaard*. Sie bezieht sich a irgendeinen nahezu senkrechten, ganz dünnen, symmetrische Bogendamm aus Beton, mit den Abmessungen des Stevenso Creek-Dammes. Die Berechnung beruht auf der Annahm daß der Damm mechanisch als eine elastische Schale wir

…d daß diese Schale sich so verhält, als wenn sie mit dem …tzenden Fels, der elastisch ist, einen monolithischen Kör…r bildet.

Zum Schluß sei noch auf eine interessante Zusammen…llung von Angaben über bestehende einfache Bogen…mme und solche, die in viele Bögen aufgelöst sind, hinge…esen. Die Zusammenstellung bringt die wesentlichsten …tteilungen nebst Skizzen über solche Dämme in den Ver…igten Staaten, in Australien, in Europa und anderen …ndern. [M 2227]

Berlin *H. Busch*, Ministerialrat z. D.

Werkstoffe

Über die Struktur des Systems Eisen-Chrom-Kohlenstoff

Zur Untersuchung der Konstitution von Chromstählen …d in letzter Zeit verschiedene Arbeiten erschienen. Neuer…gs ist ein Aufsatz von *A. Westgren, G. Phragmén* und *… Negresco*[1]) veröffentlicht worden, der auf Grund metal…graphischer und Röntgenuntersuchungen über die Konsti…tion dieses Systems Klarheit verschafft hat. Hierdurch ist …tgestellt worden, welche Phasen innerhalb des gesamten …nzentrationsgebietes überhaupt vorhanden sind und unter …lchen Bedingungen jede Phase auftritt. Auch sind besondere …tersuchungen an den Karbiden ausgeführt, die in den zu …m System gehörenden technisch wichtigen Legierungen …ftreten.

Die Röntgenstrahlenanalyse hat zunächst bestätigt, daß …e Fe-Cr-Legierungen eine ununterbrochene Reihe von …schkristallen bilden. Sowohl die mikroskopische Unter…chung als auch die Röntgenanalyse ergaben, daß in den …-Cr-C-Legierungen folgende Phasen vorhanden sind: … α-Metall; 2. γ-Metall; 3. ein Zementit $(Fe, Cr)_3C$, in dem …e Cr-Menge bis zu etwa 15 vH ansteigen kann; 4. ein …bisches Chromkarbid, wahrscheinlich $(Cr, Fe)_4C$, in dem …rom bis zu 25 vH durch Eisen ersetzt werden kann; 5. ein …igonales Chromkarbid $(Cr, Fe)_7C_3$, in dem der Eisengehalt …s zu 55 vH steigen kann; 6. ein orthorhombisches Chrom…rbid $(Cr, Fe)_3C_2$, in dem nur wenige Hundertteile …rom durch Eisen ersetzt werden können. Auf Grund …eser Versuchsergebnisse haben die Verfasser ein Fe-Cr-C-…agramm aufgestellt.

In dem geglühten Chromstahl, wie er für Kugellager …rwendet wird, ist fast das ganze Chrom im Zementit ent…lten. Das sogenannte Doppelkarbid ist in Wirklichkeit …r eine durch Saigerung verursachte ungleichmäßige Ver…ilung des Zementits. Das Karbid im nichtrostenden Stahl …t ein kubisches Chromkarbid, das mit Eisen gesättigt ist …twa 35 vH). Ein Stahl mit etwa 1 vH Ni, 11 vH Cr und …vH C enthält trigonales Chromkarbid, in dem mehr als die …älfte des Chromes durch Eisen ersetzt ist. Ferrochrom mit …wa 60 vH Chrom und 5 vH C, wie es für die Herstellung …n Kugellagerstahl gebraucht wird, ist eine peritektische …gierung, die in der Hauptsache aus kubischem Chrom…rbid besteht; hierbei ist das Chrom durch Eisen ersetzt, …ährend der Rest aus α-Metall und dem trigonalen Karbid …steht. [N 2621]

…Berlin *A. Schulze*

[1]) Journ. Iron Inst. Bd. 117 (1928) S. 383.

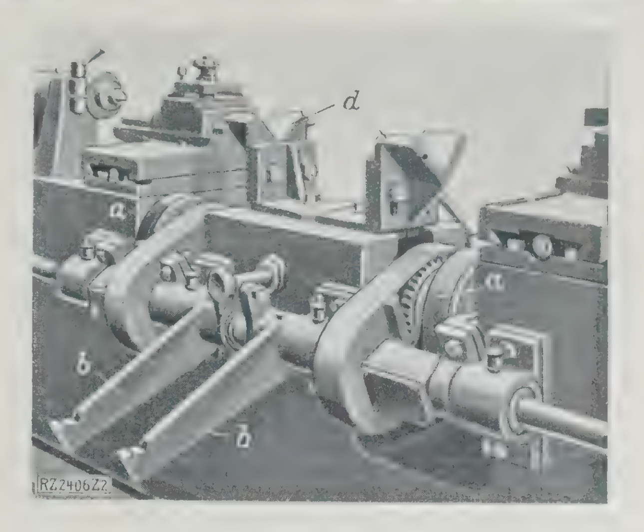


Abb. 20
Achsschenkel-Drehbank. (Buchstabenerklärung s. Abb. 21.)

Werkzeugmaschinen

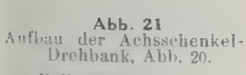
Achsschenkel-Drehbank

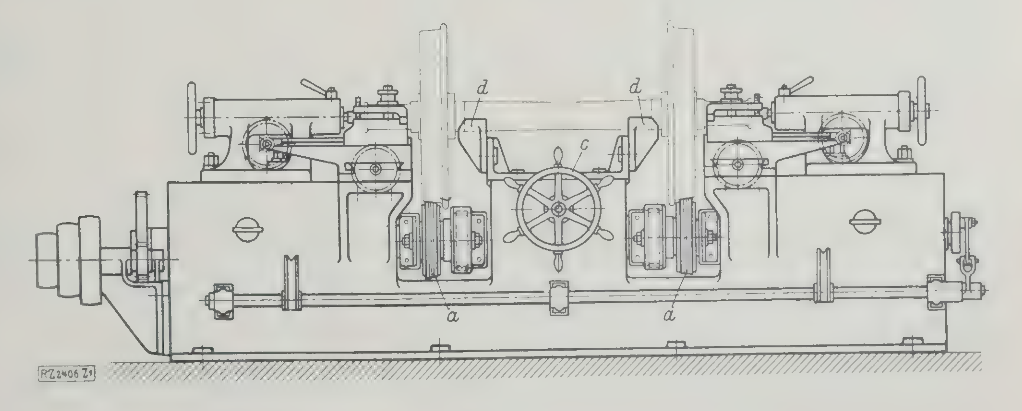
Die in Abb. 20 dargestellte Sonder-Drehbank[1]) dient zum gleichzeitigen Nachdrehen der beiden Achsschenkel an Lokomotiv- und Eisenbahnwagen-Radsätzen. Der Radsatz wird in den festen Körnerspitzen zweier auf dem Hauptbett verschiebbarer Reitstöcke gehalten und mittels zweier breiter Reibscheiben *a* angetrieben; diese werden durch an den Hebeln *b*, Abb. 21, sitzende Gewichte fest an den Laufkranz der Radreifen angedrückt. Jede der beiden Reibscheiben wird einzeln von einer auf der Betthinterseite angeordneten, in Kugel- und Rollenlagern gelagerten Welle angetrieben. Mit dem Handrad *c* regelt man den Druck gegen die Laufkränze.

Die Bank hat eine Spitzenhöhe von 267 mm; zwei 610 mm tiefe Kröpfungen erlauben aber die Bearbeitung von Radsätzen mit einem Raddurchmesser bis 775 mm. Die größte Entfernung der Spitzen beträgt 1766 mm. Die Achsschenkel, für die die Drehbank gebaut wurde, haben 102 mm Dmr. und sind 229 mm lang. Neben jeder Bettkröpfung ist ein mit einer Kreuzbewegung ausgestatteter, zum schnellen Ein- und Ausspannen der Stähle eingerichteter Support angeordnet.

Bei 170 U/min des Deckenvorgeleges macht der Radsatz 11,5, 19,5 und 32 U/min. Die Supportschaltung wird von einer Schlitzscheibe am rechten Bettende abgeleitet und durch Hebel und Zugstange auf eine längs der Bettvorderseite gelagerte Stange übertragen, von wo aus mittels Hebel und Ketten und Schaltsperrzeug in bekannter Weise die Supportspindel angetrieben wird. Zur Unterstützung der Achsen sind zwei in der Höhe verstellbare Lünettenböcke *d* vorgesehen, die in der Achsrichtung verschoben werden können. Die Drehbank wiegt rd. 4500 kg und wird von John Hetherington & Sons, Ltd., Manchester, gebaut. [M 2406] *Weil*

[1]) Zeitschrift „Machinery" (London) Bd. 33 (1928) Nr. 837 S. 113.


Abb. 21
Aufbau der Achsschenkel-Drehbank, Abb. 20.
a Reibscheiben
b Hebel
c Handrad
d Lünettenböcke zur Unterstützung der Achsen.



Kleine Mitteilungen

Vorschaltturbine als Druckminderventil

Die gesamte 10 at-Kesselanlage der Bryant Paper Co. in Kalamazoo wurde durch eine neue Anlage von 20 at Überdruck ersetzt, gleichzeitig stellte man zwei Abteilungen der Papierfabrik auf elektrischen Betrieb um. Der Druck des Dampfes für die Antriebmaschinen der dritten Abteilung wurde vorläufig von 20 at auf 10 at gedrosselt; da man aber auch die Umstellung der dritten Abteilung bis auf unbestimmte Zeit hinausschieben mußte, baute man in eine Umgehungsleitung neben dem Druckminderventil eine zweistufige Gleichdruckturbine ein. Düsen- und Schaufelanordnung sind für einen Durchfluß von rd. 30 t/h Dampf eingerichtet.

Für die Zukunft hat man Zusatzdüsen vorgesehen, die eine Steigerung des Dampfverbrauches auf rd. 50 t/h erlauben. Die Endspannung hinter der Turbine wird durch einen Drosselschieber vor der Turbine in Verbindung mit einem Druckregler gleichmäßig auf 10 at Überdruck erhalten. Die Turbine, die seit April 1928 in Betrieb ist, liefert im Durchschnitt 18 000 kWh in 24 h und hat sich bereits in weniger als einem Jahr bezahlt gemacht. („Power" 12. März 1929 S. 440) [N 2805 a] *Stg.*

Kosten der Kohlenstaubbereitung

Um Unterlagen für die Wahl der Kohlenstaub-Mahlanlage für einen neuen Dampfkessel zu erhalten, hat die A. E. Staley Manufacturing Co., Dacatur, Ill., die mittleren Anlage- und Betriebskosten zahlreicher großer Anlagen mit Einblasemühlen und mit Bunkerung einander gegenübergestellt.

	Anlagen mit	
	Einblasemühlen	Bunkerung
Anlagekosten der Kohlenstaubbereitung, -zuteilung und der Brenner für fünf Kessel . . . . *RM*	700 000	1 400 000
Betriebs- und Erhaltungskosten . *RM*/t	0,45	0,80
Kraftkosten . . . . „	0,22	0,27
Jährliche Kosten:		
Abschreibung (17 vH) . . . . *RM*	119 000	238 000
Betriebskosten . . . . „	205 000	326 000
Brennstoffkosten (8,82 *RM*/t) . . „	2 640 000	2 640 000
insgesamt *RM*	2 964 000	3 204 000

Die jährliche Ersparnis bei Verwendung von Einblasemühlen beträgt danach 240 000 *RM*. („Power" 12. März 1929 S. 424*) [N 2805 b] *Le.*

Grabenbagger für Dränung

Auf der Ausstellung in Birmingham wurde ein Grabenbagger für Dränung gezeigt, der sich auf drei Raupen fortbewegt, und zwar sind eine am vorderen und zwei am hinteren Ende angeordnet. Die vordere enthält den Antrieb von dem 25 PS-Petroleummotor und läuft in der Spur des auszuhebenden Grabens, die hinteren laufen zu beiden Seiten des Grabens. Die Becherkette läuft über einem auf dem Rahmen in senkrechter Ebene schwenkbaren Aufleger; der Bagger kann also, und zwar mittels Handrades, vom Führersitz aus, angehoben werden, wenn die Maschine wendet oder weitergefahren wird.

Die Becher sind mit Klappen versehen, die ein selb tätiges Entleeren gestatten; hierbei streichen Kämme etwa festhaftende feuchte Erde ab, die auf ein quer Fahrtrichtung umlaufendes Band fällt und seitlich ab legt wird. Das Becherwerk wird mittels Kardanwelle v Motor aus über eine ausrückbare Kupplung angetrieb Der Führer kann alle Hebel und Handräder vom Sitz bedienen; die beiden hinteren Raupen sind lenkbar.

Mit dieser Maschine können bis zu 0,4 m breite u 1,4 m tiefe Gräben ausgehoben werden; die Leistung trägt bis zu 2,4 km/h. („Engineering" 22. März 1929 S. 37 [N 2805 e] *Ro*

Wolkenkratzer von 137 m Höhe

In Minneapolis, Ver. St. v. Amerika, steht ein 33stöc ges Hochhaus kurz vor der Vollendung. Das unten rec eckige Gebäude hat bis zum zweiten Stockwerk 27 m Län und 26,5 m Breite, es ist sodann auf 24,5 m Länge und 26, abgesetzt und verjüngt sich allmählich bis auf 17,8 Länge und 19,5 m Breite in Höhe des einunddreißigs Stockwerkes. Das Traggerüst besteht oberhalb des zwei Stockwerkes aus 29 eisernen Säulen in H-Form. V diesen sind je zwei paarweise an den Ecken angeordnet; geben so dem Gebäude eine achteckige Grundform. übrigen 21 verteilen sich gleichmäßig über den Grund des Gebäudes.

Die Decken der einzelnen Stockwerke bestehen Eisenbeton, sie sind außerdem durch I-Träger versteift. lichte Höhe beträgt im ersten Stockwerk 6,6 m, im zwei 4,4 m, sie verringert sich bis zum 16. Stockwerk auf 3,7 Höhe und bleibt gleich bis zum 27. Stockwerk, von da beträgt sie nur noch 3,1 m. Das pyramidenförmige D wird ebenfalls durch eine Stahlkonstruktion gestützt, an einigen Stellen durch Eisenbetonbalken ergänzt wi Die einzelnen Teile der Eisenkonstruktion sind von ei 50 mm dicken Betonhülle umgeben, die als Feuer- und R schutz dient.

Größere Schwierigkeiten bereitete für die Gründun der ungünstige felsige Baugrund, so daß man gezwun war, etwa 2 m unter den Grundwasserspiegel herunter gehen. In der Mitte des Gebäudes sind vier Fahrstü hoher Geschwindigkeit eingebaut, von denen einer bis z 30. Stockwerk hinauffährt. („Engineering News Reco 7. März 1929 S. 372*) [N 2805 d] *Sc*

Zunahme des elektrischen Antriebes den amerikanischen Walzwerken

Im Jahre 1928 sind in den Walzwerken der Vereinig Staaten von Amerika 163 Elektromotoren mit ei Gesamtleistung von 212 000 PS neu aufgestellt worden geg über 116 neuen Elektromotoren mit 173 000 PS Gesa leistung im Jahre 1927. Motoren mit weniger als 300 sind in diesen Zahlen nicht enthalten. („The Iron A 14. März 1929 S. 743*) [N 2805 c] *Pa*

Stromverbrauch amerikanischer Run funkhörer

Im Jahr 1928 waren in den Vereinigten Staa 2 300 000 Netzanschlußgeräte für Wechselstrom in Betri Bei einem Durchschnittsverbrauch von je 60 W ergibt einen gesamten Leistungsbedarf von 138 000 kW. D kommen rd. 1 200 000 elektrodynamische Lautsprecher, im Mittel je 10 W, zusammen also rd. 12 000 kW brauch („Electrical World" 9. März 1929 S. 475) [N 2806 f] *Pa*

BÜCHERSCHAU

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 308. H.: **Über die Schmierschicht in Gleitlagern und ihre Messung durch Interferenz.** Von *Robert Wolff.* Berlin 1928, VDI-Verlag. 25 S. m. 20 Abb. Preis 5 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 4,50 *RM*.

Der Verfasser hat sich zur Aufgabe gestellt, ein Meßverfahren zur Bestimmung der Schmierschichtdicke insbesondere für hochbelastete Lager zu entwickeln. Er bespricht zunächst die Verfahren, die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgearbeitet worden sind, gibt aber die Genauigkeit des optischen Verfahrens um eine Größenordnung zu klein an, während er für die elektrischen Verfahren unbegründete Bedingungen und Forderungen herleitet. Die halbflüssige Reibung erfassen diese V fahren ebensowenig, wie das neue Verfahren des V fassers.

Zur Bestimmung der Dicke der Schmierschicht benu der Verfasser, die *Fraunhofersche* Interferenz an fei Spalten, wobei der Spalt aus der Welle und einer an Lagerschale befestigten Schneide besteht. Die Interfere streifenbilder, die beim Durchgang von parallelem u homogenem Licht durch diesen Spalt entstehen, werd mit Hilfe eines Okularmikrometers ausgemessen. Der V teil der Interferenzmessung liegt in der großen Genau keit und in der Unabhängigkeit von besondern Eichung Die Berechnung der Formel für die Interferenz an d

...lt aus einer Welle und einer Schneide nehmen einen ...heblichen Teil der Arbeit ein.

Mit diesem Verfahren wird die Messung der Schmier...ichtdicke h und der Verlagerung δ an einem besonderen ...rsuchstand ausgeführt. Die Versuche beschränken sich ... drei Öle bei je fünf Geschwindigkeiten, ein Lagermetall, ...e Last, eine Schmierart und eine Lagerluft. Die unter ...sen Bedingungen gemessenen Werte für h und δ werden ... den nach der hydrodynamischen Theorie berechneten ...rten verglichen. Der Verfasser schließt aus den Ab...ichungen auf das Versagen der Zähigkeit (Viskosität) ... Maß der Schmierschichtbildung (Schmierfähigkeit). ...ch Ansicht des Verfassers ist damit gleichzeitig die ...ssische hydrodynamische Vorstellung für in der Praxis ...rkommende Schmierschichtdicken als unzureichend er...nnt. Aus der Art der Schaulinien läßt sich die Ver...tung ableiten, daß die Haftung (Adhäsion) der Öle an ... Welle oder am Lagermetall der Schale von entschei...ndem Einfluß ist, und daß Unterschiede dieser Haftung ... Ursache für die Abweichung insbesondre für die seit...he Verlagerung abgeben, da diese überraschenderweise ...chselndes Vorzeichen hat.

Die Folgerungen des Verfassers, daß die hydrodynami...ie Theorie ungültig sei, ist unbegründet, zumal unzu...chende Versuche vorliegen. Die verwendeten Formeln ...iehen sich auf den Schmierfilm zwischen zwei exzentri...ien Kreiszylindern, während das Versuchslager des Ver...sers einen eingelaufenen Spiegel hat, der nach der hydro...namischen Theorie nicht untersucht ist.

Man kann nicht Näherungsformeln, die sich auf be...nders vereinfachte Annahmen beziehen, dazu benutzen, ... eine wohlbegründete Theorie zu Fall zu bringen und ...se durch nichts Neues zu ersetzen. Der Verfasser glaubt, ...ß die hydrodynamische Vorstellung von der Gleitfähig...it erst bei Schmierschichtdicken von mehreren Hundert...ln mm eine Rolle spielt; sicher schon bei 0,01 mm ...mierschichtdicke ist die Haftung ausschlaggebend, für ... aber noch kein Meßverfahren bekannt ist. Nach den ...uesten Anschauungen über die Grenzschmierung oder die ...genannte Öligkeit ist die Haftung für den Schmiervorgang ...n ausschlaggebender Bedeutung; sie kommt aber erst in ...sentlich kleineren Schichten zur Wirkung, die mit dem ...rfahren des Verfassers nicht erfaßt werden können.

[E 2653] *V. Vieweg*

...e Motor Ship Reference Book for 1929. Comp. by the Staff of „The Motor Ship". London 1929, Temple Press Ltd. 253 S. m. 68 Abb. Preis 5 s.

Das starke Anwachsen der Motorschiffahrt, deren ...umgehalt heute bereits auf 6 000 000 B.-R.-T. in Dienst ...findlicher Schiffe angewachsen ist, macht ein Nach...lagewerk, das über die vorhandenen Motorschiffe — von ...00 B.-R.-T. an aufwärts — nach Größe, Leistung, Motor...p usw. schnell Aufschluß gibt, zu einem dringenden Be...rfnis, dem das vorliegende Jahrbuch in trefflicher Weise ...tspricht. Es wird daher besonders für Reedereien und ...r Motorschiffspersonal ein brauchbares Hilfsbuch sein, ...er darüber hinaus auch jedem Nutzen bringen können, ...r sich — sei es aus Beruf oder auch nur aus Neigung — ...rgendwie mit der Motorschiffahrt beschäftigt. Wertvoll ...nd dabei nicht nur die umfangreichen statistischen An...gaben über die schwimmende Motorschiffsflotte, nicht ...ein die hochinteressanten Zusammenstellungen über ...twicklung von Schiff und Motor, sondern auch mit vor...glichen Abbildungen erläuterte, kurze Darstellungen ...r verschiedenen jetzt hauptsächlich in Betracht kommen...n Motorkonstruktionen, deren unterscheidende Merkmale ...m Leser zur Kenntnis gebracht oder in Erinnerung zu...ckgerufen werden. Lloyds Vorschriften über Bau und ...berwachung der Schiffsmotoren, die Bunkermöglich...iten der Erde mit Vermerk, welche Öle an den einzelnen ...lätzen hauptsächlich erhältlich sind, Ölpreise, ein Ver...chnis aller nennenswerten Schiffsölmaschinen-Baufirmen, ...chtige Angaben über Hilfsmaschinen der Motorschiffe ...d ihre zweckmäßige Anordnung an Bord, Anforderungen ... das Schmieröl und dergleichen mehr runden den Inhalt ... einem wertvollen Ganzen ab, so daß die Beschaffung ...s Buches allen an der Motorschiffahrt in irgendeiner ...eise Beteiligten empfohlen werden kann.

[E 2661] *Laudahn*

...imtechnik. Von *Ludwig Schultheiß.* München und Berlin 1929, R. Oldenbourg. 158 S. m. 127 Abb. Preis 8,50 *RM.*

In einem Einführungswort weist Prof. *Chr. Prinz,* der ...ste Präsident der Ausstellung „Heim und Technik", Mün...en 1928, darauf hin, daß es Aufgabe der Ingenieure und ...r Industrie der Hausgeräte ist, Einrichtungen zu schaf...n, die praktisch und dabei in Konstruktion u n d Betrieb ...llig sind. Ausgehend davon, daß diese Aufgabe vielfach noch wenig erkannt ist, versucht der Verfasser, vom Standpunkt des Ingenieurs aus die kritische Betrachtung des heute in der Heimtechnik Gebotenen zu ermöglichen und damit zugleich den Weg zum weiteren Fortschritt anzudeuten. Dieser Versuch — vom Verfasser selbst im Vorwort so bezeichnet — ist im allgemeinen gut gelungen. Daß der Fachmann hinsichtlich verschiedener Sonderfragen nichts grundsätzlich Neues findet, beweist nur die Notwendigkeit eindringlicher Forschungsarbeit auf diesem Gebiet.

Sehr beachtenswert sind die wirtschaftlichen Vergleiche und Gegenüberstellungen verschiedener, demselben Zwecke dienender Betriebsmittel, die vielleicht in Einzelheiten angreifbar, in ihrem Grundgedanken aber um so wertvoller sind. Beim Lesen des Buches empfindet man angenehm, daß ausführliche Wiederholungen bekannter und in der Literatur oft behandelter Fragen (z. B. im Kapitel Raumheizung) vermieden sind. Anderseits ist aber doch in manchen Teilen Rücksicht darauf genommen, daß auch die Kreise der vorgebildeten Hausfrauen, der Haushaltlehrerinnen usw. Nutzen aus dem Buche ziehen.

[E 2650] *Mengeringhausen*

Das deutsche Automobilwesen der Gegenwart. Herausgeg. von *Allmers, R. Kaufmann, C. Fritz, E. Kleinrath* und *Pflug.* Berlin 1928, Reimar Hobbing. 267 S. Text, 190 S. wirtschaftlicher Anhang m. Abb. Preis geb. 30 *RM.*

Das vorliegende Werk wird seiner Aufgabe, auf breiter Grundlage das deutsche Automobilwesen in verkehrstechnischer, kostruktiver und wirtschaftlicher Hinsicht in einer mühelos verständlichen Weise darzustellen, im großen und ganzen gerecht, wofür schon die Wahl der Bearbeiter für den sehr weitgehend gegliederten Stoff bürgt. Daß der Inhalt, entsprechend dem werbenden Charakter des Unternehmens nicht viel Kritik und Ausblick auf die erstrebte Entwicklung in kommenden Jahren bringt, muß der Leser in den Kauf nehmen. Er wird aber reichlich entschädigt durch die drucktechnisch ausgezeichnete Wiedergabe der beigefügten Abbildungen und Konstruktionszeichnungen, die neuesten Ausführungen entsprechen und einen schnellen Überblick über den technischen Stand des betreffenden Gebietes ermöglichen.

Der Inhalt ist in zwölf Abschnitte gegliedert, die im Anschluß an einen Aufsatz über die wirtschaftlichen Grundlagen des deutschen Automobilwesens die Einzelteile der Kraftfahrzeuge, einschließlich der elektrischen und der Krafträder, ferner die Wirtschaft der Kraftfahrzeugbetriebe verschiedener Art, namentlich auch der verschiedenen Fahrzeuge für Sonderzwecke, dann die Fertigung und Normung, die Nebenindustrien, den Aufbau des Kraftfahrzeughandels, die rechtliche Stellung des Kraftfahrzeugbesitzers sowie endlich das Verbands- und Sportwesen behandeln. Verhältnismäßig kurz kommt dabei das heute so überaus wichtige Gebiet des Straßenbaues weg.

An diesen 267 Seiten umfassenden, sozusagen wissenschaftlichen Teil des Buches, dem leider kein ausführliches Sachverzeichnis beigegeben ist, schließt sich als „wirtschaftlicher Anhang" ein Anzeigenteil von 190 Seiten Umfang, der auch ausführliche Beschreibungen von Erzeugnissen in der Art von Druckblättern der Firmen enthält. Es ist bedauerlich, daß die Herausgabe eines solchen Werkes nicht anders als durch Anzeigen finanziert werden konnte, da diese Verquickung mit einem Anzeigenunternehmen das Ansehen des deutschen Buches herabsetzt.

[E 2789] Dr. *Heller*

Elektrische Starkstromanlagen. Von *Emil Kosack.* 7. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 342 S. m. 308 Abb. Preis 9,50 *RM.*

Das Buch liegt bereits in siebenter Auflage vor, ein Zeichen für den Anklang, den es gefunden hat. Es gibt in gedrängter klarer Fassung einen Überblick über Gesetze und Wirkungen des Gleich- und Wechselstromes, die Meßtechnik, Stromerzeuger, Motoren, Transformatoren und über die verschiedenen Fragen der Verteilung und des Verbrauchs elektrischen Stromes. Die mathematische Behandlung hat der Verfasser möglichst einfach gestaltet, ohne auf die Anführung der erforderlichen Formeln zu verzichten. Die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker hat er in der neuen Auflage weitgehend berücksichtigt. [E 2556] *Pa.*

Technical Data on Fuel. Herausgeg. von *H. M. Spiers.* London 1928, World Power Conference. 200 S. m. 24 Abb. Preis 10 s 6 d.

Das Buch ist aus Anlaß der Brennstofftagung 1928 der Weltkraftkonferenz erschienen. In einem allgemeinen Teil bringt es neben physikalischen Angaben eine Reihe von Umrechnungsfaktoren für britische, amerikanische und CGS-Einheiten. Der weitaus größte Teil des Buches befaßt sich

mit den physikalischen und thermischen Eigenschaften von Gasen, gasförmigen, flüssigen und festen Brennstoffen, wobei auch die thermochemischen Vorgänge einschließlich der Dissoziationserscheinungen berücksichtigt sind. Ein Abschnitt ist den physikalischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften der Metalle und ihrer Legierungen gewidmet. Es ist zu bemerken, daß die Angaben fast sämtlich in CGS-Einheiten gemacht sind.

Das handliche Buch ist mit festem, gutem Papier ausgestattet; die Blätter sind nur einseitig bedruckt, so daß der Benutzer überall ihm wichtig erscheinende Ergänzungen einfügen kann. [E 2605] *Lt.*

Lehrbücher und Grundrisse der Rechtswissenschaft, 8. Bd.: **Urheber- und Erfinder-, Warenzeichen- und Wettbewerbsrecht.** Von *Alexander Elster.* 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1928, Walter de Gruyter & Co. 611 S. Preis 19,50 *RM.*

Unter den Darstellungen des gewerblichen Rechtschutzes verdient dieses umfassende Werk besonderer Erwähnung. Der auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtschutzes bekannte Verfasser kennzeichnet auch in der zweiten erweiterten Auflage in Form eines Grundrisses den Aufbau des gesamten Stoffes, der in erster Linie auf das Studium, dann aber auch auf die Praxis zugeschnitten ist. Aus der Fülle der behandelten Probleme seien die tiefgründigen Ausführungen über die von dem Verfasser aufgestellte Theorie des Geistesgut-Wettbewerbs und ihre Begründung hervorgehoben. Eine zweckmäßige Ergänzung hat die Neubearbeitung durch Aufnahme der einschlägigen Gesetzestexte im Anhang gefunden. Das für Theorie und Praxis gleich wertvolle Buch verdient allseitiges Interesse.
[E 2518] *Me.*

Der Große Brockhaus. Handbuch des Wissens in zwanzig Bänden. 15. Aufl. 1. Bd.: A bis Ast. Leipzig 1928, F. A. Brockhaus. 780 S. m. zahlr. Abb. Preis mind. 25 *RM* (Subskriptionspreis 22,50 *RM*).

Der erste Band der neuen Ausgabe von Brockhaus' Konversations-Lexikon liegt vor. „Der Große Brockhaus" wird im ganzen in dieser 15. Auflage 20 Bände mit mehr als 200 000 Stichwörtern auf etwa 15 000 S. und rd. 17 500 Abb. sowie 210 meist doppelseitigen Karten umfassen. Der Aufbau des Werkes ist, soweit man nach dem ersten Band urteilen kann, insofern geändert, als die langen Artikel durch knapper gefaßte Beiträge ersetzt sind. Infolgedessen war es möglich, dem gegen früher unvergleichlich verbreiterten und vertieften Gesamtwissen gerecht zu werden, indem man die Zahl der Stichwörter sehr vermehrte.

Auch die technischen Wissenschaften und die Belange von Industrie und Wirtschaft sind gut berücksichtigt. Die jetzt kürzeren Beiträge sind übersichtlich, leicht verständlich und halten den wissenschaftlichen Anforderungen stand. Die Abbildungen sind fast durchweg sorgfältig bearbeitet und zweckmäßig als Schemaskizze oder technische Zeichnung, Autotypie oder Federzeichnung wiedergegeben. Hinweise auf andre Stichwörter und auf das Schrifttum sind vollkommen ausreichend vorhanden.
[E 2756] *K. Meyer*

Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. Von *Richard Mollier.* 6. Aufl. Berlin 1929, Julius Springer. 28 S. m. 2 Taf. Preis 2,70 *RM.*

Die Grundzüge der technischen Wärmelehre. Von *Gustav Puschmann.* 4. Aufl. Leipzig 1929, Dr. Max Jänecke. 271 S. m. 85 Abb. Preis 6,60 *RM.*

Taschenbuch für den Maschinenbau. Herausgeg. v *H. Dubbel.* 5. Aufl. Berlin 1929, Julius Springer. 1. Bd 853 S., 2. Bd.: 903 S. m. insgesamt 2800 Abb. Pre zus. 26 *RM.*

Mechanische Technologie für Maschinentechniker. (Spanlo Formung). Von *Willy Pockrandt.* Berlin 1929, Juli Springer. 292 S. m. 263 Abb. Preis 14,50 *RM.*

Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft. 10. B 1927. Hamburg 1928, Verlag der Hafenbautechnische Gesellschaft, E. V. Für den Buchhandel: VDI-Verla Berlin. 222 S. m. 283 Abb. und 5 Taf. und Textbl. Pre 30 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 27 *RM.*

Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte. 1. J 1. H.: **Wege und Ziele des Deutschen Museums.** V *W. v. Dyck.* Berlin 1929, VDI-Verlag. 30 S. Pre 1 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 0,90 *RM.*

Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte. 1. J 2. H.: **Heinrich Hertz.** Von *J. Zenneck.* Berlin 192 VDI-Verlag. 36 S. m. 13 Abb. Preis 1 *RM*, für Mitglied des V. d. I. 0,90 *RM.*

Ubbelohdes Handbuch der Chemie und Technologie der Ö und Fette. 2. Aufl. Herausgeg. von *Hans Heller.* 1. B Leipzig 1929, S. Hirzel. 791 S. m. 439 Abb. und 17 Ta Preis 75 *RM.*

Von den Kohlen und den Mineralölen. Herausgeg. von d Fachgruppe für Brennstoff- und Mineralöl-Chemie d Vereins deutscher Chemiker. 1. Bd.: 1928. Berlin 192 Verlag Chemie. 252 S. m. 65 Abb. Preis 17 *RM.*

Jahrbuch der deutschen Braunkohlen-, Steinkohlen-, Kal und Erzindustrie 1929. Herausgeg. vom Deutsche Braunkohlen-Industrie-Verein E. V. 20. Jg., bearb. v *H. Hirz* und *W. Pothmann.* Halle a. d. Saale 1929, Wi helm Knapp. Preis 16 *RM.*

Schriften des Berufskundlichen Ausschusses bei der Haup stelle der Reichsanstalt für Arbeitsvermittlung u Arbeitslosenversicherung, herausgeg. unter Mitwirkun des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwese 15. H.: **Der Dreher und Werkzeugmacher.** Von *Pa Haase.* 68 S. m. 16 Abb. Preis 1,70 *RM.* 17. H.: **D Gürtler.** Von *W. Schwintzer.* — **Der Drücker.** V *O. Schuch.* 23 S. m. 6 Abb. Preis 0,60 *RM.* 22. H.: **D Schlosser.** Von *Ehrhard Kaiser.* 56 S. m. Abb. Pre 1,40 *RM.* Berlin 1929, Reimar Hobbing.

Werkstattbücher. Herausgeb. *Eugen Simon.* 37. H.: **Model und Modellplattenherstellung für die Maschinenformere** Von *Fr.* und *Fe. Brobeck.* Berlin 1929, Julius Springe 55 S. m. 234 Abb. Preis 2 *RM.*

Sammlung Göschen, 198. Bd.: **Elektrotechnik.** Einführung i die Starkstromtechnik. Von *J. Herrmann.* 3. T.: Di Wechselstromtechnik. 5. Aufl. Berlin und Leipzig 192 Walter de Gruyter & Co. 140 S. m. 189 Abb. Pre 1,50 *RM.*

Sammlung Göschen, 342. und 343. Bd.: **Heizung und Lü tung.** Von *Johannes Körting.* 1. u. 2. T. Berlin und Lei zig 1929, Walter de Gruyter & Co. 1. T.: 140 S. n 22 Abb. 2. T.: 132 S. m. 176 Abb. Preis je Bd. 1,50 *R*

Die neuen elektrotechnischen Institute der Technische Hochschule Braunschweig 1929. Festschrift herausge von der Technischen Hochschule Braunschweig. 130 m. 62 Abb.

Elektro-Auskunftei. **Handlexikon der Elektrizität und de Elektrotechnik.** Bearb. von *Georg Heber.* 3. Aufl. Stut gart 1928, Franckhsche Verlagshandlung. 531 S. Pre 10 *RM.*

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

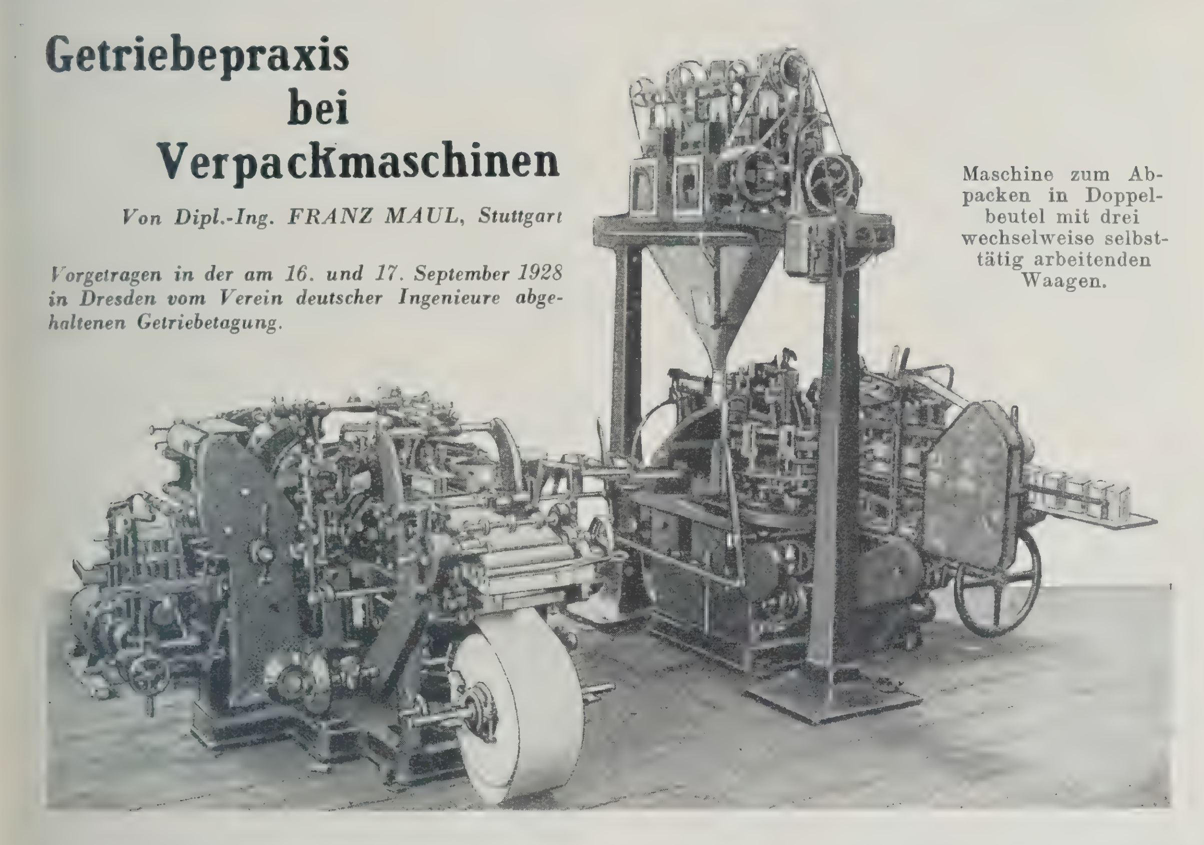
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

Bd. 73 SONNABEND, 13. APRIL 1929 Nr. 15

Getriebepraxis bei Verpackmaschinen

Von Dipl.-Ing. FRANZ MAUL, Stuttgart

Vorgetragen in der am 16. und 17. September 1928 in Dresden vom Verein deutscher Ingenieure abgehaltenen Getriebetagung.



Maschine zum Abpacken in Doppelbeutel mit drei wechselweise selbsttätig arbeitenden Waagen.

Die Verpackmaschinen sind als eine Gruppe der Getriebemaschinen dadurch gekennzeichnet, daß die eingeleiteten Drehbewegungen vorzugsweise durch Schubkurventriebe umgeformt werden. Die Grundlagen für die Konstruktion der Schubkurven und kennzeichnende Aufgaben getriebetechnischer Art werden besprochen. Es ist notwendig, dem technischen Nachwuchs eine entsprechende Ausbildung in der Getriebelehre zuteil werden zu lassen.

Die Verpackmaschinen sind ein Sondergebiet der selbsttätig arbeitenden und erzeugenden Maschinen und dienen zum Verpacken großer Mengen täglicher Bedarfsartikel, für einzelne Stufen des Packvorganges, der Vorbereitung des Verpackungsgutes oder der Verpackungsmittel. Der Bau der Verpackmaschinen erfordert neben besonderen Erfahrungen und praktischem Blick weniger theoretische Überlegungen, als vielmehr die Fähigkeit, die Maschine mit den erforderlichen Förder- und Arbeitsvorrichtungen räumlich vorteilhaft anzuordnen und auf Grund ausreichender getriebetechnischer Veranlagung und Kenntnisse zweckmäßig und wirtschaftlich zu gestalten. Vielfach handelt es sich darum, gewisse, bisher mit der Hand ausgeführte Tätigkeiten und Bewegungen unter Verwendung der einfachsten Hilfsmittel ins Maschinenmäßige zu übertragen. Zwar geht auch auf dem Gebiet des Verpackmaschinenbaues das Streben dahin, mittels umlaufender Elemente und Getriebe zu immer mehr gesteigerten Leistungen zu kommen. Aber damit kann nur ein Teil der verlangten Verrichtungen bewirkt werden. So braucht der Verpackmaschinenbau vorläufig noch in ganz erheblichem Umfange hin und her gehende, schwingende, abgesetzt sich drehende und noch verwickeltere Bewegungen.

Allgemeines über Schubkurven

Eines der wichtigsten Hilfsmittel, um den verlangten räumlich-zeitlichen Ablauf der einzelnen Verrichtungen in wirtschaftlicher Weise auszuführen, sind die Schubkurventriebe. Ich fasse bei der folgenden Betrachtung nur solche Getriebe ins Auge, welche durch Schubkurven, die mit gleichförmiger Geschwindigkeit umlaufen, betätigt werden.

Die Grundlage für die Ermittlung der Schubkurven bildet die Hub-Zeit-Schaulinie; Abb. 1 gibt ein Beispiel dafür. Durch polare Übertragung dieser Schaulinie erhalten wir in Abb. 2 eine Schubkurve. Die so erhaltene Art von Schubkurven bezeichnen wir als Scheibenkurve. Ihr Wesen besteht darin, daß sie Bewegungen senkrecht zur Achsrichtung überträgt. Abb. 3 bis 5 und 8 zeigen offene Scheibenkurven, bei denen das Anliegen der Rollen durch Kraftschluß (Feder oder Gewicht) bewirkt wird. Abb. 6, 7 und 9 bis 11 zeigen geschlossene Scheibenkurven, bei denen die Bewegung des Getriebes durch Formschluß erzwungen wird. Geschlossene Scheibenkurven nach der Art von Abb. 6, 7, 9 und 10 nennen wir Doppelscheibenkurven, solche nach Abb. 11 Nutscheibenkurven. Das Element, das die Rollen trägt und führt, ist im Falle von Abb. 3 bis 7 eine Stange, im Falle von Abb. 8

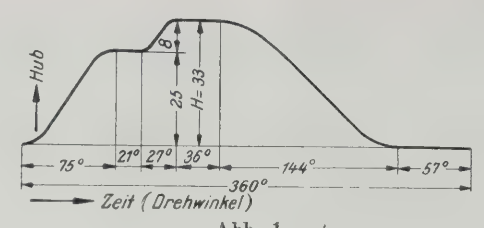


Abb. 1
Hub-Zeit-Schaulinie der Bewegung einer Rolle.

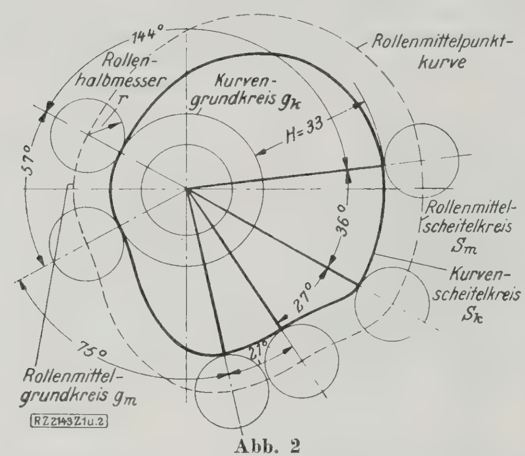


Abb. 2
Konstruktion der Schubkurve mittels polarer Übertragung der Hub-Zeit-Schaulinie.

bis 11 ein Schwinghebel. Die Schwinghebel werden drehbar am Gestell der Maschine gelagert. Die Stangen dagegen, die im allgemeinen zwecks Längenverstellbarkeit aus dem eigentlichen Rollenträger, Schere genannt, und einer Stelze bestehen, werden einerseits durch die Schere auf der Schubkurvenwelle geführt, anderseits werden sie mit dem Hebel, dessen Bewegung sie bewirken sollen, gelenkig verbunden.

Handelt es sich nur darum, die Maschine mit möglichst geringem Drehmoment anzutreiben, so nimmt man ausschließlich geschlossene Kurven. Unter den möglichen Formen verdient die Nutscheibenkurve nach Abb. 11 den Vorzug, weil sie bei geringster schwingender Masse am wenigsten Spiel aufweist. Ihr Nachteil sind die teure Herstellung, der große Durchmesser, für den meist nicht der erforderliche Raum zur Verfügung steht, und die Schwierigkeit nachträglicher Änderung der Kurve. Die Ausführung der Doppelscheibenkurve mit Schwinghebel nach Abb. 9 und 10 hat den Nachteil, daß, wenn die eine Scheibenkurve, Hauptkurve, fertiggestellt ist, zum Fräsen oder Anreißen der zweiten Scheibenkurve, Gegenkurve, der Drehpunkt des Schwinghebels entweder mittels einer Vorrichtung oder in der Maschine selbst zur Verfügung stehen muß.

Dies ist bei Ausführung nach Abb. 6 und 7 nicht nötig. Hier kann die ganze Doppelscheibenkurve samt Schere vollständig außerhalb der Maschine fertiggestellt und hinsichtlich ihrer Genauigkeit nachgeprüft werden. Von Nachteil ist der Seitendruck, den die Schere gegen die Sch
venwelle ausübt, und die Reibung der Schere an den
seiten der beiden Scheiben. In einzelnen Fällen kan
mit einfachen Scheibenkurven durch Anordnung vo
Rollen auf der Schere einen Formschluß erreiche
ist, wie wir aus Abb. 14 und 15 ersehen, dann m
wenn die Zeitstrahlen der Kurve einen Scheitel
bilden.

Offene Scheibenkurven führt man hauptsächlic
zwei Gründen aus. Erstens kann die Forderung nac
lichst billiger Herstellung dies veranlassen; anders
es möglich, daß man die Zwangläufigkeit einer Bew
nach einer der beiden Richtungen bewußt ausschließe
um z. B. bei Unregelmäßigkeiten ernstere Störunge
gar Brüche zu vermeiden, oder auch wenn die V
setzungen für den Vollzug eines Bewegungsvorgangs
restlos erfüllt sind und der Bewegungsvorgang m
Hand oder selbsttätig unterdrückt werden soll. In w
Weise man dies bewirkt, wird später erläutert.

Kehren wir jetzt wieder zurück zur Hub-Zeit-S
linie, Abb. 1, die wir auch als Abwicklung eines Zyl
betrachten können. Dadurch kommen wir zu den T
melkurven, welche Bewegungen in der Richtu
Achse übertragen, in der Form nach Abb. 12 als ges
sene, nach Abb. 13 als offene Trommelkurven. Diese
ven beanspruchen viel Platz und Gewicht und ko
deshalb seltener zur Ausführung.

Um nun eine angenommene Hub-Zeit-Scha
Abb. 1, zu erhalten, muß man von der übersicht
zeitlichen Darstellung der verschiedenen in
Maschine vorhandenen Bewegungen ausgehen.
Darstellung erstreckt sich im allgemeinen auf
Umdrehung der Maschine als zweckmäßige E
für die Zeit. Aus Abb. 18 bis 21[1]) sind die
schiedenen Möglichkeiten der zeitlichen Darstellun
einzelnen Bewegungen ersichtlich. Abb. 20 und 21 ges
zugleich auch die Wege mit darzustellen. Eigentlich m
sich diese Wege auf die einzelnen Organe der Mas
beziehen; dann wird sich aber die Hub-Zeit-Scha
in den wenigsten Fällen mit der entsprechenden F
der Bewegungs-Schaulinie decken.

Die Bewegung der Schubkurvenrolle ist gege
zu betätigenden Teil der Maschine meist übersetzt, u
vorzugsweise in den Grenzen 1 : 2,5 bis 1 : 3,5. In
dessen ergibt sich oft erst eine ausführbare Kurve
ohne zu scharfe Spitze oder zu große Steilheit. Auße
erzielt man dadurch eine Minderung der Massenwir
Weiterhin wird die Bewegung der Rolle durch di
Organ bewegenden Zwischenglieder mehr oder we
verzerrt. Das ist in ganz geringem Maße der Fall,
man Schubstangen nach Abb. 3 bis 7 anwendet. Hie
nügt es, nach Ermittlung von Hubzeit und Rollenhu
Kurven unmittelbar unter Annahme eines bestimmte
wegungsgesetzes ohne Rücksicht auf Hebellängen us
ermitteln. Dagegen erfährt die Kurve bei Annahme
Schwinghebels immer eine so beträchtliche Verzer
daß die Ermittlung der Kurve nur unter Berücksichti
des Schwingungsmittels und der Hebellängen vor
gehen darf. Die Konstruktion der Hub-Zeit-Scha
selbst ist im allgemeinen nur bei Trommelkurven
weil diese Schaulinie die Abwicklung der Mantelk
darstellt.

[1]) *Gerhard Schaudt:* „Die Schubkurventriebe", Stuttgart 192

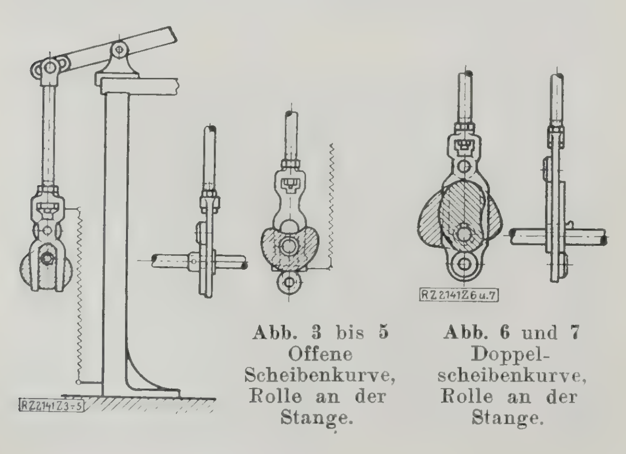


Abb. 3 bis **5** Offene Scheibenkurve, Rolle an der Stange.

Abb. 6 und **7** Doppelscheibenkurve, Rolle an der Stange.

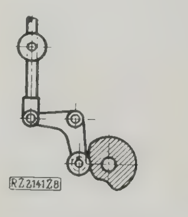


Abb. 8 Offene Scheibenkurve, Rolle am Hebel.

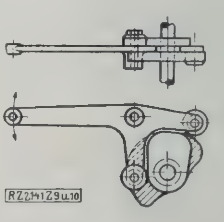


Abb. 9 und **10** Doppelscheibenkurve, Rolle am Hebel.

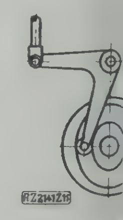


Abb. 11 Nutscheiben-kurve.

Konstruktion der Schubkurve

Abb. 22 bis 34, S. 484 und 485

Wenn wir nunmehr zur Konstruktion der Schubkurven rgehen, so ist es wohl kaum nötig, besonders darauf hin- veisen, daß es sich im Grunde um die Ermittlung der rve des Rollenmittelpunkts handelt. Stillschweigend rd gewöhnlich angenommen, daß die Rolle nach der ben Hubzeit den halben Hub erreicht. Sehr oft wird Kurvenkonstruktionen das Gesetz der harmonischen wingung zu Grunde gelegt. Daneben verwendet man a gleichwertig die Schwingung mit gleichförmiger Be- sleunigung und Verzögerung, die wir der Kürze wegen parabolische Schwingung bezeichnen wollen. In Abb. 22 d 23 sind für die harmonische, in Abb. 24 und 25 für parabolische Schwingung die Konstruktion der Kurven wie die Schaulinie für die Geschwindigkeit und Beschleu- ung der Rollenbewegung unter Annahme der Rolle an Stange dargestellt.

In Abb. 26 ist unter Voraussetzung parabolischer hwingung die Konstruktion der Schubkurve für den Fall s Schwinghebels wiedergegeben. Vielfach besteht noch die ung, den Rollenhebel so anzunehmen, daß das Rollen- ttel auf einem durch das Wellenmittel gehenden Kreis swingt. Im allgemeinen ist es aber viel besser, wenn beiden Grenzlagen des Rollenmittels auf einem Durch- sser der Schubkurvenwelle liegen. Wenn mehrere hwinghebel auf einer Achse sitzen, kann man diese rderung natürlich nur ungefähr einhalten. Die Kon- uktion der Abwicklung einer Trommelkurve zeigt b. 27 für parabolische Schwingung.

Aus der Erfahrung heraus hat sich bis jetzt bei den Packmaschinenbau benutzten Drehzahlen keine Über- enheit des einen oder anderen Gesetzes beobachten sen. Wissenschaftliche Untersuchungen an ausge- rten Schubkurventrieben sind bis jetzt nicht bekannt worden. Sie wären sehr wertvoll, da die Frage, nach lchem Gesetz Schubkurven überhaupt am vorteilhaf- ten konstruiert werden sollen, bis heute offen ist. Im ufe der Jahre ist im deutschen Schrifttum eine Reihe oretischer Abhandlungen erschienen. Ganz abweichend von geht man in Amerika vor, wie aus dem Buche *Fur- ms Cams* (New York 1921) zu ersehen ist. Ich gebe in wissen Fällen dem Gesetz der parabolischen Schwin- ng den Vorzug, weil sich damit besondere Aufgaben hr einfach lösen lassen.

In Abb. 28 und 29 ist die Kurvenkonstruktion für den ll dargestellt, daß man die übliche Voraussetzung, nach r halben Zeit den halben Hub erreichen zu wollen, fallen ßt. So kann man eine brauchbare Hubkurve konstruieren, nn sich unter den üblichen Annahmen in der Gegend des heitelkreises keine stetige Kurve ergibt. In dem Beispiel rch Abb. 28 und 29 ist die Beschleunigungszeit zu nem Viertel, die Verzögerungszeit zu drei Vierteln r ganzen Hubzeit angenommen. Dabei ist die ubzeit in Abb. 29 durch die doppelte Hubstrecke rgestellt. Im Wendepunkt der Kurve erhält man nn eine Tangente unter 45°. Diese einfache Er- nntnis ist in Abb. 30 und 31 verwertet. Es war die fgabe gestellt, eine Schubkurve zu konstruieren, die die lle während eines bestimmten Teiles des Gesamthubes rt gleichförmiger Geschwindigkeit bewegt. Gelegentlich tt auch die Aufgabe auf, eine Schubkurve zu konstruie- n, wenn neben Hubzeit und Gesamthub ein Zwischen- nkt Z nach Hub h_z und Zeit t_z gegeben ist, wie es ein in

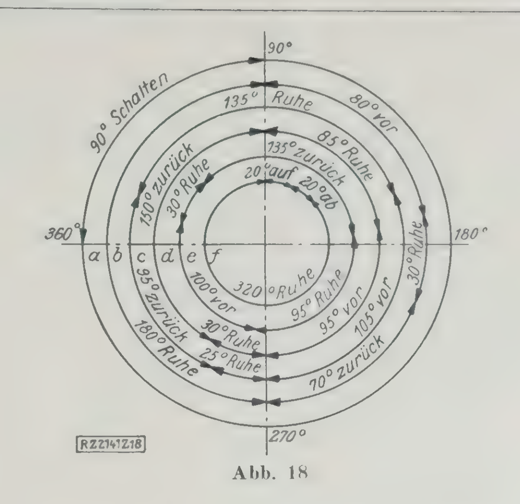


Abb. 18

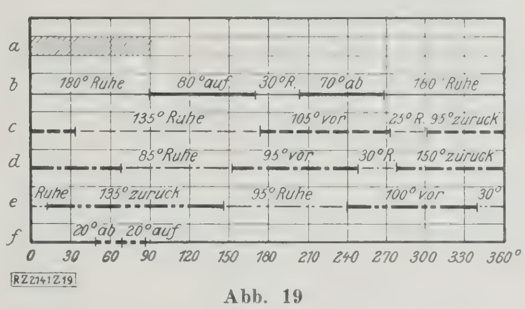


Abb. 19

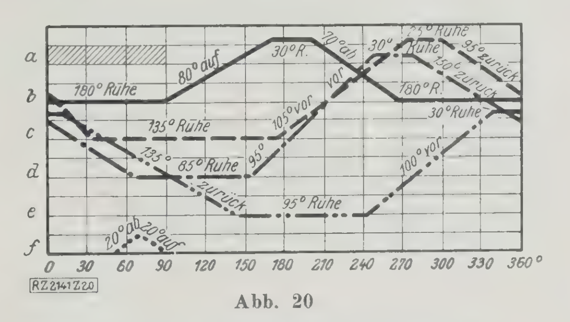


Abb. 20

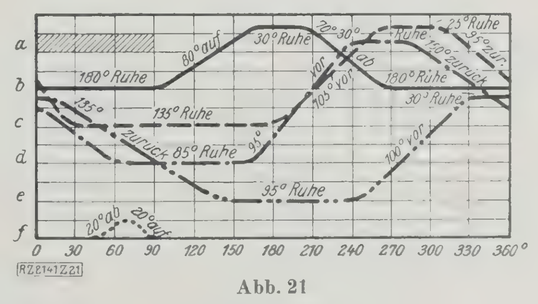


Abb. 21

Abb. 18 bis 21
Bewegungsschaulinie einer Verpackmaschine.

a Schalter
b Unterstempel
c Einschubstempel
d Gegenstempel
e Querschieber
f Fühler

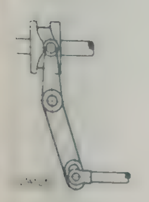


Abb. 12
eschlossene Trommelkurve.

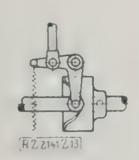


Abb. 13
Offene Trommelkurve.

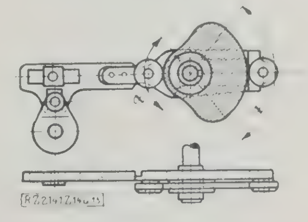


Abb. 14 und 15
Einfache Scheibenkurve, Formschluß mittels zweier Rollen.

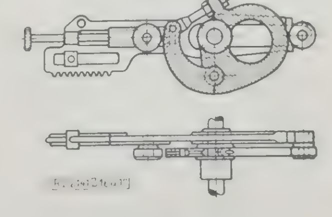
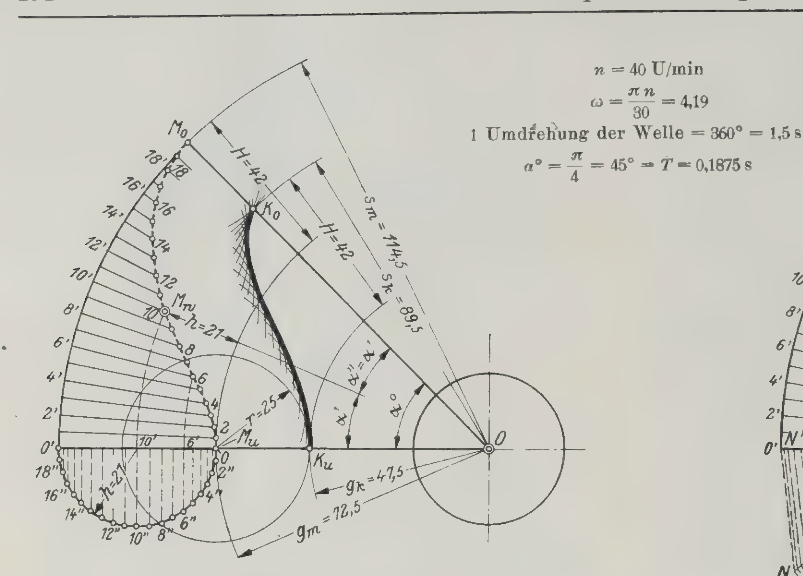


Abb. 16 und 17
Verstellen des Rollenhubes an einer Abfüllmaschine.



$n = 40$ U/min

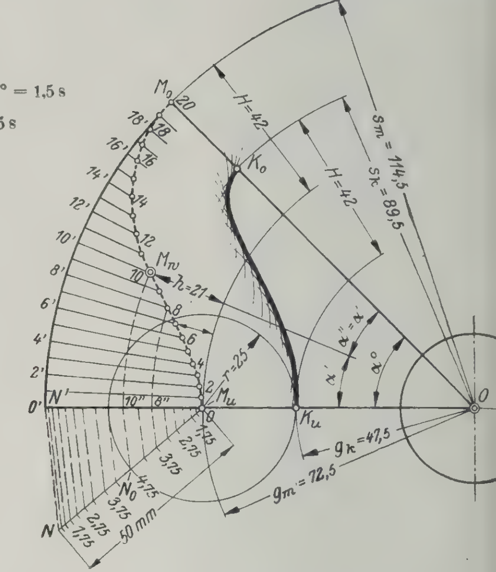
$\omega = \frac{\pi n}{30} = 4{,}19$

1 Umdrehung der Welle = 360° = 1,5 s

$\alpha° = \frac{\pi}{4} = 45° = T = 0{,}1875$ s

Rechnerisch Hub $s = h\,(1 \pm \sin \delta)$

Setzen wir	δ = 90°	81°	72°	63°	54°	45°	36°	27°	18°	9°	0°
so wird	s = 0	0,3	1,0	2,3	4,0	6,1	8,6	11,5	14,5	17,7	21



Parametergleichung der Hubkurve $2\,p\,y = x^2$

Setzt man (für Punkt W) $x = 10$, $y = 21$, so wird $2\,p = 4{,}76$

Damit wird für	x = 1	2	3	4	5	6	7	8	9
	y = 0,2	0,8	1,9	3,4	5,3	7,6	10,3	13,5	17,0

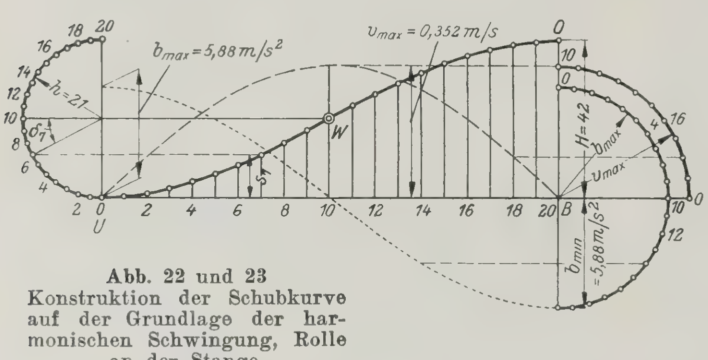


Abb. 22 und 23
Konstruktion der Schubkurve auf der Grundlage der harmonischen Schwingung, Rolle an der Stange.

$v_{\max} = \frac{\pi}{2\,t}\,h = 0{,}352$ m/s; $b_{\max} = \left(\frac{\pi}{2\,t}\right)^2 h = 5{,}88$ m/s².

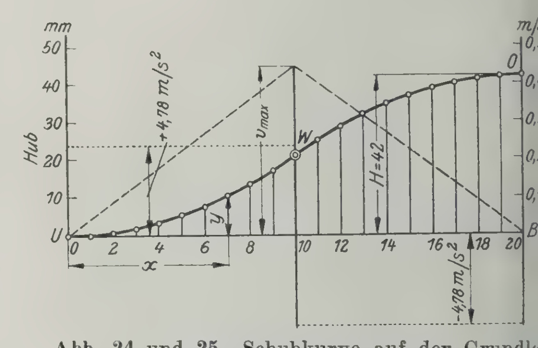


Abb. 24 und 25. Schubkurve auf der Grundla… der parabolischen Schwingung, Rolle an der Stan…

Wenn $h = \frac{H}{2}$ und $t = \frac{T}{2}$, so wird $h = \frac{1}{2}\,b\,t^2 = 0{,}021$ m

$v_{\max} = 2\,\frac{h}{t} = 0{,}448$ m/s $= b\,t$; $b_{\max} = 2\,\frac{h}{t^2} = 4{,}78$ m/s².

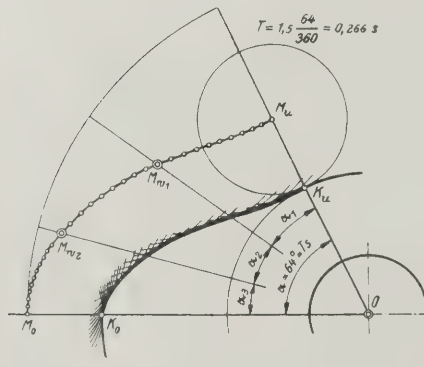
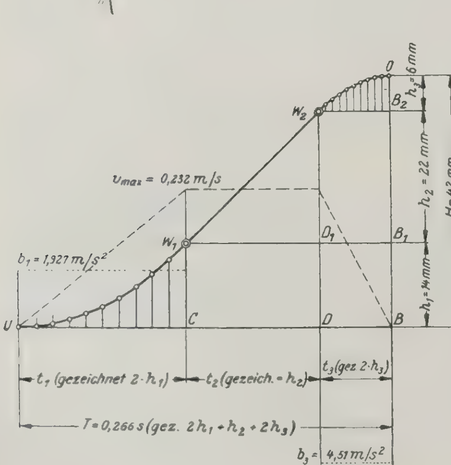


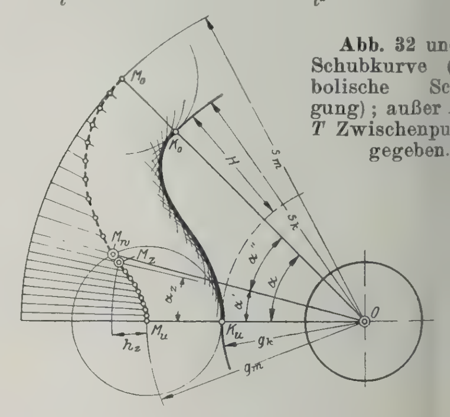
Abb. 30 und 31 (links)
Schubkurve (parabolische Schwingung), wenn die Rolle während einer bestimmten Zeit mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegt werden soll.



Buchstabenerklärung zu Abb. 32 bis 33:

- O Wellenmittel
- g_k Halbmesser des Kurvengrundkreises
- s_k Halbmesser des Kurvenscheitelkreises
- g_m Halbmesser des Rollenmittel-Grundkreises
- s_m Halbmesser des Rollenmittel-Scheitelkreises
- r Halbmesser der Rolle
- L Länge des Rollenhebels
- β Schwingwinkel des Rollenhebels
- H Gesamthub der Rolle
- h, h_1, h_2, h_z, h_w Teilhübe der Rolle
- T Gesamtzeit für Hub H
- t, t_1, t_2, t_3, t_z Teilzeiten für die Rollenbewegung
- α Drehwinkel der Welle, entsprechend Gesamtzeit T
- α', α'', α_1, α_2, α_3 Teildrehwinkel der Welle
- K_u, K_0 Endpunkte der Schubkurve
- M_u, M_0 Endpunkte der Rollenmittelpunkt-Kurve
- v Geschwindigkeit in m/s
- b Beschleunigung in m/s²

Abb. 32 un…
Schubkurve (… bolische Sc… gung); außer … T Zwischenpu… gegeben.



$h_z = \frac{b_1}{2}\,t_z^2$, $h_w = \frac{b_1}{2}\,t_1^2$

$b_1\,t_1 = b_2\,t_2 = v_{\max}$

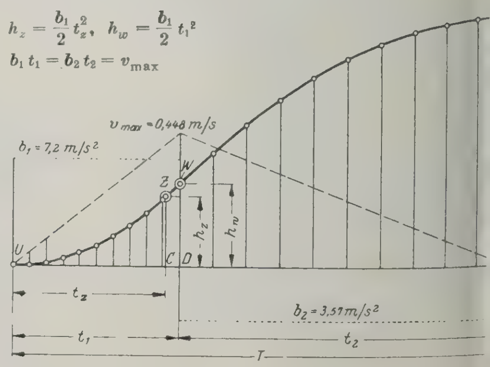
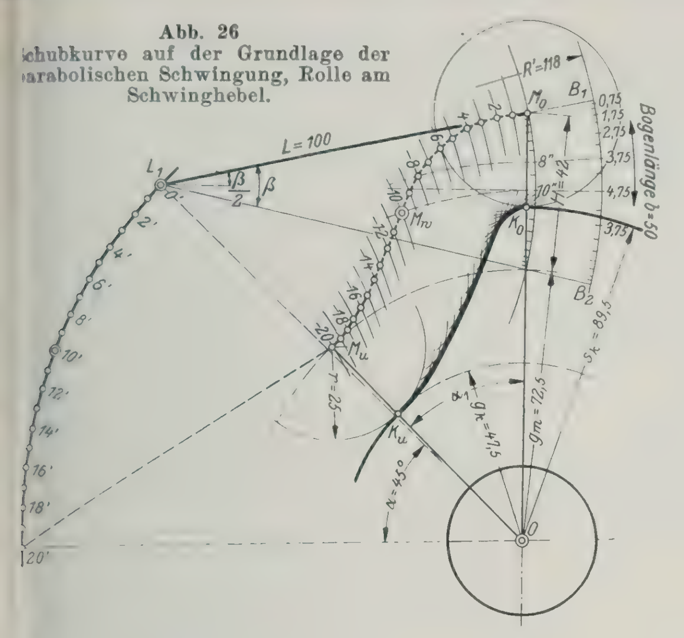


Abb. 26
Schubkurve auf der Grundlage der parabolischen Schwingung, Rolle am Schwinghebel.



$$\sin\frac{\beta}{2} = \frac{H/2}{L}, \quad \beta = 24^\circ\,14'\,40''$$

Bogenlänge $b = 50$ mm, womit $R' = \frac{50 \cdot 360^\circ}{2\pi \cdot 24^\circ\,14'\,40''} = 118$ mm

$n = 40$ U/min $\quad \omega = \frac{\pi n}{30} = 4{,}19$

1 Umdrehung der Welle = 360° = 1,5 s

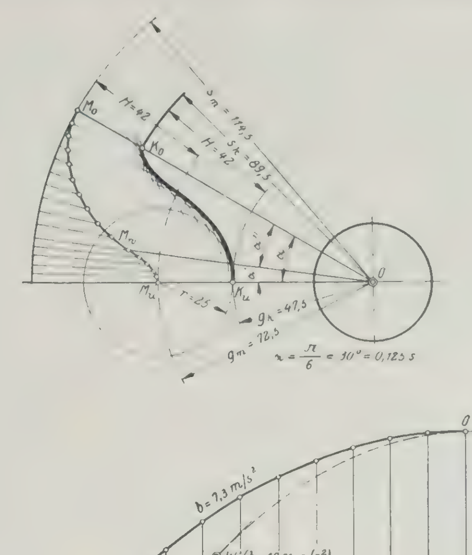
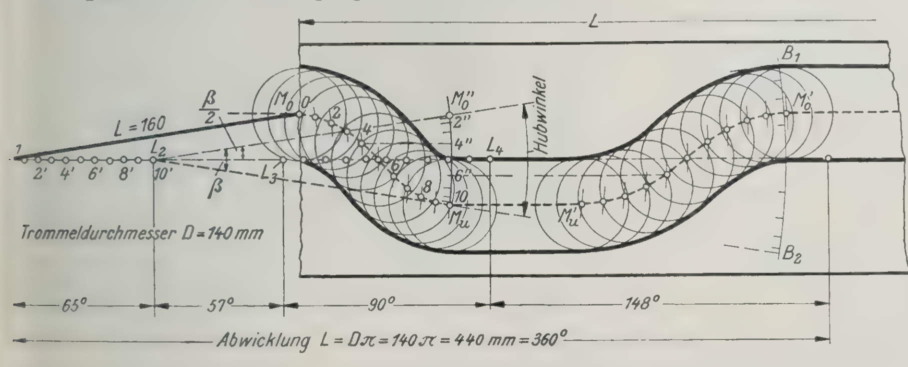


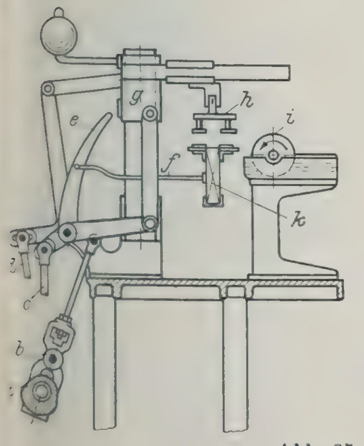
Abb. 28 und 29
Schubkurve auf Grundlage der parabolischen Schwingung. Beschleunigungszeit gleich einem Viertel der ganzen Hubzeit.

Lassen wir nach $\frac{T}{4}$ Hub $\frac{H}{4}$ erreicht sein, so wird in $2\,p\,y = x^2 \quad 2\,p = 9{,}52$.

Abb. 27
Konstruktion der Trommelkurve auf der Grundlage der parabolischen Schwingung, Rolle am Hebel.



Zu Abb. 34
a Schubkurve
a_1 konstruierte Schubkurve
b_1, b_2 Rollen
c_1, c_2 Rollenhebel
d_1, d_2 Schwingmittel
e_1, e_2 Schwingkolbenbahn
f_1, f_2 Meßräume
g Regelspindel
h Handrad



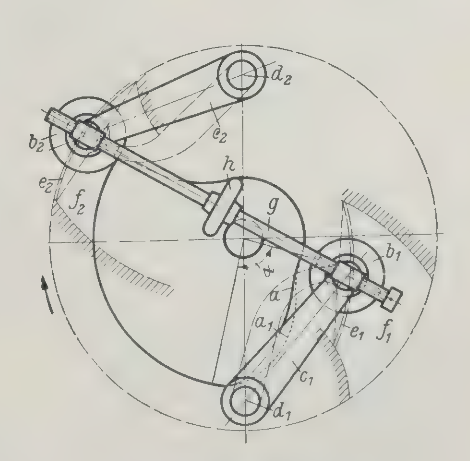


Abb. 35 und 36
Auslösung des Leimauftrages in einer geradlinigen Füll- und Schließmaschine.

Kurvenscheibe, Rolle, *c* Hochbewegung, *d* Vorschub, *e* Tasterfalle, *f* Taster, *h* Leimstempel, *g* Schlitten, *i* Leimwalze, *k* Packung

Abb. 34
Verstellung des Rollenhubes an einer Abfüllmaschine bei unveränderter Kurvenscheibe.

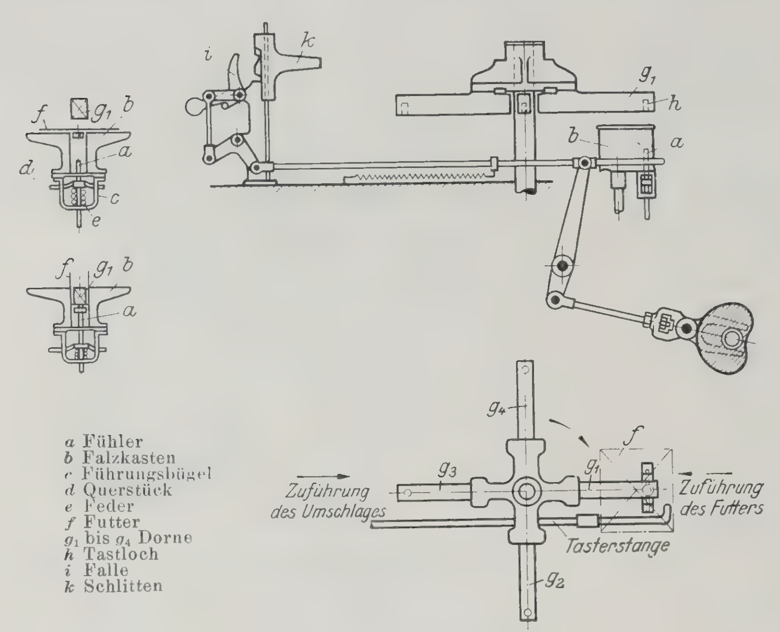


Abb. 37 bis 41
Auslösung der Zuführung eines Umschlagblattes in Abhängigkeit von der Zuführung des Futters bei Revolver-Doppelpaketmaschinen.

Abb. 32 und 33 dargestelltes Beispiel zeigt. Zur Bestimmung des Kurvenwendepunktes *W* der Hub-Zeit-Schaulinie, Abb. 33, stehen fünf einfache Gleichungen zur Verfügung.

Die Hubverhältnisse, auf Grund deren für die einzelnen Verrichtungen der Maschine die Kurvenscheiben ermittelt werden, bleiben im allgemeinen während des Gebrauchs bestehen. Sind Hubveränderungen nötig, so empfiehlt es sich in vielen Fällen, auswechselbare Kurvenscheiben zu liefern, statt von der Bedienung ein Verstellen des Gestänges zu erlangen. Eine Besonderheit bilden die nach dem Kolbensystem arbeitenden Abfüllmaschinen. Hier muß man jederzeit und sofort dem fortwährenden Schwanken des spezifischen Gewichts des Füllguts durch Änderung des Kolbenhubs folgen können. Vielfach schieht dies nach dem in Abb. 34 (siehe a Abb. 74) dargestellten Verfahren. Man hindert die Rollen, die ganze Schubkurve Grundkreis bis Scheitelkreis zu durchlau Selbstverständlich entsteht beim Auftreffen Rolle auf die Kurve ein Stoß, den man dadu mildern kann, daß man die Kurve *a* vom Gr kreis aus nach Gefühl flacher als die struierte Kurve a_1 verlaufen läßt. Damit ko man in vielen Fällen aus. Bei einer großen gerung der Drehzahl ist dies aber nicht möglich. Man stellt dann eine Scheibenku her, deren Arbeitskurve zum größten Teil Rücken eines um einen Punkt drehbaren He bildet, wie in Abb. 16 und 17 gezeigt ist. Di Kurvenstück wird auf Grund von Abfüll suchen am Ort der Verwendung so eingest daß sich bei vollständigem Anliegen der Ro gerade der erforderliche Größthub ergibt. dann noch nötigen Regelbewegungen zur verminderung halten sich in so engen Gren daß auch im ungünstigsten Falle der beim treffen der Rolle auf die Kurve entstehende ohne praktischen Nachteil bleibt. Hiermit man sehr günstige Ergebnisse erzielt.

Auslösen der Arbeitsverrichtung durch Taster

Damit wollen wir die allgemeinen Betrachtur über die Schubkurventriebe beenden und uns kennze nenden kinematischen Aufgaben aus dem Sonderge der Packmaschinen zuwenden. Eine besondere Be tung verdienen hier die Einrichtungen, die gescha werden, um einen Arbeitsvorgang nur dann auszulö wenn die Voraussetzungen dafür ordnungsgemäß geben sind. Im nachfolgenden sollen einige Einrich gen dieser Art betrachtet werden.

Abb. 35 und 36, S. 485, zeigen im Schnitt die Arb stelle einer geradlinigen Füll- und Schließmaschine, s auch Abb. 76, an der durch Abwärtsgehen eines Schlit der Leim auf die Kopfverschlußlappen der Packung getragen wird. Ehe dies geschieht, stellt ein durch e Schubkurventrieb gesteuerter Taster fest, ob überh eine Packung zur Vornahme dieser Verrichtung handen ist. Trifft dies zu, so wird der Taster in se Bewegung durch die Packung aufgehalten, die mit Taster gekuppelte Falle wird nicht umgelegt, und Schlitten kann seinen Hub ausführen. Ist keine Pack vorhanden, so macht die Falle ihren Sperrhub und f den Schlitten zu Beginn des Arbeitshubes ab.

Eine vollkommenere Vorrichtung dieser Art, Abb bis 41, ist an einer nach dem Grundsatz des Revol

Abb. 42
Getriebeschema für die Verschleppung des Tastvorganges gegenüber dem Verriegelungsvorgang.

a Mitnehmer, b Taster, c Feder, d Tasterstange, e Schleppriegel, f Nase, g Träger des Arbeitsorganes, h Antriebhebel

Zu Abb. 43 bis 46:
a Antrieb für Hochbewegung der Tragschiene
b Vorschubrohr
c Festhaltwelle
d Kulisse für Tragschiene
e Tragschiene
f Vorschubbecher
g Festhaltbecher
h Paketführung
i Packung
k Kulisse f. Vorschub-Schwenkbewegung
l Kulisse für Festhaltbewegung
m Antrieb für Längsbewegung des Vorschubrohres b
n Antrieb f. Vorschub-Schwenkbewegung

Abb. 43 bis 46
Ruckweiser Vorschub in einer geradlinigen Füll- und Schließmaschine.

...fes an Werkzeugmaschinen arbeitenden Doppelpaketmaschine angebracht, s. a. Abb. 76 und Titelbild. Die Vorrichtung soll nur dann ein Umschlagblatt zuführen, wenn die innere Packungshülse (Futter) vorher gebildet worden ist. Dieses Futter wird dadurch gebildet, daß ein Falzkasten, auf dem das Futterblatt liegt, hoch geht und um einen Dorn g_1 das Blatt schlauchartig herumlegt, s. a. Titelbild. Gegen Ende des Falzkastenhubes drückt das Futterblatt einen am Falzkasten senkrecht und federnd aufgehängten Fühler zurück, wozu nur eine geringe Kraft nötig ist. Ist kein Futterblatt vorhanden, so tritt der Fühler in ein am Dorn vorhandenes Tastloch. Eine wagerecht sich bewegende Stange tastet sodann nach der Stellung des Fühlers. Nach dem Ausfall dieser Bewegung erfolgt oder unterbleibt die die Zuführung des Umschlags bewirkende Arbeitsbewegung. Da hier Tastgestänge und Falle ebenfalls kraftschlüssig verbunden sind, kann nach eingetretener Sperrung des Arbeitshebels das Tastgestänge sich sofort wieder zurückbewegen.

Muß die Tastbewegung früher erfolgen, als die Verriegelung möglich ist, so kann man eine Anordnung nach Abb. 42 treffen. Hier betätigt die Tasterstange einen besonderen Schleppriegel. Der Rückwärtsgang der Tasterstange erfolgt in zwei Absätzen, zunächst um die Packung freizugeben, später um den Schleppriegel in seine Ausgangslage zurückzuschieben.

Vielfach kann der Schubkurventrieb zum Betätigen des Tastvorganges fortfallen. Dann löst das Werkstück selbst durch seinen Vorschub den nächsten Arbeitsgang aus. Ein Beispiel hierfür ist die sogenannte „rotierende Blattzuführung", Abb. 51. Das aus dem Stapel herausbeförderte unterste Blatt soll unterwegs durch eine Andrückwalze an sich drehende Leimwalzen gedrückt und beleimt werden. Die Bewegung der Andrückwalze darf nur dann erfolgen, wenn tatsächlich ein Blatt unterwegs ist. Die Einrichtung ist so getroffen, daß die Bewegung der Andrückwalze so lange durch eine Sperrfalle verriegelt bleibt, bis ein Blatt beim Durchgang durch das Förderwalzenpaar einen Fühler niederdrückt und dadurch die Sperrfalle außer Eingriff bringt.

Getriebe für die Vorschubbewegung der Werkstücke

Mit diesem Beispiel sind wir bereits in einen neuen Abschnitt geführt worden, die Einrichtungen zum Vorschub der Werkstücke. Aus der großen Fülle der Möglichkeiten seien nur einige Beispiele ausgewählt, die eine besondere Eigenart aufweisen. Der Vorschub der Packung in einer geradlinigen Füll- und Schließmaschine ist in Abb. 43 bis 46 dargestellt, siehe auch Abb. 76. Die Aufgabe besteht hier darin, die Packungen innerhalb einer geraden Führung absatzweise unter gleichzeitigem geringen Hochheben vorwärtszuschieben und während des Stillstandes zur Vornahme der Arbeitsverrichtung festzuhalten. Die Abbildungen zeigen, wie die Aufgabe mit Hilfe von drei Schubkurventrieben gelöst wurde.

Eine Weiterentwicklung dieses Vorschubs ist in Abb. 47 bis 50 angegeben. Diese Konstruktion ist dadurch bedingt, daß der Füllvorgang in der Maschine auf folgende Weise erfolgen mußte. Auf einer Vorfüllstelle erfolgt bei jeder Umdrehung der Maschine die Grobfüllung in die stillstehende Packung. Je zwei vorgefüllte Packungen werden gleichzeitig auf zwei Auswiegestellen gebracht, wo ihnen während zweier Umdrehungen der Maschine so lange Füllgut zugeführt wird, bis der Waagbalken ausschlägt und die Zufuhr absperrt. Die beim gewöhnlichen Vorschub, Abb. 43 bis 46, zur Verfügung stehende Stillstandzeit hätte zur Vornahme dieser Auswiegung nicht ausgereicht. Nach vollzogenem Auswiegen werden die zwei Packungen gleichzeitig weitergeschoben und gelangen dann anschließend in den gebräuchlichen Vorschub, Abb. 43 bis 46. Das Schema für diesen neuartigen Vorschub ist in Abb. 50 wiedergegeben. Die Lösung der Aufgabe selbst ist gelungen mittels einer mit der halben Geschwindigkeit der Maschine laufenden Welle, auf welcher drei Kurvenscheiben sitzen.

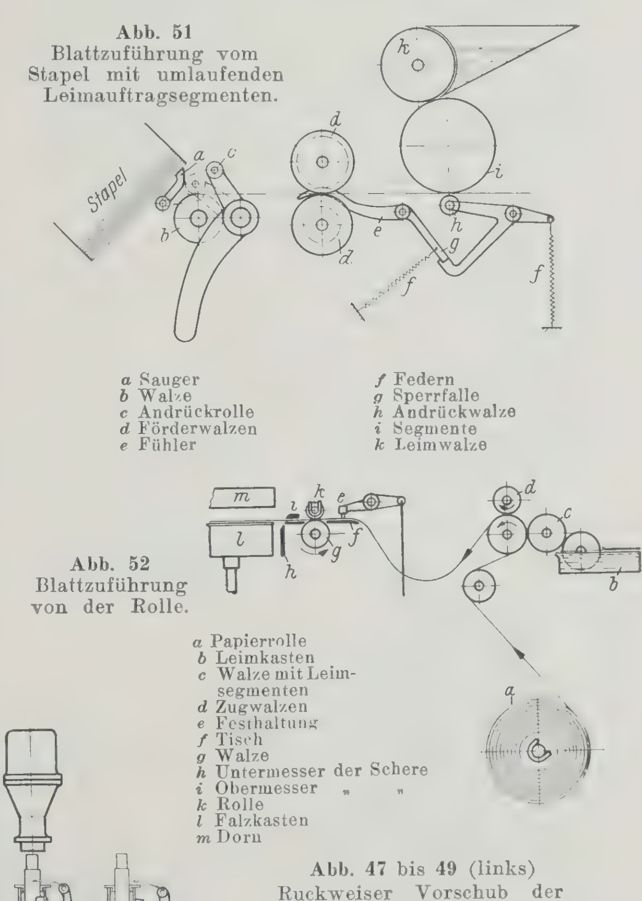


Abb. 51 Blattzuführung vom Stapel mit umlaufenden Leimauftragsegmenten.

a Sauger
b Walze
c Andrückrolle
d Förderwalzen
e Fühler
f Federn
g Sperrfalle
h Andrückwalze
i Segmente
k Leimwalze

Abb. 52 Blattzuführung von der Rolle.

a Papierrolle
b Leimkasten
c Walze mit Leimsegmenten
d Zugwalzen
e Festhaltung
f Tisch
g Walze
h Untermesser der Schere
i Obermesser „ „
k Rolle
l Falzkasten
m Dorn

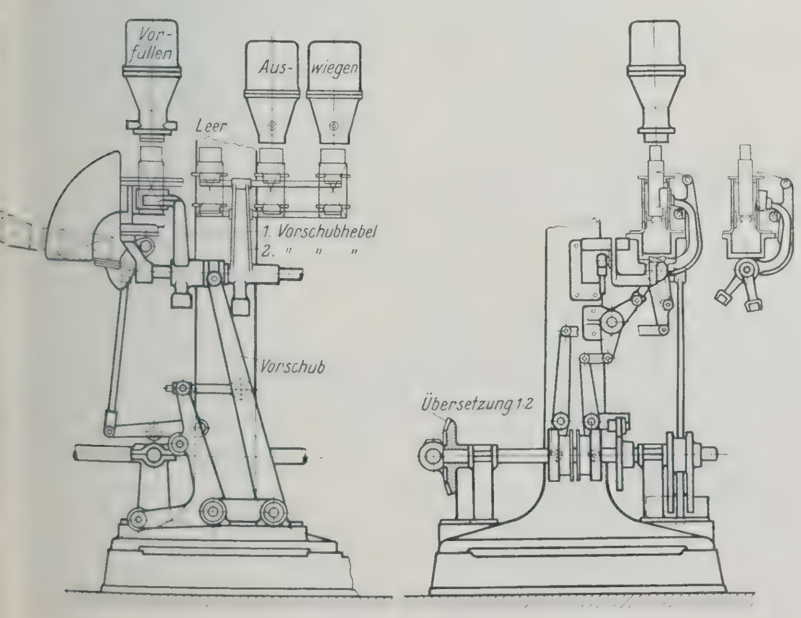
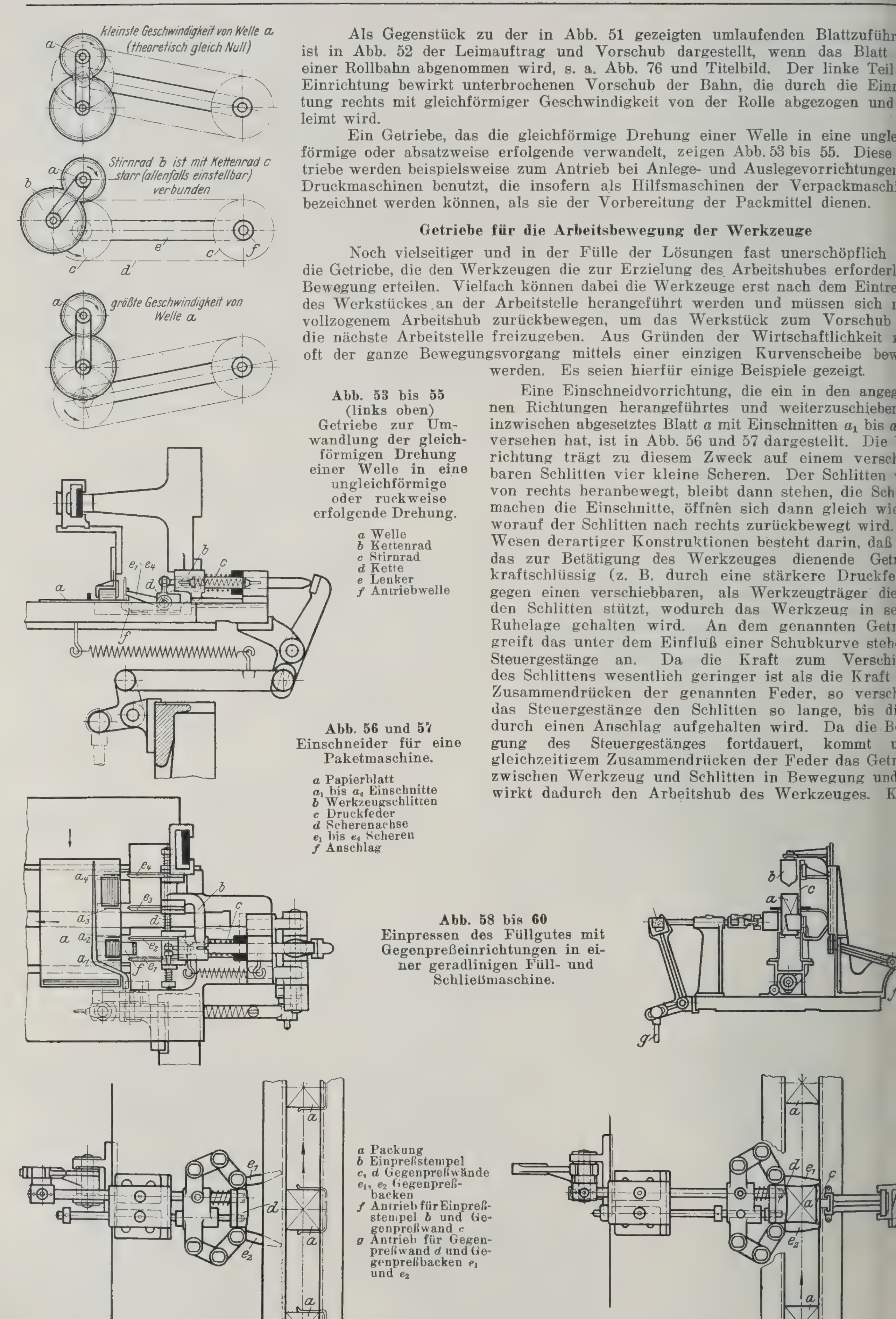


Abb. 47 bis 49 (links) Ruckweiser Vorschub der Packung in einer geradlinigen Füll- und Schließmaschine mit einer Vorfüllstelle und zwei gleichzeitig arbeitenden Auswiegestellen.

Vorfüllen	Leer	Auswiegen	Auswiegen	Leer	1. Schließstelle	2. Schließstelle
{1}						
{2}	{1}					
{3}		{2}	{1}			
{4}	{3}	{2}	{1}			
		{4}	[illegible]	{2}	{1}	
		{4}	{3}		{2}	{1}
				{4}	{3}	{2}
					{4}	{3}

Abb. 50. Schema des Vorschubes, Abb. 47 bis 49.



Als Gegenstück zu der in Abb. 51 gezeigten umlaufenden Blattzuführ ist in Abb. 52 der Leimauftrag und Vorschub dargestellt, wenn das Blatt einer Rollbahn abgenommen wird, s. a. Abb. 76 und Titelbild. Der linke Teil Einrichtung bewirkt unterbrochenen Vorschub der Bahn, die durch die Einr tung rechts mit gleichförmiger Geschwindigkeit von der Rolle abgezogen und leimt wird.

Ein Getriebe, das die gleichförmige Drehung einer Welle in eine ungle förmige oder absatzweise erfolgende verwandelt, zeigen Abb. 53 bis 55. Diese triebe werden beispielsweise zum Antrieb bei Anlege- und Auslegevorrichtungen Druckmaschinen benutzt, die insofern als Hilfsmaschinen der Verpackmaschi bezeichnet werden können, als sie der Vorbereitung der Packmittel dienen.

Getriebe für die Arbeitsbewegung der Werkzeuge

Noch vielseitiger und in der Fülle der Lösungen fast unerschöpflich die Getriebe, die den Werkzeugen die zur Erzielung des Arbeitshubes erforderl Bewegung erteilen. Vielfach können dabei die Werkzeuge erst nach dem Eintre des Werkstückes an der Arbeitstelle herangeführt werden und müssen sich vollzogenem Arbeitshub zurückbewegen, um das Werkstück zum Vorschub die nächste Arbeitstelle freizugeben. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit oft der ganze Bewegungsvorgang mittels einer einzigen Kurvenscheibe bew werden. Es seien hierfür einige Beispiele gezeigt.

Eine Einschneidvorrichtung, die ein in den angeg nen Richtungen herangeführtes und weiterzuschieben inzwischen abgesetztes Blatt a mit Einschnitten a_1 bis a versehen hat, ist in Abb. 56 und 57 dargestellt. Die richtung trägt zu diesem Zweck auf einem versch baren Schlitten vier kleine Scheren. Der Schlitten von rechts heranbewegt, bleibt dann stehen, die Sch machen die Einschnitte, öffnen sich dann gleich wie worauf der Schlitten nach rechts zurückbewegt wird. Wesen derartiger Konstruktionen besteht darin, daß das zur Betätigung des Werkzeuges dienende Getr kraftschlüssig (z. B. durch eine stärkere Druckfe gegen einen verschiebbaren, als Werkzeugträger die den Schlitten stützt, wodurch das Werkzeug in se Ruhelage gehalten wird. An dem genannten Getr greift das unter dem Einfluß einer Schubkurve steh Steuergestänge an. Da die Kraft zum Verschi des Schlittens wesentlich geringer ist als die Kraft Zusammendrücken der genannten Feder, so versch das Steuergestänge den Schlitten so lange, bis di durch einen Anschlag aufgehalten wird. Da die B gung des Steuergestänges fortdauert, kommt u gleichzeitigem Zusammendrücken der Feder das Getr zwischen Werkzeug und Schlitten in Bewegung und wirkt dadurch den Arbeitshub des Werkzeuges. K

Abb. 53 bis 55 (links oben) Getriebe zur Umwandlung der gleichförmigen Drehung einer Welle in eine ungleichförmige oder ruckweise erfolgende Drehung.

a Welle
b Kettenrad
c Stirnrad
d Kette
e Lenker
f Antriebwelle

Abb. 56 und 57 Einschneider für eine Paketmaschine.

a Papierblatt
a_1 bis a_4 Einschnitte
b Werkzeugschlitten
c Druckfeder
d Scherenachse
e_1 bis e_4 Scheren
f Anschlag

Abb. 58 bis 60 Einpressen des Füllgutes mit Gegenpreßeinrichtungen in einer geradlinigen Füll- und Schließmaschine.

a Packung
b Einpreßstempel
c, *d* Gegenpreßwände
e_1, e_2 Gegenpreßbacken
f Antrieb für Einpreßstempel *b* und Gegenpreßwand *c*
g Antrieb für Gegenpreßwand *d* und Gegenpreßbacken e_1 und e_2

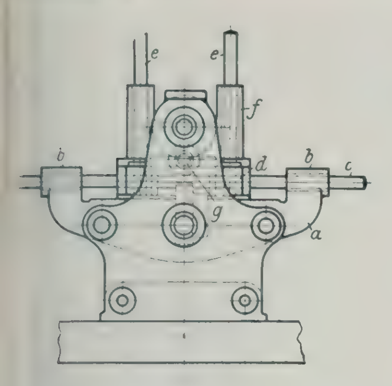


Abb. 61
Maschine zum Bearbeiten (Stanzen u. a.) einer mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegten Stoff- oder Papierbahn.

a Gestell
b Führungsaugen
c wagerechte Führungstange
d Schlitten (Matrizenträger)
e senkrechte Führungstangen
f Schlitten (Stanzwerkzeugträger)
g umlaufender Antriebkurbelzapfen

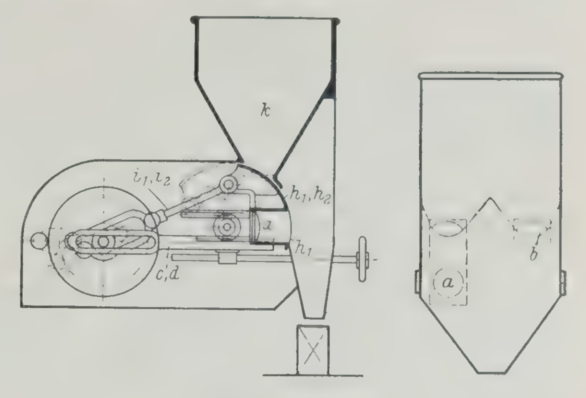


Abb. 62 und 63
Kolbenabfüllmaschine mit zwei abwechselnd schwingenden Zylindern.

a, *b* Meßkolben *c*, *d* Schubkurventriebe für die Meßkolben *e* Schwinge *f* verstellbarer Drehpunkt der Schwinge *g* Handrad h_1, h_2 Meßtrommel i_1, i_2 Schubkurventriebe für die Meßtrommel *k* Vorratsraum

us Steuergestänge seine Bewegung um, so erfolgt zust die Rückbewegung des Werkzeuges und dann die ückbewegung des Schlittens.

Die Arbeitstelle einer geradlinigen Füll- und Schließaschine ist in Abb. 58 bis 60 dargestellt. Ein Druckempel preßt den Inhalt einer gefüllten, offenen Packung usammen, während gleichzeitig die Packung von vier eiten umschlossen wird, damit die Wände der Packung ch nicht ausbauchen. Zum Antrieb der ganzen Einrichng sind nur zwei Schubkurventriebe erforderlich.

In Abb. 61 zeigt ein auf einem hin und her gehenden chlitten angeordnetes, ab und auf gehendes Stanzwerkeug, das an einer mit gleichförmiger Geschwindigkeit ewegten Papierbahn die erforderlichen Ausschnitte ausanzt. Der Antrieb erfolgt am Werkzeugträger mittels nes Kurbelhebelzapfens, dessen Umfangsgeschwindigeit gleich der Geschwindigeit der Papierbahn ist. Daurch erreicht man, daß in em Augenblick des Stanzens as Stanzwerkzeug relativ zur 'apierbahn stillsteht.

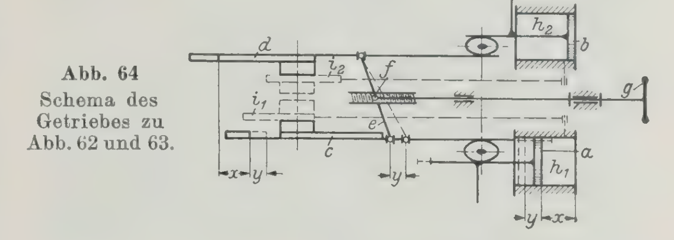


Abb. 64
Schema des Getriebes zu Abb. 62 und 63.

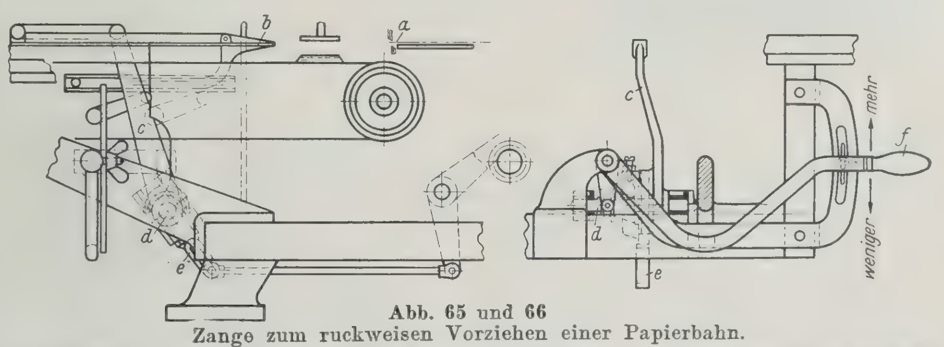


Abb. 65 und 66
Zange zum ruckweisen Vorziehen einer Papierbahn.

a Papierbahn *b* Zange *c* Schwinge *d* Drehpunkt der Schwinge *e* Antriebkurbel *f* Verstellhebel

Regel- und Verstelleinrichtungen

Recht bemerkenswerte ki- ematische Aufgaben stellen ielfach die Regel- und Vertelleinrichtungen dar, die chon vorher erwähnt worden ind. Auf die Eigenart dieser inrichtungen sei an der Hand iniger Beispiele hingewiesen.

Abb. 62 bis 64 zeigen eine Kolbenabfüllmaschine mit wei abwechselnd schwingenen Kolben *a* und *b*. Das etriebe, das den Hub für eide Kolben gleichzeitig reelt, ist schematisch in Abb. 64 iedergegeben. Die beiden en Kolbenhub bewirkenden chubkurventriebe sind durch inen Schwinghebel gekuppelt, essen Drehpunkt durch Drehen eines Handrades verschoen werden kann.

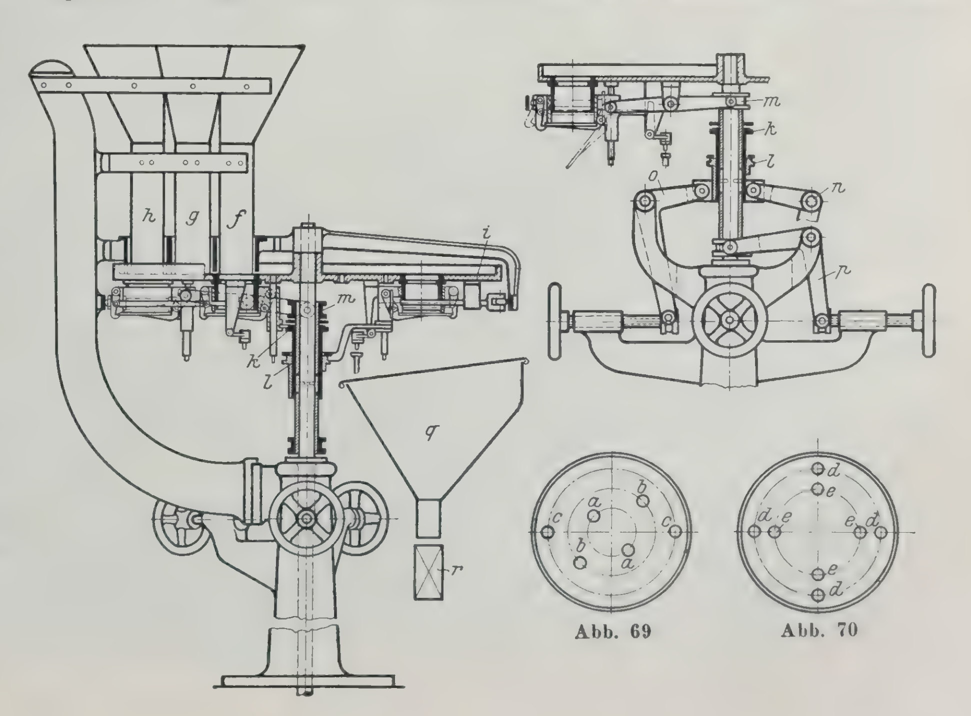
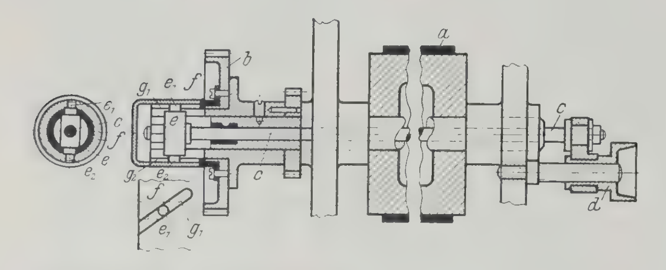


Abb. 67 bis 70
Tellerabfüllmaschine zum gleichzeitigen Abfüllen zweier Arten von Füllgut.

a bis *e* Meßräume, dem gleichen Füllgut zugeordnet
f, *g*, *h* Füllgutzuführungen für Meßräume *a* bis *e*
i Teller
k Verstellmuffe für Meßräume *a*
l " " " *b*
m " " " *c*
n, *o*, *p* Verstellgetriebe mit Handrädern
q Abschütttrichter
r Packung



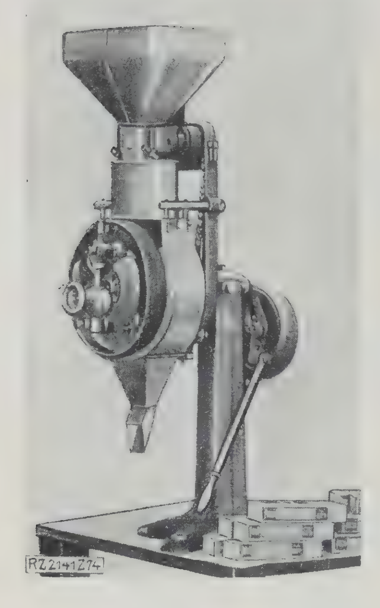


Abb. 71 bis 73 (oben) Stellvorrichtung für die Formwalzen einer Mehrfarben-Umlaufdruckmaschine.

a Formwalze
b Antriebzahnrad
c Regelstange
d Handrad
e Kupplungsstück mit Zapfen e_1 und e_2
f Muffe mit Schlitzen g_1 und g_2

Abb. 74 Abfüllmaschine für sandiges oder mehlartiges Füllgut.

Eine Zange zum ruckweisen Vorziehen einer Papie bahn zeigt Abb. 65 und 66. Der Hub dieser Zange soll in engen Grenzen während des Betriebes verstellt we den können. Die Aufgabe wurde in der Weise gelö daß man den Hebelarm des Antriebhebels, an den d Gestänge des Schubkurventriebes angreift, in eng Grenzen während des Laufs der Maschine verände kann.

Eine etwas verwickeltere Aufgabe ist in Abb. bis 70 dargestellt. Hier handelt es sich um eine Tell abfüllmaschine, deren stetig umlaufender Teller eine A zahl Füllräume trägt, die aus zwei ineinander verschie baren und durch eine Klappe abgeschlossenen Zylinde bestehen. Durch Anordnen der Abfüllräume nach Abb. können drei Arten Füllgut in gleichmäßigem Wechs abgemessen werden. Bei der Anordnung nach Abb. kann man gleichzeitig zwei Arten Füllgut getrennt a füllen, die im Augenblick der Abgabe zu einem Mischg siehe auch Abb. 76, zusammengegeben werden sollen. D Aufgabe bestand darin, die Regelung jeder Füllgutso für sich und gleichzeitig für alle dem gleichen Füllgut z geordneten Abfüllräume zu bewirken. Abb. 67 und zeigen die Lösung, wie sie für die Aufgabe nach Abb. gefunden wurde.

Als letztes Beispiel dieser Art sei in Abb. 71 bis die Einrichtung gezeigt, die an Mehrfarben-Rotation druckmaschinen während des Betriebes ein Vor- od Zurückstellen der Formwalzen gestattet, wenn das R gister nicht genau stimmt. Die Lösung besteht dari daß Antriebzahnrad und Formzylinder nicht unmittelb miteinander gekuppelt sind, sondern mittels zweier schrägen Schlitzen geführter Stifte, so daß beim Ve schieben der Stifte in axialer Richtung ein Verdreh des Formzylinders gegenüber dem Antriebzahnrad ei tritt.

Abb. 76 Anlage zur Herstellung von Doppelpackungen mit Tellerabfüllmaschine zum Abfüllen von Mischkaffee und Abfüllmaschine zum Abmessen von Kaffee-Ersatz.

a Hersteller der Packungen *b, c* Abfüllmaschinen *d* Schließvorrichtung *e* Auslauf

Ausgeführte Anlagen

Zum Schlusse seien noch einige kennzeichnende Bauten von Verpackmaschinen gezeigt. Abb. 74 stellt ne Abfüllmaschine[2]), siehe auch Abb. 34, dar, um Füllıt sandiger oder mehliger Beschaffenheit fortlaufend in eichen Mengen abzumessen. Die Packungen, die die ıgemessenen Füllgutmengen aufnehmen, werden von and her- und weggebracht. Eine Anlage zum Abfüllen ın Scheuerpulver und ähnlichem zeigt Abb. 75. Die Ab llmaschine *a* ist nach den in Abb. 62 bis 64 dargestelln Grundsätzen aufgebaut. Die gefüllten Dosen, auf die an mit der Hand die Verschlußdeckel aufsetzt, werden ın der Schließmaschine *b* selbsttätig geschlossen. Eine nlage, wie sie zum wahlweisen Abpacken von Mischıffee oder Kaffee-Ersatz geliefert wurde, zeigt Abb. 76. ie Maschine *a* stellt die füllfertigen Doppelpackungen, stehend aus Innenbeutel und Papphülle, her. Die lange aschine füllt und schließt die Packungen. Zum Abmesın des Mischkaffees dient eine Tellerabfüllmaschine *b*, ren Schema in Abb. 67 bis 70 erläutert ist. Zum Abmesn des Kaffee-Ersatzes dient eine Abfüllmaschine *c* nach bb. 74. Eine Anlage zum Abpacken von Malzkaffee und rgl. in Beuteldoppelpackungen zeigt das Titelbild. Die aschine stellt die offenen, füllfertigen Beutel her und t mit einer nach den Grundsätzen des Revolverkopfes an 'erkzeugmaschinen gebauten Füll- und Schließaschine durch eine selbsttätige Vorschubeinrichtung rbunden. Das Füllgut wird hier nicht nach Mengen ıgefüllt, sondern durch drei wechselweise arbeitende lbsttätige Waagen abgewogen.

Entwicklungsaufgaben

Vielfach mußten Andeutungen genügen, um wenigens skizzenhaft erkennen zu lassen, welcher Art die ı Verpackmaschinenbau auftretenden Getriebefragen nd. Manche Punkte blieben zunächst unerwähnt. Wenn e Ausführungen eine tiefergehende Ordnung vermissen ssen, so liegt das an der Ausdehnung, der Vielseitigkeit ıd der raschen Weiterentwicklung dieses Gebietes. iele kinematische Aufgaben auf diesem Gebiet sind von inen Praktikern, den Leuten aus der Werkstatt, in rbildlicher Weise gelöst worden. Aber wie auf den eisten Gebieten ist jetzt die Planung und Gestaltung eser Maschinen fast ganz in die Hand besonderer Konrukteure übergegangen. Der technische und wirthaftliche Erfolg ihrer Tätigkeit hängt neben andern ichtigen Punkten von ihrem getriebetechnischen önnen ab. Die Absolventen der technischen Schulen rschiedenen Grades neigen dazu, derartige Sondergebiete s nicht vollberechtigt und ihrer Aufmerksamkeit nicht ürdig anzusehen. Wer sich aber vorurteilsfrei und mit iebe solchen Sondergebieten zuwendet, wird persönlich el Entwicklungsmöglichkeit und Befriedigung finden. 'er von der Schule eine gute Ausbildung in der Getriebehre mitbringt, wird gar bald spüren, wie sie ihm die ähigkeit gibt, die fast täglich auftretenden kinematihen Aufgaben in ihrem Wesenskern zu erfassen und ı Zwanglauf folgerichtigen Vorgehens rasch in auchbarer Form zu lösen. Es besteht kein Zweifel, ıß die Weiterentwicklung der Technik gerade auf lchen Gebieten an den Konstrukteur immer neue und eigende Anforderungen stellen wird. Daher möchte h die Ausführungen des jüngst verstorbenen Fabrikanın *Hugo*[3]), der sehr wertvolle Entwicklungsmöglichiten der Getriebelehre aufzeigte, unterstreichen. Bis er diese Dinge reifen, ist es wichtig, daß jetzt schon ı den technischen Schulen, voran an den technischen ochschulen, die Getriebelehre als wertvolles Lehrfach tsprechend zur Geltung kommt. Dabei scheint mir ıßerordentlich wichtig, den Vorlesungen Übungen anzugliedern, in denen bestimmte Aufgaben, für welche die Praxis Anregung genug bietet, kinematisch gelöst oder vorhandene Lösungen einer kinematischen Kritik unterzogen werden. [B 2141]

[2]) DRP Nr. 415516.
[3]) „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) Heft 11 S. 523.

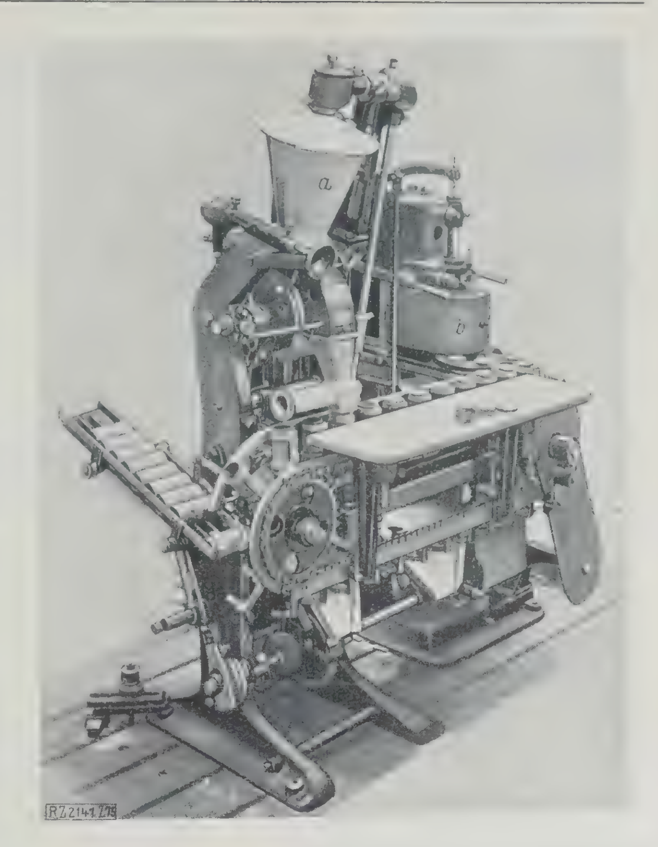


Abb. 75
Abfüllmaschine für Scheuerpulver mit selbsttätiger Schließmaschine.
a Abfüllmaschine *b* Schließmaschine

Neues Verfahren zum Erzeugen von Eis

Man hat schon wiederholt versucht, den üblichen Vorgang der Klareiserzeugung, der darin besteht, daß man in ruhenden, gekühlten Blechkasten Wasser einfach gefrieren läßt, zu beschleunigen und zu verbilligen. Neuerdings hat die Flakeice Corporation ein Verfahren erprobt, das Aussichten auf Fortschritte zu bieten scheint. Nach diesem Verfahren läßt man eine von innen her gekühlte Trommel, die teilweise in Wasser eintaucht, langsam umlaufen, so daß das Wasser am Mantel der Trommel festfriert. Dieser Mantel, der aus mehreren parallelen Bändern aus nichtrostendem Metall besteht, also biegsam ist, wird mittels gesteuerter Rollen an gewissen Stellen des Umlaufes nach außen aufgebogen, so daß das Eis in kleinen Blättchen abspringt. Es wird dann mittels eines ständig bewegten Rechens aus dem Wasser aufgefischt und auf seinem Wege durch den Kasten der Maschine so weit wasserfrei gemacht, daß man es auf einem Haufen ablagern kann.

Die Eisblättchen haben im allgemeinen etwa 25 mm Länge und Breite sowie 3 mm Dicke, doch kann man auch dickere erzeugen. Man erhält so eine Art Schnee, den man für alle Zwecke verwenden kann, für die man sonst Klareis zerkleinern muß. Auch für den Versand von gekühlten Waren eignet sich diese Form des Eises gut. Das Wesentliche ist aber wohl, daß die ganze Maschine schnell und ohne Unterbrechung arbeitet, verhältnismäßig wenig Raum einnimmt und daß, da die Kühltrommel in einem gut isolierten Kasten umläuft, geringere Verluste durch Eindringen von Wärme entstehen, so daß die Eiserzeugung verbilligt wird. („Refrigerating Engineering" Februar 1929 S. 35) [N 2847] *H.*

Hauptformen des zweiachsigen Lokomotiv-Laufgestells

Von Dr.-Ing. L. SCHNEIDER, München

Untersuchungen über das Verhalten verschiedener Bauarten von zweiachsigen Lokomotiv-Laufgestellen gegen störende Lokomotivbewegungen und bei windschiefer Gleislage. Längs- und Querbelastungsausgleich. Rückstellvorrichtungen und Größe der Rückstellkraft. Größe der ungefederten Massen. Entgleisungsmöglichkeit.

Zweiachsige Drehgestelle mit Laufachsen werden verwendet bei Dampflokomotiven der Achsfolge 2 B, 2 B 1, 1 B 2, 2 C, 2 C 1, 1 C 2, 2 D, 2 D 1 usw. und bei ähnlichen Bauarten elektrischer Lokomotiven, wie 2 B B 2, 2 A_4 1 u. a., also bei den z. Zt. häufigsten Bauarten der Personen- und Schnellzuglokomotiven. Ihre Aufgabe ist eine mehrfache, statischer und dynamischer Art: die Übernahme eines Teils des Lokomotivgewichts, die Ermöglichung der Bewegung vielachsiger Lokomotiven durch Gleiskrümmungen und die Führung des Fahrzeuges bei der Einfahrt in Krümmungen, in den Krümmungen selbst und in der Geraden. Die Aufgabe der Führung tritt besonders dann in Erscheinung, wenn das Drehgestell voranfährt, was in der Regel der Fall ist.

Die bauliche Durchbildung der zweiachsigen Laufgestelle ist ziemlich verschieden; wohl weil es sich um einen der wichtigsten Lokomotivteile handelt, dessen zweckmäßigste Ausführung auf verschiedenartige Weise versucht wird. Es ist noch keine Übereinstimmung der Konstruktionen erzielt worden. Daher mag es angebracht erscheinen, die gegenwärtig gebräuchlichsten Bauarten auf ihre Haupteigenschaften zu untersuchen und festzustellen, welche Bauart die meisten Vorteile in sich vereinigt.

Grundsätzliche Konstruktionsbedingungen

Die Erfüllung der Aufgabe, die Bogenläufigkeit der Lokomotive zu ermöglichen, bedingt die Aufnahme der beiden Laufachsen in einen vom Hauptrahmen getrennten Drehgestellrahmen und die gelenkige, meist auch seitenverschiebliche Verbindung der beiden Rahmen. Die weitere Aufgabe der Führung des Fahrzeuges verlangt eine möglichst unveränderliche Belastung der Räder des Drehgestelles durch den Hauptrahmen, die Übernahme seitlicher Führungskräfte, gefederte Lastübertragung auf die Laufachsen und eine gewisse Dämpfung der gelenkig-nachgiebigen Rahmenverbindung. Hieraus ist schon zu ersehen, daß die vollkommene Erfüllung beider Aufgaben zu Widersprüchen führen muß.

Hauptrahmen und Drehgestellrahmen sind mittels eines Drehzapfens verbunden, der fast immer symmetrisch zu beiden Laufachsen in der Lokomotivlängsachse liegt. Ein Vorschlag[1]), den Drehzapfen über der zweiten Laufachse anzuordnen, ist meines Wissens mit Erfolg nie ausgeführt worden. Für das symmetrische Drehgestell sprechen Gründe der einfacheren Konstruktion und unter Umständen Gründe der Gewichtsverteilung. Infolge der seitlich nachgiebigen Lagerung des Drehzapfens im Drehgestellrahmen wird der guten Bogenläufigkeit völlig und der Führung ausreichend Genüge geleistet.

Drehgestell mit vereinigtem kugeligem Dreh- und Stützzapfen

Der Dreh- und Führungszapfen wird in zwei grundsätzlich verschiedenen Formen ausgebildet, nämlich als reines Drehgelenk, oder als vereinigter Dreh- und Stützzapfen. Diese ist am verbreitetsten und ergibt eine einfache Konstruktion, in der sich das Kräftespiel leicht verfolgen läßt. Ein Beispiel ist in Abb. 1 bis 3 dargestellt, ausgeführt an einer von Maffei, München, für eine spanische Bahn gebauten 2 C 1-Schnellzuglokomotive mit Vierzylinder-Verbundmaschine[2]).

Mit der in der Lokomotivmittelebene verschraubten Zylindergruppe ist der kugelige Dreh- und Stützzapfen *a* aus Stahlguß fest verbunden, der eine allseitig freie Einstellung erlaubt und in einer gußeisernen Spurpfanne *b* ruht. Diese überträgt die Last über eine gehärtete Zwischenlage auf ein Stahlgußstück *c*, das mittels der vier Pendel *d* an der Querversteifung des Drehgestellrahmens hängt und quer zu diesem ausschwingen kann. Der Drehgestellrahmen ruht auf vier einzelne miteinander nicht verbundenen Federn *e*, die sich auf d Achslager der Laufachsen stützen.

Geometrische und statische Verhältnisse

Die vom Dreh- und Stützzapfen *a* auf den Dre gestellrahmen übertragene Last beträgt $P = 17\,000$ k Die Pendel *d* bilden in der Mittellage mit der Senkrecht einen Winkel $\alpha = 14°\,5'$. Bei einer Querverschiebu des Zapfens *a* im Drehgestellrahmen ändert sich $\sphericalangle \alpha$ $\alpha + \beta$ oder in $\alpha - \beta'$. Während in der Zapfenmittella sich die am Drehgestellrahmen angreifenden nach inn gerichteten wagerechten Kräfte das Gleichgewicht halte entsteht bei seitlicher Auslenkung des Drehgestellra mens eine Rückstellkraft von der Größe

$$\frac{P}{2}\,[\mathrm{tg}\,(\alpha + \beta) - \mathrm{tg}\,(\alpha - \beta')]\,.$$

Die größte seitliche Auslenkung des Dreh- und Stü zapfens beträgt in diesem Beispiel 58 mm; hierbei wi $\sphericalangle \beta = 12°\,13'$, $\sphericalangle \beta' = 11°\,42'$. Der Unterschi $\mathrm{tg}\,(\alpha + \beta) - \mathrm{tg}\,(\alpha - \beta')$ beträgt 0.452. Bei der größt Auslenkung erreicht somit die Rückstellkraft einen We von $0.226\,P = 3840$ kg. Einer Auslenkung um nur 5 m entspricht eine Rückstellkraft von $0{,}0178\,P = 300$ k Auslenkungen in dieser Größenordnung kommen be Schlingern in gerader Fahrt vor.

Wären die Pendel *d* nicht schräg, sondern senkre angebracht, so stellten sie sich bei der größten Au lenkung von 58 mm um $\sphericalangle \beta'' = 11°\,32'$ gegen d Senkrechte und die Rückstellkraft wäre $P\,\mathrm{tg}\,\beta'' = 0.204$ $= 3460$ kg, somit um 380 kg geringer als bei schräg a geordneten Pendeln. Bei nur 5 mm Auslenkung wäre d Rückstellkraft $0.0173\,P = 290$ kg, also um 10 kg gering Die Anordnung schräger Pendel statt senkrechter erg also einen kleinen Vorteil, da die Rückstellkräfte etw größer ausfallen.

Die Aufhängung des Drehgestellrahmens an Pende und seine Abstützung auf den Achslagern mittels vi Tragfedern erweist sich als eine sehr einfache Konstru tion. Die ungefederten Massen des Drehgestells, nur a Radsätzen, Achslagern und Tragfedern bestehend, si gering; bei der in Abb. 1 bis 3 gezeigten Ausführu betragen sie zusammen nur 3070 kg. Dabei ist die Bre spur von 1676 mm und der große Laufraddurchmess von 975 mm zu berücksichtigen.

Das Verhalten im Betrieb

Der Hauptvorteil dieses Drehgestells liegt in d gleich verteilten Belastung dank des kugeligen Dreh- u Stützzapfens und in der unbeschränkten Einstellmöglic keit gegen den Hauptrahmen aus der wagerechten Ebe heraus, so daß ein Wanken des Hauptrahmens oder ei Verwindung um seine Längsachse, wie es regelmäß beim Befahren windschiefer Gleisanlagen oder zufäll bei minder gutem Oberbau vorkommt, fast ohne Einfl auf die Radbelastung bleibt. Die Gefahr, daß die Dre gestellräder teilweise entlastet und dadurch Entgleisu gen begünstigt werden, weil die Räder an den Schien hochklettern können, ist hier nicht vorhanden.

Wenn die Lokomotive mit hoher Geschwindigkeit üb Gleisunebenheiten fährt, so könnte, nach dem ersten A schein geurteilt, die Möglichkeit bestehen, daß das Dre gestell über Gleistäler hinwegfliege, daß also die Berü rung zwischen Schienen und Laufrädern verloren ge Die Radsätze werden sich aber in diesem Falle nicht n mit der Fallbeschleunigung senken, sondern auch von d Tragfedern an die Schienen angepreßt werden. Z. B. b trage der Abstand der führenden, ersten Laufachse v der im Hauptrahmen gelagerten ersten Kuppelachse 4 die Fahrgeschwindigkeit 120 km/h. Befindet sich die fü

[1]) Vergl. Schweiz. Bauzeitung Bd. 82. (1923) S. 218.
[2]) Vergl. Organ Bd. 52. (1915) S. 384.

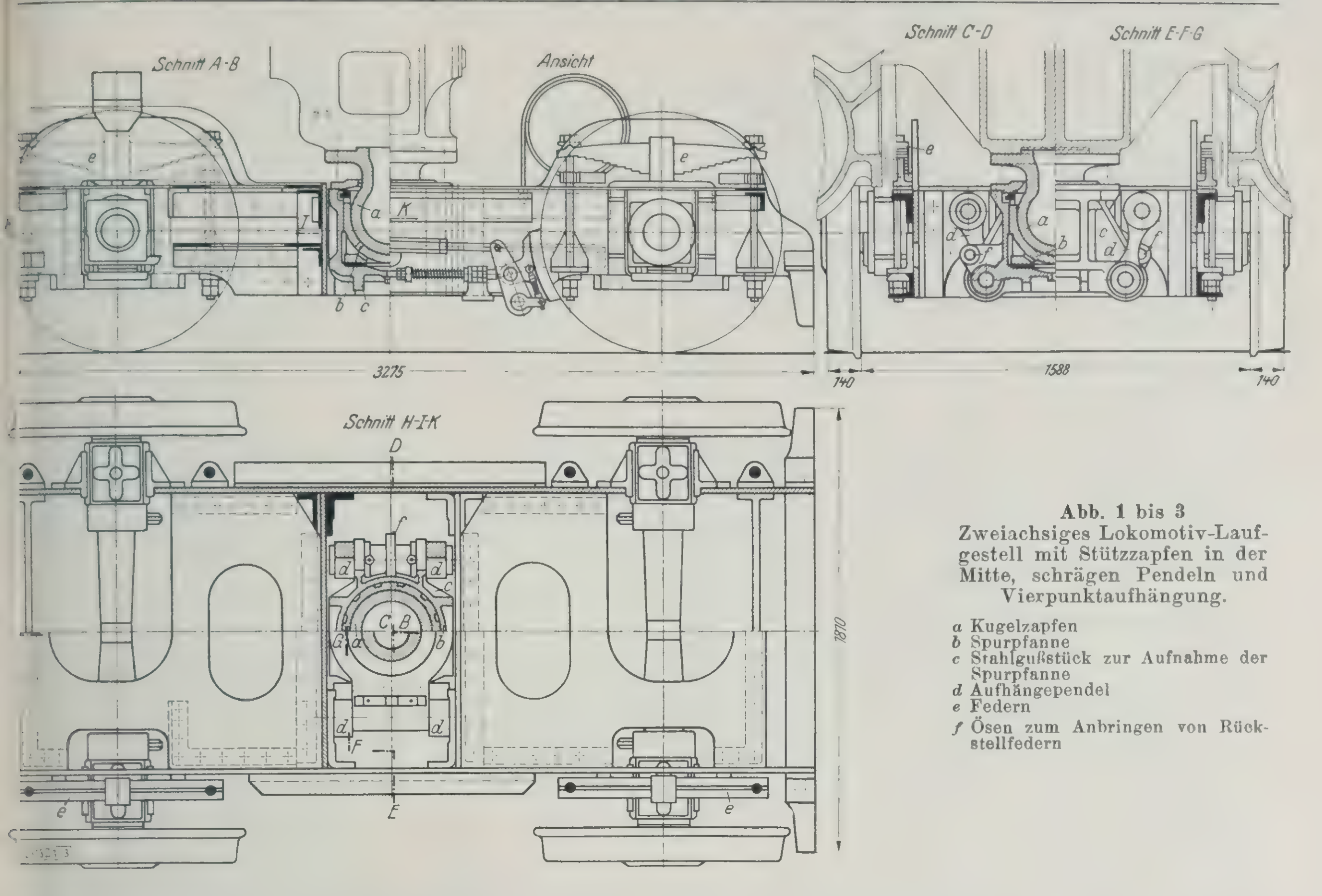


Abb. 1 bis 3
Zweiachsiges Lokomotiv-Laufgestell mit Stützzapfen in der Mitte, schrägen Pendeln und Vierpunktaufhängung.

a Kugelzapfen
b Spurpfanne
c Stahlgußstück zur Aufnahme der Spurpfanne
d Aufhängependel
e Federn
f Ösen zum Anbringen von Rückstellfedern

ende Laufachse gerade über einem Gleistal, so müssen noch 4 m zurückgelegt werden, bis sich der Hauptrahmen senkt. Dieser bleibt also zunächst in seiner Höhenlage. Die 4 m werden in $\frac{3\,600 \cdot 4}{120\,000} = 0{,}12$ s zurückgelegt. In dieser Zeit kann die Laufachse um $\frac{g\,t^2}{2} = 9{,}81 \cdot \frac{0{,}0144}{2}$ $= 0{,}0706$ m $= 70{,}6$ mm herabfallen. Auch bei schlechtestem Oberbau betragen die Unterschiede in der Gleishöhenlage nicht entfernt 70,6 mm auf 4 m Länge Die Laufräder „schweben" also niemals über den Schienen, sondern lasten darauf mindestens mit einem erheblichen Teil des Gewichts der Radsätze.

Die Spurkranzreibung verleitet bekanntlich die Lokomotiväder zum Aufsteigen an der Schiene. Mit der Größe des Führungsdruckes wächst die Neigung zum Hochklettern. Dieser Neigung entgegen wirkt die senkrechte Belastung des Rades. Tritt also infolge irgendwelcher Umstände eine merkliche Entlastung des Rades ein, so ist die Entgleisungsgefahr gegeben. Die Höhe des Spurkranzes beträgt bei den Hauptbahnen etwa 27 mm. Wir müssen uns nun fragen, was eintreten wird, wenn ein Laufradsatz gegenüber dem Hauptrahmen zwar nicht 70,6, aber 27 mm senkrechtes Spiel bekommt.

Ist die senkrechte Verbindung der beiden Rahmen unnachgiebig, so wird der Drehgestellrahmen vom Hauptrahmen getragen. Der Federdruck auf die Laufachslager vermindert sich um einen Betrag, der 27 mm Pfeilhöhe entspricht. Um diese Entlastung klein zu halten, müssen die Tragfedern möglichst weich sein. Ist aber die erwähnte Verbindung nachgiebig, so wird sich das ganze Laufgestell mit der Fallbeschleunigung senken. Die Tragfedern werden zwar, wenn sich der Hauptrahmen vom Druckgestellrahmen abhebt, von dem sonst auf ihnen ruhenden anteiligen Hauptrahmengewicht entlastet, aber sie drücken mit einer Kraft auf die Achsbüchsen gleich der Kraft der Massenbeschleunigung, die von ihnen auf den Drehgestellrahmen nach oben ausgeübt wird. Für die Beschleunigung der abgefederten Drehgestellmasse nach oben ist aber die ganze den Federn abgenommene Spannung frei. Auch diese Kraft nimmt mit der Federdurchbiegung ab; sie wäre null, wenn die Feder gespannt ist, also empfehlen sich auch in diesem Falle weiche Tragfedern.

Um eine Entgleisung herbeizuführen, ist es nicht nötig, daß die beiden Räder eines Laufradsatzes weitgehend entlastet werden, vielmehr genügt schon die Entlastung eines Rades, besonders eines voranlaufenden. Auch muß nicht gerade der Führungsdruck das äußere Rad anheben, sondern dies kann eine zufällige andre Ursache sein, z. B. ein äußeres Hindernis oder auch die Spurkranzreibung des in einer Gleiskrümmung innen anlaufenden Rades. Einseitige Entlastungen sind bei gewissen Drehgestellbauarten möglich, wenn eine Lokomotive mit langem Radstand in die windschiefe Gleislage der Überhöhungsrampen ein- oder daraus ausfährt. Der Auslauf der Überhöhung betrug bisher mindestens 1 : 300, jetzt 1 : 1000. Bei einer Lokomotive mit 12 000 mm Radstand beträgt in einer Überhöhungsrampe von 1 : 300 die Verwindung des Gleises zur Ebene innerhalb des Radstandes bereits 40 mm. Das ist ein sehr hoher Betrag, der bei harten Tragfedern eine völlige Entlastung der voranfahrenden Achse auf einer Seite bewirken kann. Kurze Übergangsrampen werden noch geraume Zeit vorhanden sein, und es ist auch fraglich, ob sich die langen Rampen von 1 : 1000 überall ausführen lassen (S-Kurven!).

Ein Vorzug also der Drehgestelle mit Belastung durch Kugelzapfen in der Mitte ist, daß auch bei windschiefer Gleislage die Lastverteilung auf die vier Laufräder gleichmäßig bleibt. Von außen eingeleiteten Drehschwingungen des Drehgestells um seine senkrechte Achse setzt der Kugel-, Stütz- und Drehzapfen nur ein geringes Bremsmoment entgegen. Dies ist ein kleiner Nachteil.

Da nach dem Ausführungsbeispiel nach Abb. 1 bis 3 die Rückstellkraft und damit der Widerstand gegen Schlingern des Drehgestells in der geraden Strecke klein ist, sah man beim Entwurf des Drehgestells Ösen *f* vor zur etwaigen nachträglichen Anbringung von Rückstellfedern, die sich aber im Betrieb nicht als notwendig erwiesen.

Drehgestell mit Plan-Drehzapfen und Rückstellfedern

Das Drehgestell, Abb. 4 bis 6, unterscheidet sich vom vorbeschriebenen durch die Ausbildung eines Drehzapfens als Planzapfen, die Aufhängung an parallelen

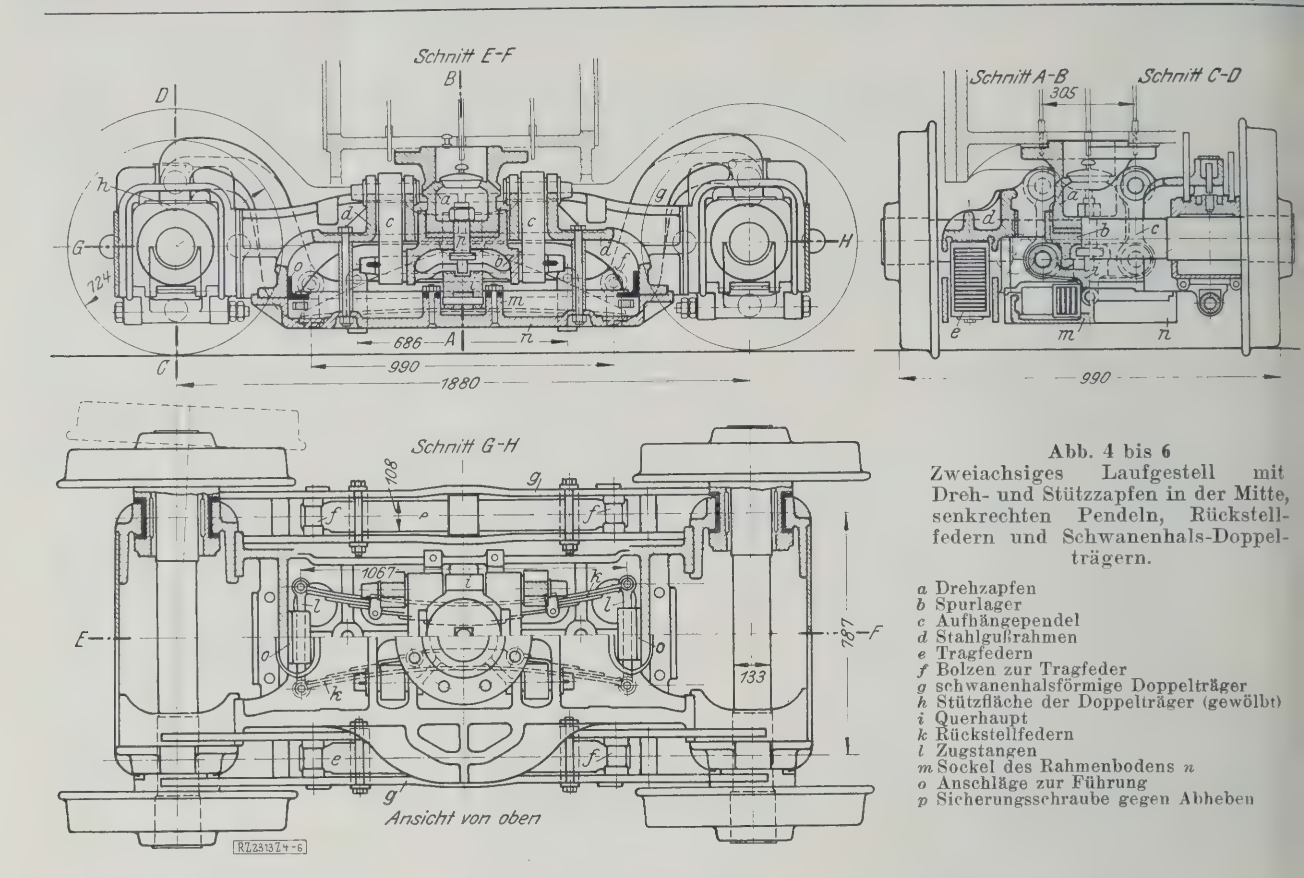


Abb. 4 bis 6
Zweiachsiges Laufgestell mit Dreh- und Stützzapfen in der Mitte, senkrechten Pendeln, Rückstellfedern und Schwanenhals-Doppelträgern.

a Drehzapfen
b Spurlager
c Aufhängependel
d Stahlgußrahmen
e Tragfedern
f Bolzen zur Tragfeder
g schwanenhalsförmige Doppelträger
h Stützfläche der Doppelträger (gewölbt)
i Querhaupt
k Rückstellfedern
l Zugstangen
m Sockel des Rahmenbodens *n*
o Anschläge zur Führung
p Sicherungsschraube gegen Abheben

senkrechten Pendeln und die Anordnung von Rückstellfedern sowie durch die Art der Abfederung. Ausgeführt ist diese Bauart an der 2 D 1-Lokomotive Gattung 15 A, gebaut von J. A. Maffei, A.-G., München, für die südafrikanischen Eisenbahnen nach deren Zeichnungen.

Konstruktion

Mit dem Gußstück, das die Rahmenversteifung zwischen den Zylindern bildet, ist der Drehzapfen *a* verschraubt. Er ist nach der in Amerika üblichen Weise als ebener Spurzapfen ausgeführt, der in einem Spurlager *b* ruht. Das Spurlager hängt an vier senkrechten Pendeln *c* am Stahlgußrahmen *d*, der sich auf die zwei Tragfedern *e* stützt. Die Tragfedern sind an Bolzen *f* in einem schwanenhalsförmigen Doppelträger *g* befestigt und übertragen damit die Belastung auf die Achslager. Die Bunde der Tragfedern *e* und die Stützflächen *h* der Wiegen *g* sind gewölbt, können sich also gegen ihre Auflage schräg stellen. Die unteren Zapfen der Pendel beider Seiten gehen als Stangen durch, die in der Mitte von einem Querhaupt *i* umfaßt werden. Das Querhaupt dient zugleich als Widerlager der Rückstellfedern *k*, die, an ihren Enden mittels Zugstangen *l* verbunden, sich in der Mittellage außerdem gegen den Sockel *m* des Rahmenbodens *n* legen. Die Anschläge *o* führen die Stangen *l*. Die Schraube *p* verhütet das Abheben des Drehgestells vom Hauptrahmen.

Verhalten im Betrieb

Das Drehgestell kann sich in wagerechter Ebene gegen den Hauptrahmen um den Zapfen *a* beliebig drehen, aber bei schräger Stellung gegen den Hauptrahmen wird seine Belastung etwas exzentrisch, ein Nachteil gegenüber dem Kugelstützzapfen. Die gleichmäßige Belastung der Laufräder bei Schrägstellung des Hauptrahmens zum Drehgestell in der Lokomotiv-Längsrichtung wird mittels der gleicharmigen Federn *e* in Verbindung mit den symmetrischen Doppelträgern *g* erreicht; dagegen wird bei Schrägstellung quer zur Lokomotivachse die Belastung nicht auf die beiden Seiten ausgeglichen, vielmehr werden die beiden Tragfedern *e* ungleich zusammengedrückt. Am flachen Stützzapfen treten Kantenpressungen auf. Kugelzapfen sind daher, wenn sie auch etwas schwieriger zuverlässig zu schmieren sind, im allgemeinen vorzuziehen.

Statisches Verhalten

Die Vorspannung der Federn *k* hält das Drehgest in der Mittellage. Sie beträgt je Feder 1270 kg, zusa men also 2540 kg. Außerdem kommt die Rückstellkr der Pendel zur Geltung, die von null an mit $P \operatorname{tg} \beta$ stei wenn P die Summe der durch die Pendel übertragen senkrechten Lasten und β der Ausschlagwinkel der Pen ist. Die größte Auslenkung des Drehzapfens nach je Seite beträgt 89 mm, die Länge der Pendel 241 mm. I Pendelausschlag β bei der größten Auslenkung ergibt s aus $\sin \beta = \frac{89}{241} = 0{,}370$ zu $21^\circ\, 43'$. Die von der I lastung $P = 10\,400$ kg des Drehgestells durch den Stü zapfen übertragene Komponente *s* der Rückstellkraft betr $P \operatorname{tg} \beta = 0{,}398\, P = 4140$ kg. Dazu kommt noch die rü stellende Kraft der Federn *k*. Diese berechnet sich für e Feder aus: Vorspannung + 1620 kg, zusammen also 25 + 3240 = 5780 kg, wobei berücksichtigt ist, daß die Dur biegung einer Feder nur die Hälfte der Auslenkung Drehzapfens beträgt. Bei der größten Auslenkung v 89 mm ergibt sich eine Rückstellkraft von insgesa 4140 kg + 5780 kg = 9920 kg. Für 5 mm Auslenkung hält man die Rückstellkraft aus: Federvorspannung + sätzliche Federspannung + Pendel $(0{,}02\, P) = 2930$ kg.

Die Rückstellkräfte sind also infolge der Anordnu von Rückstellfedern wesentlich höher als beim Drehgest nach Abb. 1 bis 3. Das Bestreben, in der Geraden m lichst schlingerfreien Lauf zu erzielen und die Häufigk der einfachen und der S-Kurven der befahrenen Streck mögen der Grund zur Wahl der hohen Rückstellkraft se Die Fahrgeschwindigkeit der 2 D 1-Lokomotive ist gerin als jene der 2 C 1-Lokomotive, so daß der Unterschied Rückstellkräfte um so augenfälliger wird.

Die ungefederten Massen des Drehgestells setzen s zusammen aus den Radsätzen, Achslagern, den Schwan halsträgern und den Tragfedern. Ihr Gesamtgewicht trägt 2400 kg. Dabei ist zu beachten, daß die Spurwe nur 1067 mm, der Laufraddurchmesser 724 mm beträ Auch bei diesem Drehgestell wird die Belastung annähe zentrisch übertragen, so daß Wanken oder Verwinden Hauptrahmens keine wesentliche Entlastung der Räder Drehgestells herbeiführen können. Infolge der hohen Rü

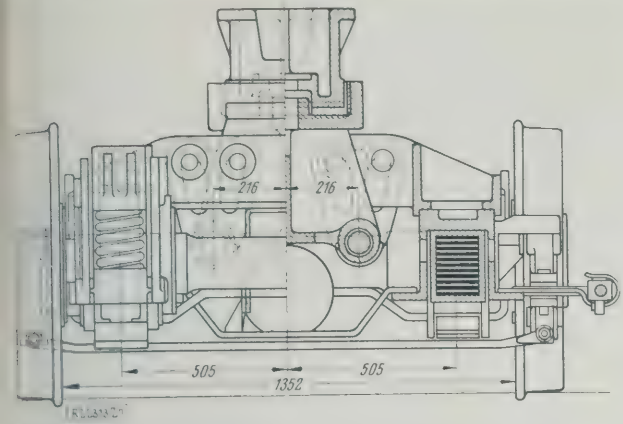


Abb. 7 (links)
Zweiachsiges Laufgestell mit Dreh- und Stützzapfen in der Mitte, Dreieckpendeln und Schwanenhalsträgern.

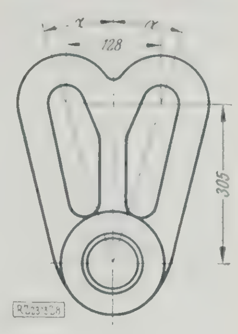


Abb. 8 (rechts)
Amerikanisches Dreieckpendel.

.llkraft wird der Führungsdruck in Gleiskrümmungen ;oß, und dadurch erhöht sich die Neigung zum Hochklettern.

Die ganze Bauart ist etwas vielteilig und teuer. Da- ;gen ist die Anordnung von Pendeln allein ohne Rückstell- llern eine gegen Schlingern des Drehgestells ziemlich ıchgiebige Konstruktion, die bei gutverlegtem und instand- ;haltenem Oberbau zulässig ist, bei schlechtem oder ver- ıchlässigtem Oberbau aber zu unruhigem Lauf des Dreh- ;stells führt. Die Dämpfung der Schwingungen des Dreh- ;stells um die senkrechte Achse durch den flachen Stirn- ;pfen ist nicht viel höher zu bewerten als jene durch ın Kugelzapfen. Rückstellung mittels Pendel und Federn ldet man häufig in England und in Frankreich, z. B. ıi der Great Northern- und der Paris – Orleans-Bahn.

ehgestell mit Dreieckpendel-Aufhängung, Abb. 7 und 8

Eine amerikanische Konstruktion umgeht die Rück- .llfedern und erzielt eine hohe Rückstellkraft nach beiden ichtungen schon in nächster Nähe der Mittellage, indem e senkrechten Pendel an zwei nebeneinanderliegenden ;pfen aufgehängt sind. Lediglich in der genauen Mittel- lıe liegen die Dreieckpendel in beiden oberen Zapfen ıf; bei der geringsten Seitenverschiebung des Dreh- ;stells tragen nur die auf der Auslenkseite liegenden ;pfen, während sich die andern Zapfen von der Öse ab- ıben. Infolgedessen tritt eine Rückstellung $P \operatorname{tg} \alpha$ auf, ·nn P die von den Pendeln auf das Drehgestell über- ıgene Last und α der in Abb. 8 angegebene Winkel ist. ieser beträgt z. B. bei einer Ausführung 11° 52′, bei einer ıdern 16° 23′, $\operatorname{tg} \alpha$ also 0,21 und 0,294. Die Rückstell- ıaft ist demnach schon in der Mittellage bedeutend. Da ıi zunehmender Auslenkung der Winkel α größer wird, ıchst auch die Rückstellkraft weiter an, so z. B. bei ·mm Auslenkung auf 0,52 bzw. 0,74 P. Das Dreieck- ındel ist bei vielen amerikanischen Bahnen in Gebrauch.

Drehgestell mit Dreieckstützen, Abb. 9 und 10

Eine grundsätzlich ähnliche Lastübertragung stellt jene ıt Dreieckstützen statt Dreieckpendel dar, die, ebenfalls ıne Rückstellfedern, an amerikanischen Lokomotiven zu ıden ist. An der Pfanne a des Dreh- und Stützzapfens b i eine Doppelwiege c befestigt, die sich auf Dreieck- ıtzen d lagert. Die Stützen ruhen auf dem Stahlguß- ıhmen e, der an den Tragfedern f hängt. In der Mittel- lıe des Drehgestells liegt die Grundfläche der Dreieck- ıtze voll auf, bei seitlicher Auslenkung des Drehgestells ·rd der entgegengesetzt der Bewegungsrichtung liegende Auflagepunkt zum Drehpunkt, der andre hebt sich von seiner Unterlage ab, und es kommt eine Rückstellkraft $P \operatorname{tg} \alpha$ zur Auswirkung, wobei α der in Abb. 10 gekennzeichnete Winkel und P die von der Doppelwiege auf die Dreieckstützen übertragene Kraft ist. Die Dreieckstütze hat im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Vorrichtungen die Eigenschaft, daß die R ü c k s t e l l k r a f t m i t w a c h s e n d e r A u s l e n k u n g a b n i m m t, da der Winkel, den die stützende Dreieckseite mit der Senkrechten bildet, sich vermindert.

Die Dreieckstütze der Commonwealth Steel Cie., s. Abb. 10, hat folgende Abmessungen: Grundlinie 178 mm, Höhe 208 mm, $\alpha = 24°$, $\operatorname{tg} \alpha = 0{,}445$. Die Rückstellkraft nimmt also von 0,445 P bis auf den Wert null bei 89 mm Auslenkung ab. Bei 80 mm Auslenkung beträgt sie nur mehr 0,041 P (ohne Berücksichtigung der Reibung). Man findet diese Konstruktion z. B. bei der Chicago, Rock Island und Pacific-Bahn. Beide amerikanischen Konstruktionen, besonders die mit Dreieckstütze, zeichnen sich durch hohe Rückstellkräfte schon in der Nähe der Mittellage aus. Die Drehgestelle laufen daher in der Geraden sehr ruhig, aber hart in Krümmungen von großem Halbmesser; die hohen Spurkranzdrücke nutzen Schiene und Radkranz stark ab und begünstigen, wie schon erwähnt, die Entgleisung.

Drehgestell mit Keilrückstellung, Abb. 11

Diese Rückstellvorrichtung ohne Federn, die auf dem Grundsatz der schiefen Ebene beruht, treffen wir bei der französischen Paris – Lyon – Mittelmeer-Bahn. Die Spur-

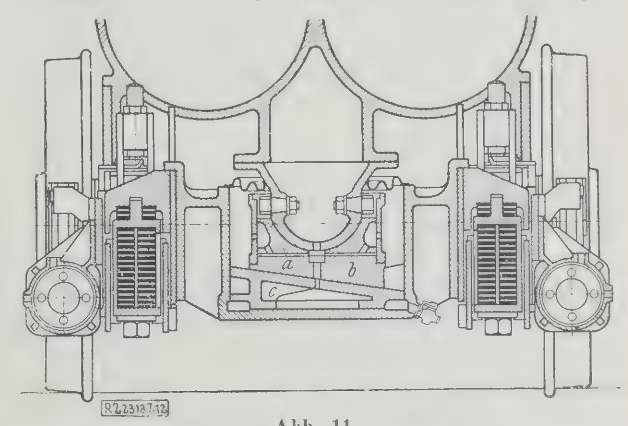


Abb. 11
Laufgestell mit Dreh- und Stützzapfen, Keilstützflächen und Schwanenhalsträger.
a Spurpfanne b und c Keilrückstellung

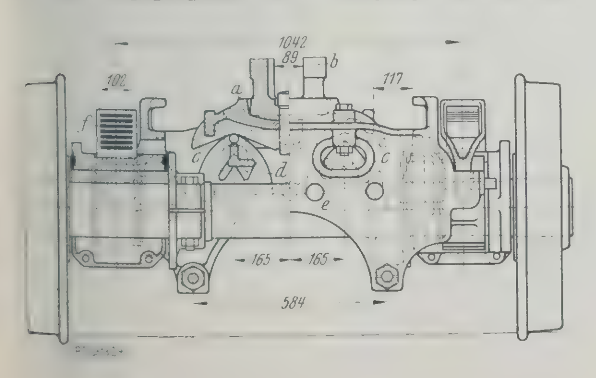
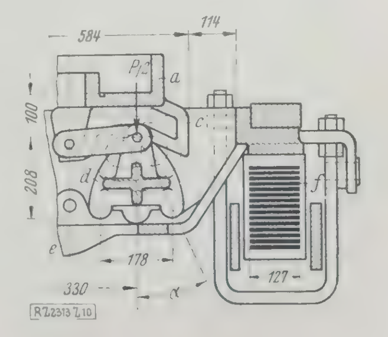


Abb. 9 (links)
Laufgestell, Dreh- und Stützzapfen in der Mitte, Dreieckstützen und Vierpunktaufhängung.

Abb. 10 (rechts)
Amerikanische Dreieckstütze und Schwanenhals-Doppelträger.

a Spurpfanne
b Dreh- und Stützzapfen
c Doppelwiege
d Dreieckstütze
e Tragrahmen
f Tragfedern



pfanne a des kugeligen Dreh- und Stützzapfens ruht auf zwei keilförmigen nebeneinander, aber mit entgegengesetzter Neigung angeordneten Unterlagen b, die auf der schiefen Ebene c von 15 vH Steigung gleiten. In der Mittelstellung halten sich die auf das Drehgestell in jedem Sinn ausgeübten Rückstellkräfte das Gleichgewicht. Bei der Auslenkung kommt nur jeweils eine schiefe Ebene zur Wirkung mit einer Rückstellkraft von $P \operatorname{tg} \gamma$, wobei P die vom Stützzapfen übertragene Last, γ den Neigungswinkel der schiefen Ebene bedeutet. Davon geht allerdings ein gewisser, von der Reibung aufgezehrter Betrag ab. Bei 15 vH Keilneigung beträgt $\gamma = 8\frac{1}{2}°$ und $\operatorname{tg} \gamma = 0{,}15$. Da die Reibungszahl der gleitenden Bewegung Beträge bis fast 0,15 erreichen kann, erscheint die Neigung von 15 vH, wie im vorliegenden Fall, als unterste zulässige Grenze.

Die Rückstellkraft ist fast unabhängig von der Größe der Auslenkung, da sie nur durch den Winkel γ bestimmt wird, der gleich groß bleibt, und durch P, das allerdings infolge Zusammendrückung der Tragfedern mit wechselnder Auslenkung je nach dem Grade der Weichheit der Tragfedern etwas zunimmt. Sie ist weit geringer als bei den amerikanischen Bauarten.

Gemeinsame Eigenschaften

Eine Eigenschaft aller Drehgestelle mit Pendel-, Dreieckstützen- und Keilrückstellung ist, daß die Belastung des Drehgestells mit der Auslenkung zunimmt, d. h., daß die Tragfedern mehr angespannt werden. Nur beim Gebrauch der schrägen Pendel nach Abb. 1 bis 3 bleibt die Belastung angenähert gleich, weil die Pendel einer Seite sich um fast den gleichen Betrag heben, als die der andern Seite sich senken. Senkrechte Hängependel, Dreieckstützen und Keile spannen bei der Auslenkung des Drehgestelles die Tragfedern beider Seiten gleichmäßig. Die Beanspruchung der Tragfedern bei jeder Auslenkung führt zur Wahl weicher Federn. Besondere Dämpfungsfedern gegen Rahmenschwingungen in senkrechter Richtung den heute nicht für nötig gehalten.

Bei den bisher beschriebenen Drehgestellen war Drehzapfen zugleich Stützzapfen. Die Last wird auf e Punkt des Drehgestells, den Mittelpunkt, übertragen wie schräg sich auch der Hauptrahmen gegen das Ge einstellt, können keine wesentlichen Entlastungen e Räderseite eintreten. Die Raddrücke beiderseits än sich nur nach dem Hebelgesetz gemäß der Verlagerung Stützpunktes aus der Mittelebene des Drehgestells und soeben besprochenen Be- und Entlastung der einze Seiten mittels schräger Pendel. Selbst bei 100 mm schlag nach einer Seite und einem Laufkreisabstand 1500 mm beträgt die Entlastung der Laufräder einer nur etwa 13 vH, ebensoviel natürlich die Mehrbelastung andern Seite. Diese Lastverschiebung ist insofern wünscht, als die in Gleiskrümmungen außen laufen meist führenden Räder mehr belastet werden. In der Lä richtung verteilt sich die gleichmäßige Last auf die Vor und auf die Hinterachse infolge des als gleichar Hebel wirkenden Drehgestellrahmens der Bauart Abb. 1 bis 3 oder mittels der gleicharmigen schwanenh förmigen Träger bei den übrigen, hier beschriebenen arten. Von diesen wesentlich verschieden ist das

Drehgestell mit seitlicher Abstützung des Hauptrahm und Schwanenhals-Doppelträger, Abb. 12 bis 16, das bei der Deutschen Reichsbahn vielfach eingeführt

Der Zapfen a hat den Hauptrahmen zu führen und Drehung und Schrägstellung des Laufgestelles zu er lichen; er ist im Hauptrahmen fest, im Drehgestellrah nachgiebig gelagert. Die Lagerschalen b sind ba schwach hyperbolisch ausgedreht, so daß sich das D gestell nach allen Richtungen mäßig schrägstellen k Eine Scheibe c verhindert das Abheben des Hauptrahm bei Unglücksfällen. Zwei Federn d mit einer Vors

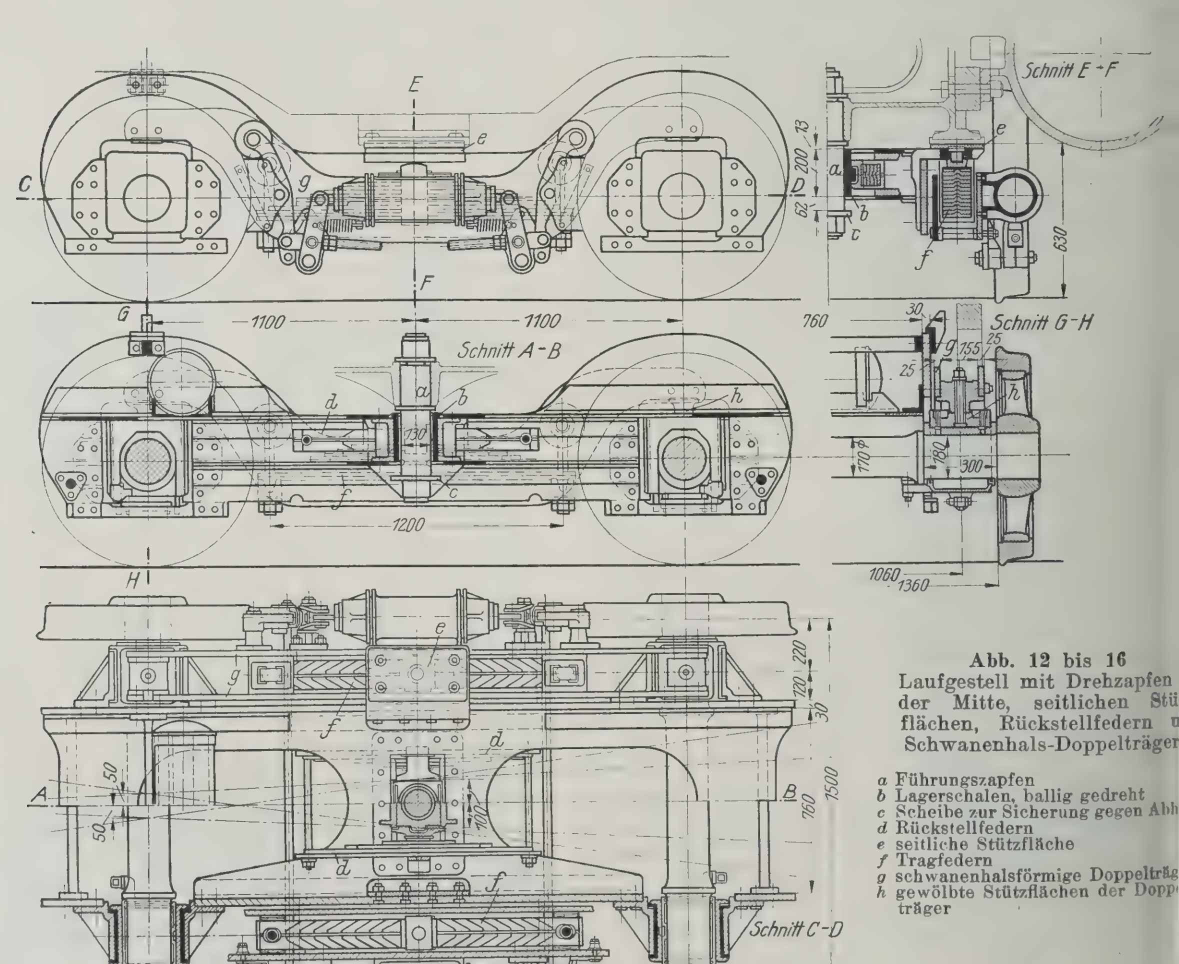


Abb. 12 bis 16
Laufgestell mit Drehzapfen der Mitte, seitlichen Stü flächen, Rückstellfedern u Schwanenhals-Doppelträger

a Führungszapfen
b Lagerschalen, ballig gedreht
c Scheibe zur Sicherung gegen Abh
d Rückstellfedern
e seitliche Stützfläche
f Tragfedern
g schwanenhalsförmige Doppelträg
h gewölbte Stützflächen der Dopp träger

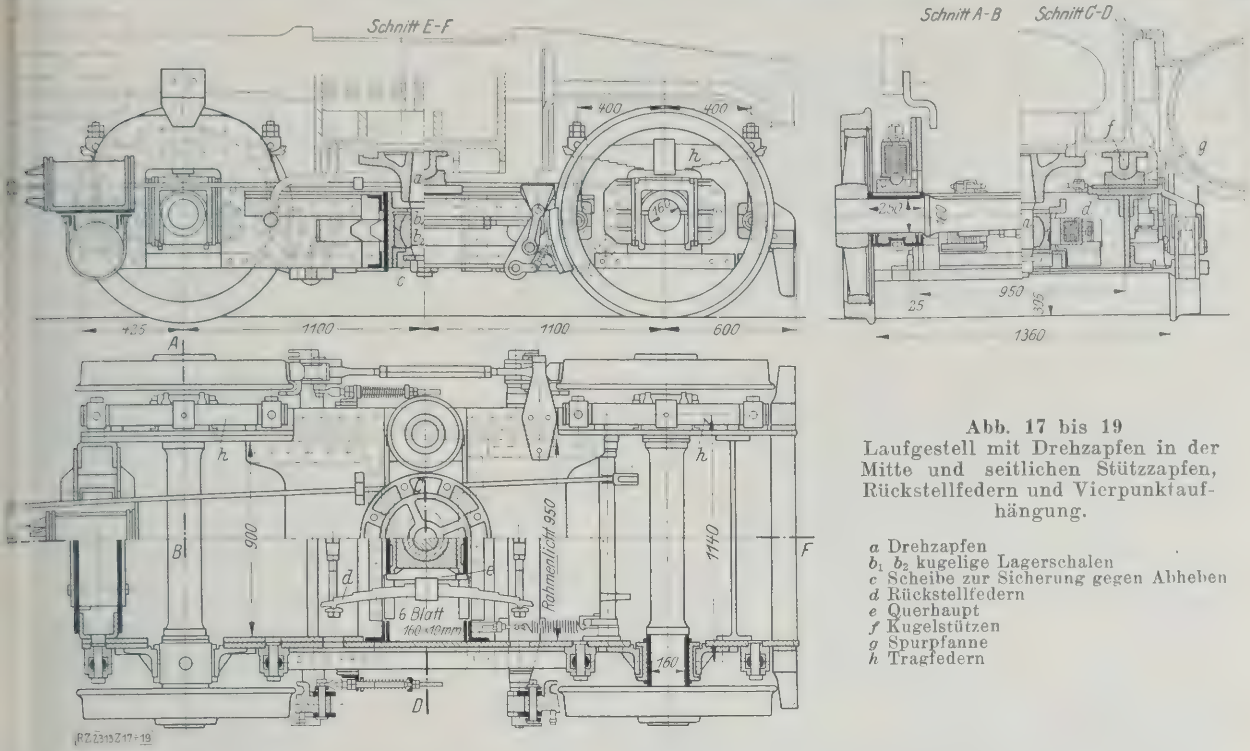


Abb. 17 bis 19
Laufgestell mit Drehzapfen in der Mitte und seitlichen Stützzapfen, Rückstellfedern und Vierpunktaufhängung.

a Drehzapfen
b_1 b_2 kugelige Lagerschalen
c Scheibe zur Sicherung gegen Abheben
d Rückstellfedern
e Querhaupt
f Kugelstützen
g Spurpfanne
h Tragfedern

ng von je 450 kg stellen den Drehzapfen, dessen größte Auslenkung nach jeder Seite 100 mm beträgt, in die Mittellage zurück. Die Rückstellkraft beträgt in dieser Lage seit 900 kg, bei 5 mm Seitenauslenkung des Drehgestells 1..0 kg und 9700 kg bei der größten Auslenkung von 1(mm. Die Federn sind also sehr hart.

Der einfach gehaltene Drehgestellrahmen hat nur die vom Hauptrahmen auf die Laufachsen in axialer Richtung ausgeübten Schubkräfte aufzunehmen. Der Gewichtsanteil des Hauptrahmens wird von seitlichen Stützflächen *e* ohne Inanspruchnahme des Drehgestellrahmens auf die Längsfedern *f* übertragen, auf denen auch der Drehgestellrahmen ruht. Die Tragfedern *f* hängen an schwanenhalsartigen, gleicharmigen Doppelträgern *g*, die sich auf die Achslager stützen. Die Auflageflächen *h* sind gewölbt, um die freie Einstellung in der Längsrichtung zu ermöglichen.

Das statische Verhalten

Der Belastungs-Längsausgleich auf die beiden Räder einer Seite ist vollkommen. Die Auslenkung bedingt keine zusätzliche Anspannung der Tragfedern, wie in den übrigen Fällen. Mit allen Konstruktionen, die sich eines Doppelträgers bedienen, hat diese die Eigenschaft gemein, daß die ungefederten Massen des Drehgestells verhältnismäßig groß sind, da sie außer den Radsätzen, Achslagern und Tragfedern auch die Federgehänge, die Doppelträger und die ganze Drehgestellbremse umfassen. Im vorliegenden Falle des Drehgestells der 2 C 1-Einheitslokomotive der Deutschen Reichsbahn beträgt das ungefederte Gewicht 4200 kg, trotz des kleinen Laufrades von 8.. mm Dmr.

Dem Schlingern und dem Pendeln um die senkrechte Achse wirkt als bremsendes Moment die Reibung der seitlichen Stütz- und Gleitflächen mit großem Hebelarm entgegen. Vom Gesichtspunkt des ruhigen Laufes bringt die seitliche Lastübertragung somit einen Vorteil. Bei seitlichem Wanken oder starken Verwindungen des Hauptrahmens machen die seitlichen Stützzapfen alle senkrechten Ausschläge mit. Treten solche Fälle ein, so werden die Laufräder einer Seite entlastet, und es besteht u.U. Entgleisungsgefahr. Die große Masse des Hauptrahmens vermag zwar nur verhältnismäßig langsame Pendelschwingungen um die Lokomotiv-Längsachse auszuführen, denen die Stützflächen *e* leicht zu folgen vermögen, wenn auch der ganze Drehgestellrahmen von den Federn mitzuheben ist. Voraussetzung allerdings ist, daß der Drehzapfen *a* sich nicht klemmt und daß Wanken oder Verwinden des Rahmens nicht so groß werden, daß die Federn *f* spannungslos werden. Es empfiehlt sich deshalb die Wahl weicher Tragfedern mit großem Biegungspfeil zwischen voller Belastung und dem spannunglosen Zustand. — Bei der 2 C 1-Einheitslokomotive ist die Tragfeder erst ganz entspannt, wenn der Federbund um 65 mm nach aufwärts zurückfedert. Eine bedenkliche teilweise Entlastung einer Laufgestellseite tritt natürlich schon vorher ein. Der Radstand der 2 C 1-Lokomotive beträgt 12,4 m. In der Rampe 1 : 300 beträgt die Gleisverwindung auf dieser Länge 41 mm. In der Tragfederebene beträgt sie rd. 30 mm. Bei gleichzeitig eintretendem Wanken kann der senkrechte Federausschlag noch erhöht werden, so daß eine Radentlastung von über 50 vH denkbar ist.

Das Drehgestell hat also gegenüber den Bauarten mit Auflagerung des Hauptrahmens im Drehgestell-Mittelpunkt den Vorteil, Drehschwingungen gut zu dämpfen, die Tragfedern bei Auslenkung des Drehgestelles nicht zusätzlich zu beanspruchen (abgesehen von der durch den Ausschlag der Stützpunkte hervorgerufenen, dem Hebelgesetz unterworfenen Laständerung), es läßt sich leicht überwachen und schmieren und ist einfach und billig; es hat aber den Nachteil nicht genügenden Querausgleichs der Achsbelastung und großer ungefederter Massen.

Drehgestell mit seitlicher Abstützung des Hauptrahmens und Vierpunkt-Aufhängung

Ähnliche Vor- und Nachteile weist auch das Drehgestell, Abb. 17 bis 19, auf, das bei Lokomotiven des bayrischen Netzes der Reichsbahn eingeführt und auch sonst in dieser Grundform an zahlreichen Lokomotiven ausgeführt worden ist. Statt des hyperbolischen Zapfens ist ein kugeliger Zapfen verwendet.

Die Vorspannung der Rückstellfedern beträgt je 1250 kg und ist regelbar. In der Mittellage beträgt die Rückstellkraft somit 2500 kg, sie steigt bei 5 mm seitlicher Auslenkung des Drehgestelles auf 2760 kg und bei der größten Auslenkung von 70 mm auf 6140 kg. Der Abstand der Kugelstützzapfen *f* mit 960 mm ist kleiner als bei der vorhergehenden Bauart, wo er 1060 mm beträgt. Eine geringe Entfernung der Stützzapfen ist wünschenswert. Die ungefederten Gewichte sind sehr gering; sie belaufen sich auf 2760 kg. Das Gesamtgewicht dieses Drehgestelles samt Bremse beträgt 5177 kg gegen 5240 kg Gesamtgewicht des Drehgestelles, Abb. 12 bis 16.

Der Längsausgleich der Belastung auf die Räder einer Drehgestellseite wird durch den als gleicharmiger, in der Mitte belasteter Hebel wirkenden Drehgestellrahmen nahezu völlig erreicht. Der Querausgleich dagegen befrie-

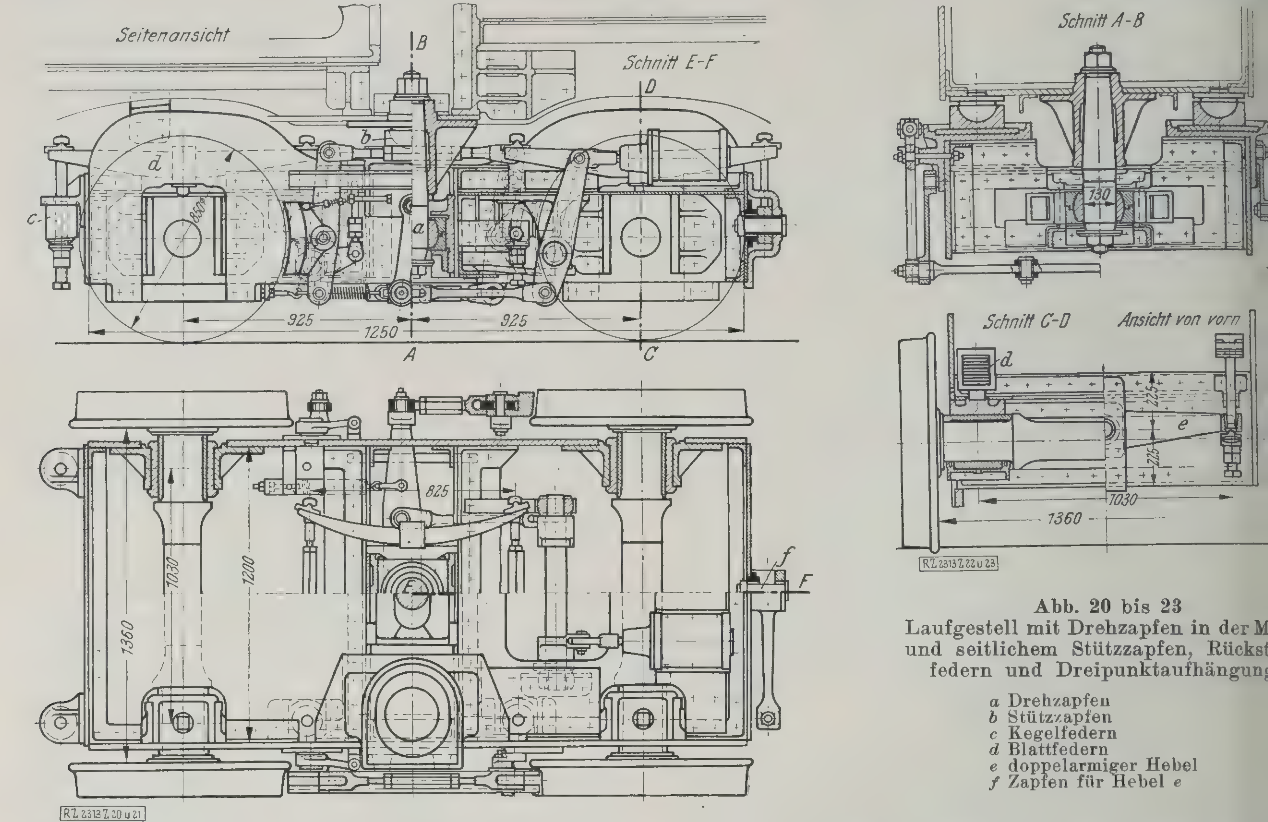


Abb. 20 bis 23
Laufgestell mit Drehzapfen in der M
und seitlichem Stützzapfen, Rückst
federn und Dreipunktaufhängung

a Drehzapfen
b Stützzapfen
c Kegelfedern
d Blattfedern
e doppelarmiger Hebel
f Zapfen für Hebel *e*

digt noch weniger als bei der vorhergehenden Bauart. Daß an den seitlichen Stützflächen Ausschläge von erheblicher Größe auftreten können, beweisen verschiedene Wahrnehmungen. Die Ursachen dafür sind: Schlechte Gleislage im allgemeinen, die windschiefe Gleislage in Bogenein- und ausfahrten, großer Radstand der Lokomotiven, zu hohe Fahrgeschwindigkeit in schlechten Gleisstellen, erzwungene Schwingungen des Hauptrahmens, z. B. bei aufeinanderfolgenden S-Kurven und dergl.

Die Tragfedern des Drehgestelles sind ziemlich hart; die Pfeilhöhe zwischen normal belasteter und entlasteter Tragfeder beträgt nur 36,5 mm. Wenn somit die seitlichen Stützzapfen des Hauptrahmens um einen solchen Betrag wanken, daß die Tragfedern um 36,5 mm nachgeben können (dazu genügt ein Ausschlag der Stüzzapfen nach oben um 30 mm oder ein Unterschied der Schienenhöhenlage in der windschiefen Fläche von 45 mm), so ist eine Seite des Drehgestells völlig entlastet. Ein Aufsteigen des Spurkranzes an der Schiene wird aber schon bei teilweiser Entlastung begünstigt. Bei vorschriftsmäßigem Oberbau und genügend langen Übergangsrampen in Gleisbogen ist gegen das Drehgestell nichts einzuwenden. Dies ist jedoch kein Grund, es nicht weiter zu vervollkommnen.

Fortschreitendes Altern des Oberbaues, seine erhöhte Beanspruchung infolge der Verkehrsdichte und auch die Anwendung neuer Oberbauarten bedingen, daß die Gleisanlage vielfach nicht mehr in dem gewohnten guten Zustand ist, oder daß sich die Elastizitätseigenschaften des Oberbaues geändert haben. Darauf muß bei Um- und Neubauten von Lokomotiven Rücksicht genommen werden, und wir haben jede, auch nur entfernte Wahrscheinlichkeit, daß Unfälle infolge der Bauart der Lokomotiven ermöglicht oder vergrößert werden, auszuschalten.

Drehgestell mit Dreh- und seitlichen Stützzapfen, Rückstellfedern und Dreipunktaufhängung, Abb. 20 bis 23

Das Drehgestell nach Abb. 17 bis 19 kann mit einfachen Mitteln verbessert werden, wie dies von J. A. Maffei. A.-G., an der elektrischen 2 B B 2-Personenzug-Lokomotive Gr. E 52 der Reichsbahn ausgeführt worden ist.

Konstruktion

Die Entfernung der Stützzapfen *b* beträgt 980 mm, die Verschiebbarkeit des Drehzapfens *a* 80 mm nach beiden Seiten. Die regelbare Vorspannung einer Rückstellfeder in der Mittellage beläuft sich auf 1000 kg, die R stellkraft in der Mittellage somit auf 2000 kg. Bei größten Auslenkung von 80 mm erreicht die Rücks kraft 4600 kg. Der Drehgestellrahmen ruht auf s Kegelfedern *c* (neuerdings werden Schraubenfedern gezogen) und vier besonders langen und weichen B federn *d*. Das senkrechte Spiel des abgefederten Rahm beträgt 85,5 mm zwischen Normallast und entspann Zustand. Außerdem sind die Tragfedern der führen Laufachse mittels eines doppelarmigen, gleichschenkli Hebels *e*, der in Zapfen *f* gelagert ist, verbunden. die zweite Laufachse viel weniger der Entgleisun gefahr ausgesetzt ist als die erste, und wie sp gezeigt wird, der Hauptrahmen vom Drehgestell in Punkten gestützt wird, genügt in der Regel der vor Querausgleich. Wird infolge Wankens oder Verw dung des Hauptrahmens der Drehgestellrahmen einse niedergedrückt, so wird eine Mehrbelastung der deren Tragfeder eingeleitet. Sie kommt jedoch n zur Geltung, da sie sich durch die gleicharmige Blattfe und den doppelarmigen Hebel *e* sofort auf die entlas Tragfeder der gegenüberliegenden Seite überträgt. Die lastung der beiden Vorderräder bleibt also gleich. Drehgestell ist in drei Punkten auf den Radsätzen lagert: in zwei Punkten auf die hinteren Achsbüch während der dritte auf der Mitte der vorderen Laufa ein gedachter Auflagepunkt ist.

Verhalten im Betrieb

Diese Bauart entspricht am besten allen An derungen: geringe ungefederte Massen; Dämpfung Drehschwingungen infolge der Reibung der seitlic Stützflächen und der Schlingerbewegungen mit Hilfe reichender Rückstellkräfte in der Mittellage; Auslenk ohne Zusatzbeanspruchung der Tragfedern, deshalb F fall aller senkrechten auf den Rahmen wirkenden Krä weiche Federung, deshalb Verringerung der Entlast einer Drehgestellseite beim Wanken des Hauptrahmens bei der Fahrt in windschiefen Gleislagen; endlich u allen Umständen gleichbleibende Raddrücke der vo fahrenden Laufachse, daher große Sicherheit gegen gleisungen. Ein Umbau der noch vorhandenen Drehgest mit Vierpunktlagerung in solche mit Dreipunktlager ist ohne große Kosten möglich und empfehlenswert.

[B 2313]

Motorrettungsboot „Insulinde“

Von Prof. E. VOSSNACK, Delft (Holland)

An Motorrettungsboote für die holländische Nordseeküste sind besondere Anforderungen zu stellen. Außer der Beschreibung des Schiffskörpers und der Motoranlage eines der neuesten dieser Boote werden die Ergebnisse der Modellschleppversuche und der Probefahrt gebracht und die Einrichtungen für das Selbstaufrichten dieses Bootes nach einem Kentern, sowie dessen Erprobung behandelt.

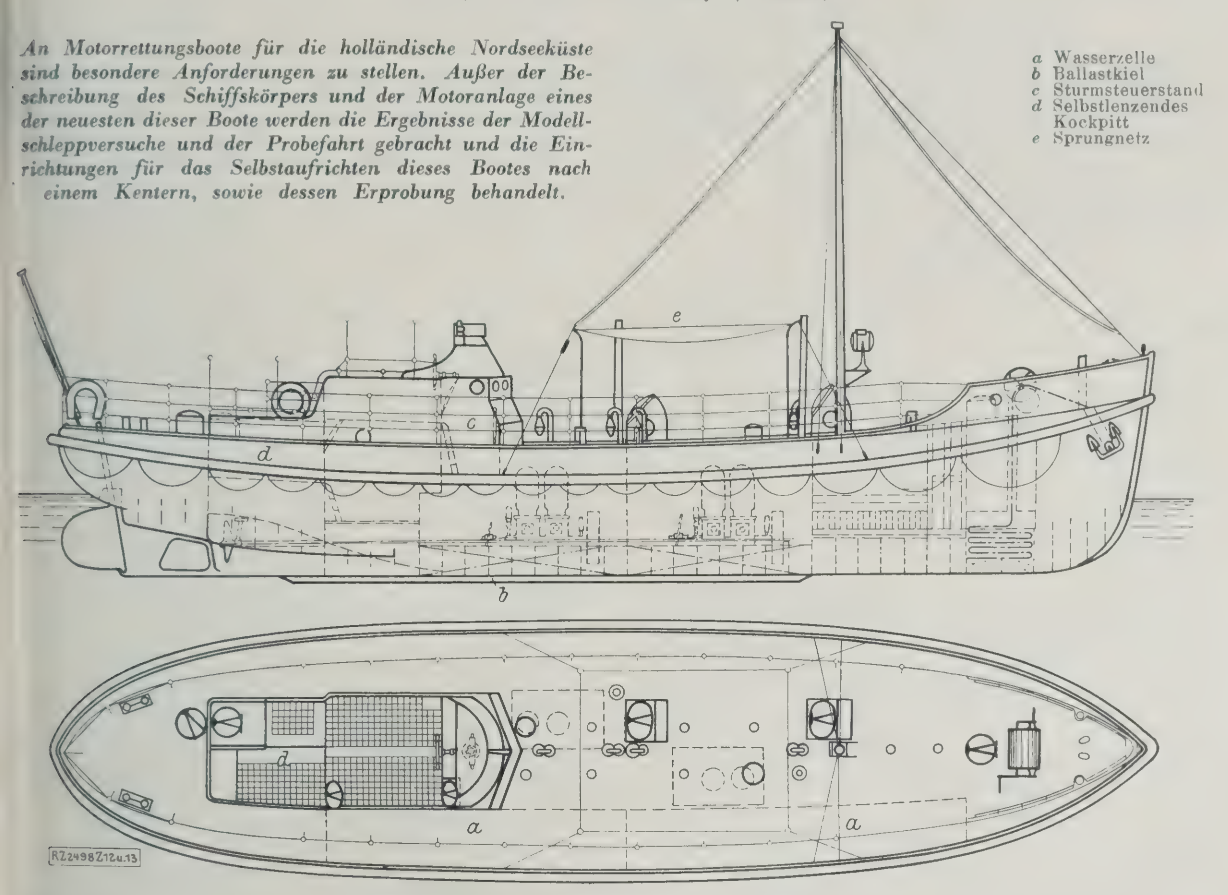


Abb. 12 und 13. Seitenansicht und Deckplan.

Anforderungen an Motorrettungsboote

Die Verhältnisse in den Seegaten an der holländischen Küste sind derart, daß die Rettungsboote, die zur Hilfeleistung für die auf den Sanden gestrandeten Schiffe ausfahren, große Antriebleistungen erhalten müssen. Bevor man über mechanisch angetriebene Rettungsboote verfügte, mußte man die Rettungsboote mit Schleppern an die Luv- und Stromseite des gestrandeten Schiffes bringen. Wenn aber Schlepper fehlten oder wegen ihres Tiefganges nicht verwendbar waren, hatte die Bemannung der Rettungsboote sich oft stundenlang abzumühen, bevor sie zu ihrer eigentlichen Arbeit kam.

Dampfbetrieb ist wenig geeignet für die Rettungsstationen, weil das Boot stets betriebsbereit sein muß. Für eine sofortige Betriebsbereitschaft bildet der Verbrennungsmotor eine brauchbare Lösung. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß die Motorrettungsboote nicht stets durch geschulte Bedienungsleute, sondern oft auch durch Seeleute oder Küstenbewohner mit nur praktischer Erfahrung als Maschinist bedient werden müssen. Daher ist es notwendig, Rohölmotoren, obwohl sie schwerer sind als Benzinmotoren, wegen ihrer einfacheren Bedienung, zu verwenden.

Der Schiffskörper der holländischen Rettungsboote wird aus weichem Stahl gebaut, während man in England und Frankreich mit überwiegend felsigen oder steinigen Küsten im allgemeinen Holzboote benutzt. Ein eisernes Boot kann auf dem Sandstrand der holländischen Küste besser heftigen Stößen widerstehen als ein hölzernes. Auch ist bei den heutigen Schiffen die Gefahr eines Zusammenstoßes des Rettungsbootes mit über Bord ragenden Gegenständen nicht sehr groß, und der weiche Stahl kann tiefer eingebeult werden, bevor er durchbohrt wird oder Nieten abspringen. Die Motorrettungsboote sind außerdem in rd. zwanzig wasserdichte Abteilungen unterteilt, von denen mehrere vollaufen können, ohne daß ein Sinken eintritt. In neuerer Zeit baut man ferner bei größeren Booten zwei Schrauben mit getrennt aufgestellten Motoren ein, so daß bei Ausfall eines Motors eine Reserve vorhanden ist. Da ein Kentern in der Brandung auch bei den größeren, gedeckten Motorrettungsbooten vorkommen kann, beschloß die Noord- en Zuid-Hollandsche Redding Maatschappij, Amsterdam, zur weiteren Erhöhung der Sicherheit des Bootes und der Besatzung, das im nachstehenden beschriebene Doppelschrauben-Motorrettungsboot „Insulinde“ so zu bauen, daß es sich nach dem Umschlagen nach dem Verfahren des Baumeisters *J. Niestern*, Delfzyl, von selbst wieder aufrichtet.

Schleppversuche

Zur Überwindung der starken Strömung in den Seegaten ist eine Geschwindigkeit im stehenden Wasser von rd. 9 Kn erforderlich. Bei Anwendung von Schrauben, die in Tunneln arbeiten, wurde die für diese Geschwindigkeit nötige Gesamtleistung auf 120 PS geschätzt. In den Tunneln sind die Schrauben gegen Beschädigung geschützt und kommen auch beim Stampfen nicht leicht aus dem Wasser heraus. Wegen der abweichenden Form des Bootes sind Schleppversuche im Maßstab 1 : 7 in der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt ausgeführt worden. Der ursprüngliche Entwurf der Bauwerft hatte 15,91 m Länge, 4 m Breite, 1.3 m Tiefgang und 38,95 t Verdrängung in Seewasser vorgesehen. Die Kurve *a* in Abb. 1 zeigt, daß mit 120 Wellen-PS nur 8,65 Kn erreicht wurden. Infolge des vollen Vorschiffes kam bei 9 Kn Fahrt bereits die Bugwelle an Deck. Auf meinen Vorschlag hin wurde dann die Länge auf 17,5 m gebracht, das Vorschiff in der Schwimmlinie bedeutend verschärft und die Spantform

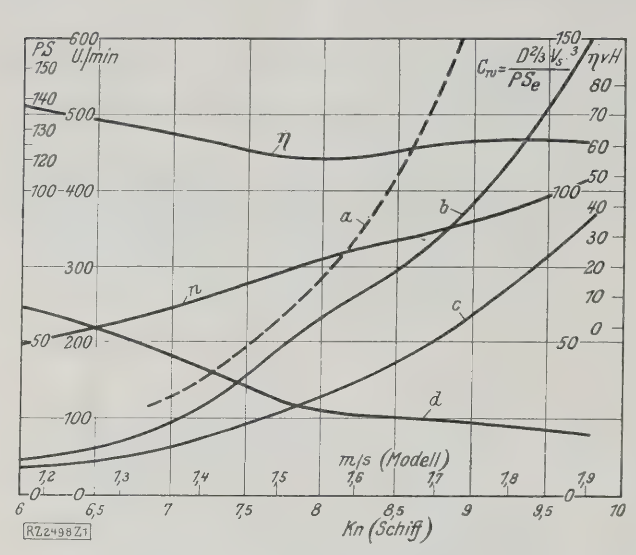


Abb. 1. Ergebnisse der Modell-Schleppversuche.

a Leistung an der Welle N_e PS, erster Entwurf mit Schrauben
b „ „ „ „ „ , ausgeführter „ „ „
c EPS ausgeführter Entwurf
d Leistungskonstante $C_w = \frac{D^{2/3} V_s^3}{N_e}$ *e* U/min

oben ausfallend gemacht, um zu verhindern, daß Wasser an Deck kommt, Abb. 2 bis 4. Ferner hat man die Form des Tunnels geändert und, anstatt schirmblechartige Flossen zu beiden Seiten des Hinterschiffes anzubringen, wurden die Tunnel durch Überbauen des Schiffsrumpfes ausgebildet. Außer Änderungen in der Schotteneinteilung wurde der Wasserballast zum Selbstaufrichten des Bootes durch einen Ballastkiel ersetzt. Die Schleppergebnisse, Abb. 1, Kurve *b*, zeigen, daß bei einer Verdrängung von 43,88 t in Seewasser mit der Leistung von 120 PS an den Wellen 9,4 Kn nunmehr erreicht werden konnten.

Während des Baues mußte das Gewicht des Ballastkieles von 3 auf 6 t gebracht werden, damit das Selbstaufrichten sichergestellt war. Ferner wurde ein Schleusenkiel angebracht und der Hintersteven mit dem Ruder zur Erhöhung der Steuerfähigkeit schräg angeordnet. Infolge dieser Änderungen konnte man unter Zugrundelegung der Modellergebnisse höchstens eine Geschwindigkeit von 9,25 Kn. erwarten. Nach dem Log ist diese Geschwindigkeit auf der Ems bei 360 und 390 U/min der Motoren erreicht worden. Auf der Probefahrt auf dem Nordseekanal, dessen Querschnitt im Verhältnis zum Hauptspant der „Insulinde“ derart ist, daß die Geschwindigkeit gegenüber der Fahrt im freien, tiefen Wasser schon beeinflußt wird, erreichte das Boot daher nur 9 Kn bei 380 und 392 U/min. Beim Probelauf in der Fabrik ist die Leistung bei 380 U/min auf 57 PS und bei 390 U/min auf 60 PS bestimmt worden. Die Geschwindigkeit des Bootes bei Antrieb mit nur einem Motor betrug 7,15 Kn bei 372 U/min.

Die Abmessungen der dreiflügeligen Schrauben sind aus den *Schaffranschen* Versuchen für eine Leistung von 57 Wellen-PS bei 390 U/min, 9,25 Kn und 17,4 vH N strom ermittelt worden. Damit der Tunnel hinten zu breit wurde, mußte man sich in der Wahl des D messers beschränken und infolgedessen einen gr Slip zulassen. Der Durchmesser beträgt 0,87 m, die gung 1,04 m und das Oberflächenverhältnis 0,56. Be Modellversuchen betrug die Leistung für nach i drehende Schrauben bei 9,32 Kn und 383 U/min je 5 an der Welle. Die auswärts drehenden Schrauben forderten für jede Welle 2 PS mehr bei derselben schwindigkeit. Abb. 5 bis 7 zeigen den Schraubenwe austritt. Zwischen Wellenbock und Wellenrohr is Welle durch ein Rohr geschützt, das mit Öl gefüllt Auf diese Weise erreicht man eine gute Schmierung Welle und besonders des Wellenlagers im Wellenbo

Selbstaufrichtende Bauart

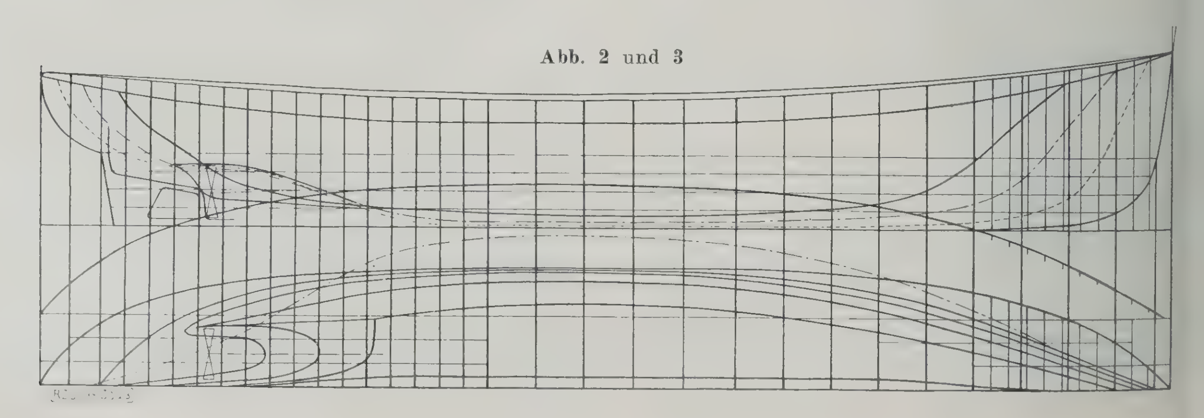
Selbstaufrichtende Rettungsboote sind bekannt. Selbstaufrichten wird mittels hoch eingebauter Luftk vorn und hinten und eines schweren eisernen bleiernen Kieles erreicht. Die Boote nach dieser B sind offene Boote, deren Bemannung daher beim schlagen ins Wasser gerät und sich also während des schlagens und des Aufrichtens am Boot festhalten muß Erfahrung hat gelehrt, daß dies meistens zu Verluste Menschenleben führt.

Die Anwendung dieses selbstaufrichtenden fahrens wäre für ein Motorboot von rd. 50 t Ge unmöglich, da das Schiff infolge der hierfür nötigen bauten in seiner Steuerfähigkeit und seiner Seefähig stark beeinträchtigt wäre. Ein Motorrettungsboot, art *Niestern*, ist, im normalen Zustand fahrend, ein wöhnliches gedecktes Boot mit großer Stabilität. Im geschlagenen Zustand kann es sich jedoch nach ku Zeit wieder aufrichten. Dies wird dadurch erreicht, an der Steuerbordseite unter Deck, nahezu über die g Länge eine Wasserzelle eingebaut ist, die, wenn das umgeschlagen ist, mittels Rohre, die gerade noch über ragen, volläuft, während die Luft durch Klappenve an der Unterseite der Zelle entweicht, Abb. 8. Dad neigt sich das Boot, und es entsteht im Zusammen mit dem schweren Ballastkiel ein aufrichtendes Mo so daß das Boot wieder in seine normale Lage zu kehrt, wobei dann die Zelle durch die Klappen an Unterseite leerläuft. Auch das Kockpit ist einseitig der Seite der Wasserzelle angeordnet, während die dergangskappen auf der andern Seite liegen, was Selbstaufrichten erleichtert.

In der umgekehrten Lage darf selbstverst lich kein Wasser ins Boot eindringen, so daß die Nie gänge wasserdicht verschlossen werden. Ebenso mü sämtliche Rohre, die den Motorräumen Luft zuführen wie alle Lüfter wasserdicht verschließbar sein. Bei e Neigung von 90° werden die Motoren selbsttätig a stellt, da sie sonst die Luft aus den Motorräumen dem geschlossenen Sturmsteuerstand saugen wür so daß Wasser eindringen würde oder die Insassen Gefahr der Erstickung ausgesetzt wären.

Ein so schweres und stabiles Boot wie die „I linde“ wird nur unter ganz besonderen Umständen schlagen können, wie sie zuweilen bei der Einfahr

Abb. 2 und 3



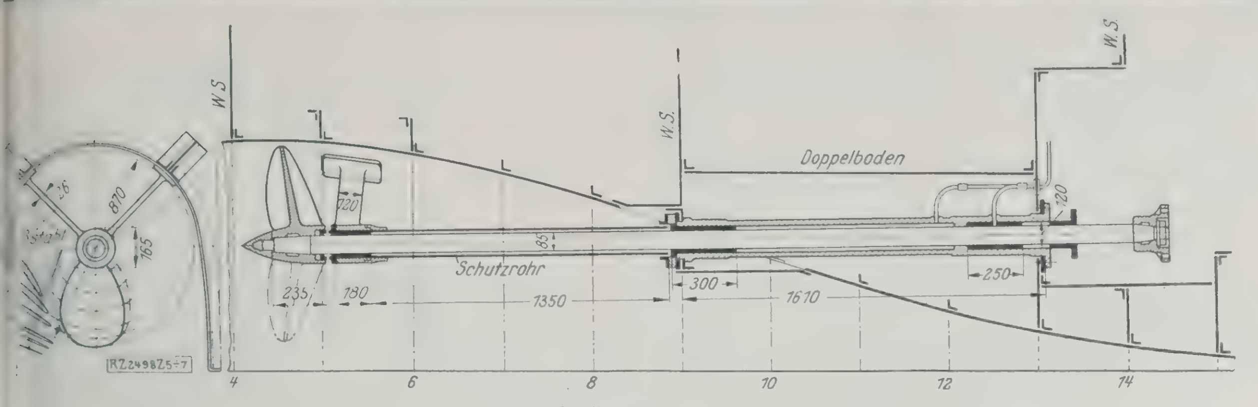


Abb. 5 bis 7
Schraube mit Flügelquerschnitten, Stevenrohr und Tunnel.

ieSeegaten bei schwerem Wetter auftreten. Auch dann ri die Gefahr bei richtigem Manövrieren nur gering ei Meint der Kapitän in Gefahr zu geraten, so läßt er li Menschen unter Deck gehen, alle Zugänge schließen n begibt sich selbst in den geschlossenen Sturmsteuer-.nd.

Um die Gefahr des Kenterns zu vermindern, wenn a Boot dwars in eine Brandungswelle in geringer sertiefe geraten ist, wurde die Verbindung des Decks i der Schiffsseitenwand nicht eckig, sondern mit rer Abrundung ausgeführt, Abb. 8. Der Kopf einer ndungswelle schiebt das geneigte Boot mit großer Ge-windigkeit quer durch das Wasser, das bei der ge-ren Wassertiefe nicht unter dem Boot hindurch aus-hen kann und deshalb an der eingetauchten Deck-a e einen großen Widerstand verursacht. Das hierbei y misch entstehende kenternde Kräftepaar ist zweifel-sbei einem Boot mit geringer Breite aber großer Ge-itsstabilität und abgerundeter Deckkante kleiner als einem breiten Boot mit scharfer Ecke oben.

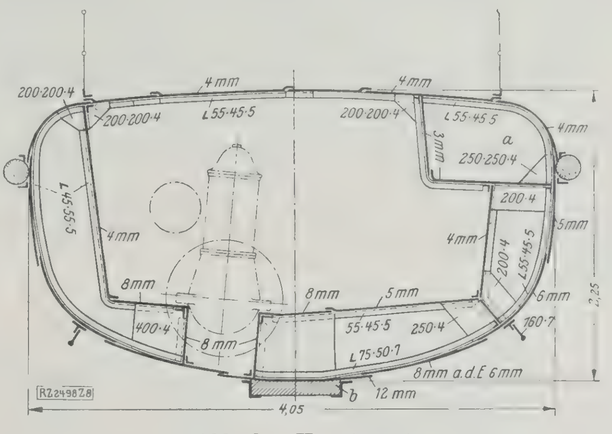


Abb. 8. Hauptspant.
a Wasse *b* Ballastkie

Motoranlage

Die Motoranlage besteht aus zwei zweizylindrigen rmhout-Rohölmotoren mit einer Nutzleistung von je 60 PS e 390 U/min. Die Maschinen sind in zwei getrennten chinenräumen untergebracht, die durch ein wasser-ites Schott mit wasserdichter Tür geschieden sind. Die i ist so hoch angebracht, daß, wenn ein Maschinenraum h ein Leck im Boden volläuft, das Wasser auch bei nstehender Tür nicht in den anderen Raum gelangen an.

Die Motoren üblicher Bauart weisen für diesen be-reren Zweck einige Sonderteile auf. So sind sie mit rr elektrischen Glühzündung versehen, so daß auch eikalten Motoren das Ingangbringen in einer Minute ölich ist. Ein wasserdichter Akkumulator liefert den m hierfür und für die Beleuchtung des ganzen Bootes i Bosch-Dynamos, die je mittels eines Reibrades vom orschwungrad angetrieben werden, dienen zum Auf-n des Akkumulators. Außerdem liefert dieser den m für zwei Magnetspulen, die beim Umschlagen des tes die Brennstoffpumpen abschalten, sobald das Boot r als 90° überneigt.

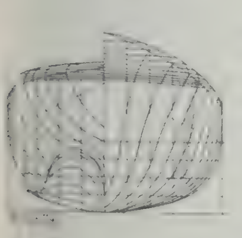


Abb. 2 bis 4
Linienriß des
torrettungsbootes
„Insulinde“

Die Auspuffrohre werden mittels Kugelventile beim Umschlagen geschlossen und das etwa noch eingedrungene Wasser wird vor dem Wiederansetzen der Motoren entfernt. Damit nicht beim Umschlagen auf Untiefen die Auspuffrohre das Aufrichten verhindern können oder die Ventilgehäuse an Deck beschädigt werden, wird durch Einschalten eines dünnwandigen gußeisernen Rohrstückes ein Abbrechen der Rohre absichtlich herbeigeführt. Die Motoren müssen sowohl vom Decksteuerstand als auch vom Sturmsteuerstand aus bedient werden können. Abb. 9 bis 11 zeigen die Anordnung und wasserdichte Durchführung sämtlicher Bedienungshebel, die ohne Umschaltung von beiden Stellen aus betätigt werden können. Die Brennstoffregelung wird mittels Gestänge unmittelbar auf die Motoren übertragen, während, des leichten Ganges wegen, die Umsteuerkupplungen mittels Drucköl betätigt werden. Für jeden Motor ist im Sturmsteuerstand ein Ölzylinder vorhanden, dessen Kolben mit den Umsteuerhebeln verbunden ist. Die Gegenzylinder sind bei den Kupplungen in den Motorräumen angeordnet. Nach einjährigem Betrieb wurde beschlossen, die Kolben in den Ölzylindern durch Druckluft zu bewegen, dabei konnten die großen Umsteuerhebel wegfallen.

Die Lenz- und Kühlwasserleitungen sind besonders sorgfältig durchgebildet, und an der Bordwand je mit einem Seeventil versehen, so daß sie unter allen Umständen ihren Zweck erfüllen. Sie sind an Saugkasten mit vier Anschlüssen für die vier Pumpen angeschlossen. Die Saugrohre dieser Pumpen sind außerdem an einen Saugkasten angeschlossen; dieser ist mit einem Lenzverteilkasten verbunden, woran sämtliche Saugkörbe angeschlossen sind. Somit kann man Kühlwasser sowohl an Backbord wie auch an Steuerbord mit der Kühlwasser- oder mit der Lenzpumpe ansaugen. Die Kühlwassermäntel der beiden Motoren sind verbunden und die Kühlwasserpumpen drücken in das Verbindungsrohr. Der Lenzverteilkasten hat lose Ventile, damit auch bei einem falschen Stand der Schieber kein Wasser in das Schiff eindringt. Gelenzt werden der Raum mit dem Kettenkasten, die Motorräume und der Trimmtank. Auch Druckrohre, die über die Wasserlinie ausmünden, sind mit einem Rückschlagventil versehen.

An Brennstoff werden 2000 l im Doppelboden untergebracht. Außerdem befindet sich in jedem Motorraum ein Brennstoffbehälter von 120 l. Dieser wird mittels einer Hand- oder, wenn der Motor läuft, mittels einer vom Motor getriebenen Pumpe gefüllt, so daß stets Öl nach dem Behälter gepumpt wird und der Überschuß

durch ein federbelastetes Ventil nach dem Doppelboden zurückfließt. Infolgedessen bleibt das Öl unter Druck, so daß der Brennstoff stets den Brennstoffpumpen zuläuft. Die Zuflußleitung mündet in der Mitte des Behälters damit in keiner Lage Luft in die Brennstoffleitung eindringen kann. Für beide Motoren ist ein gemeinsamer Schmierölbehälter von 60 l Inhalt im vorderen Maschinenraum vorgesehen.

Elektrische Anlage

Den Strom für die Beleuchtung und das Anlassen der Motoren liefert ein Stromerzeuger für 125 Watt und 12 Volt in jedem Maschinenraum. Da die Stromerzeuger von den Schwungrädern angetrieben werden, sind sie mit einem selbsttätigen Spannungsregler versehen, der die Spannung bei 700 bis 2000 U/min unverändert erhält. Außerdem ist in jedem Maschinenraum eine Akkumulatorenbatterie von 100 Ampèrestunden und 12 V Spannung in dichtem Eisengehäuse untergebracht und ein vollständiges Schaltbrett angeordnet. Von jedem Schaltbrett führt ein Kabel zu einem druckwasserdichten Umschalter, der in beiden Maschinenräumen betätigt werden kann. Der druckwasserdichte Lichtverteilkasten ist am Mittelkontakt dieses Umschalters angeschlossen, so daß man mittels des Umschalters die ganze Anlage von einem Schaltbrett aus bedienen kann. Im Kopf eines jeden Motorzylinders ist ein Zündglühfaden angebracht, der zum Anlassen dient und mit einem Strom von 75 A und 6 V geheizt wird. Hierfür werden die Pole der Batterie umgeschaltet, so daß die Batterie in zwei Zweige von je 6 V geteilt wird.

Einteilung des Schiffes

Das Schiff hat eine Länge über alles von 18,8 m, eine Breite von 4,5 m, eine Seitenhöhe von 2,15 m und einen Tiefgang von 1,43 m. Sieben wasserdichte Querschotten teilen das Boot in acht wasserdichte Hauptabteile, Abb. 12 und 13: Vorpiek-Kettenkasten und Vorratsraum, Unterkunftsraum mit Doppelboden für die Besatzung oder für Schiffbrüchige, — vorderer Maschinenraum, von den Schiffswänden durch wasserdichte Seitenzellen getrennt und mit wasserdichtem, in zwei Zellen unterteiltem Doppelboden, — hinterer Maschinenraum, in offener Verbindung mit dem Sturmsteuerstand, der wegen der Kompasse aus Kupferblech gebaut ist, — Unterkunftsraum mit Doppelboden für die Besatzung — an Backbord ein Vorratsraum, an Steuerbord das selbstlenzende Kockpit — Hinterpiek.

Das Boot ist aus Siemens-Martin-Stahl mit einer Festigkeit von 35 bis 37 kg/mm² bei einer Dehnung von 25 vH gebaut. Als Ballast dient der eiserne Kiel mit einem

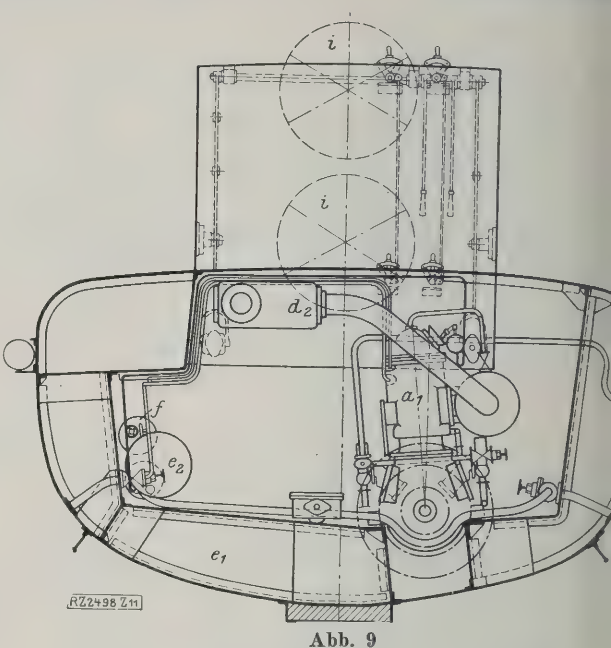


Abb. 9
Hinterer Maschinenraum, von vorn gesehen.

Querschnitt von 700 × 120 mm², Abb. 9. Die Schrau
spindel-Steuervorrichtung ist in der Hinterpiek u
Deck aufgestellt und wird vom Deck- oder vom St
steuerstand aus betätigt, die je für sich mittels einer
schaltkupplung angeschlossen werden können. Alle
dergänge sind durch runde Lukendeckel mit Gummi
wasserdicht abgeschlossen. In die wasserdichten Se
abteile und Doppelböden gelangt man durch Mannlöc
deren Deckel mit einem Anschluß für die Handlenzpu
versehen sind. Auf Deck oberhalb der Seitenzellen
gleichfalls Anschlüsse für die Lenzhandpumpe. Der
pelboden unter dem hinteren Mannschaftsraum dient
Trimmtank. Hinter dem geschlossenen Sturmsteuers
ist der Steuerstand an Deck angeordnet und zu bei
Seiten mittels eines festen Schanzkleides geschützt.
sind zwei Kompasse an Bord und ferner ein Sprung
für Schiffbrüchige, wie bei andern Motorrettungsboo
In Vor- und Hinterpiek befinden sich je ein Behälter
60 l Inhalt für Öl zum Beruhigen der Wellen. Der
ausfluß wird mittels eines Hahnes, der von Deck aus
dient wird, geregelt.

Kenterprobe und Probefahrten

Nach der Fertigstellung des Bootes im Frühjahr
wurde das Selbstaufrichten erprobt. Mittels e
Schwimmkranes neigte man das Boot, in dem sich die
mannung aufhielt, und das erst umkippte, nachdem es
100° Neigung hatte. Man hörte die Luft aus der Was
zelle ausströmen und nach 1 min 40 s lag das Boot wie
aufrecht.

Im Mai 1927, bei Windstärke 7 bis 8, fand die Pr
fahrt von Delfzyl aus statt, die in die Nordsee bis ei

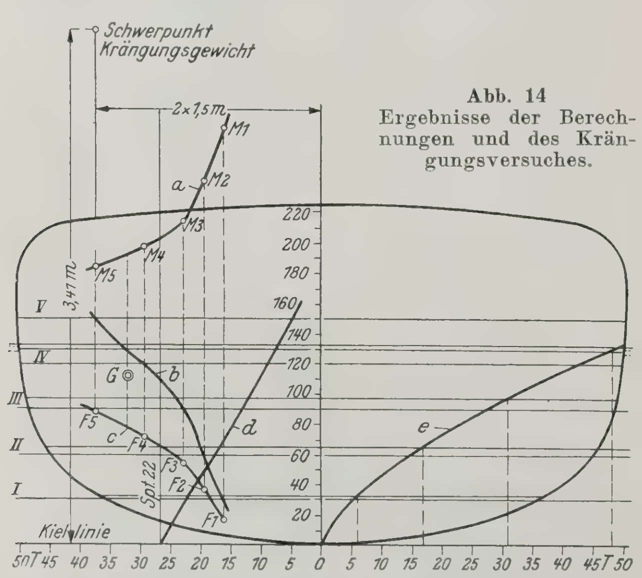


Abb. 14
Ergebnisse der Berechnungen und des Krängungsversuches.

a Quermetazentren
b Verdrängungschwerpunkte der Länge nach
c Verdrängungschwerpunkte der Länge und Höhe nach
d Verdrängungschwerpunkte der Höhe nach
e Verdrängung in t
G Systemschwerpunkt, vollausgerüstet und mit Brennstoff
MG = 0,80 M

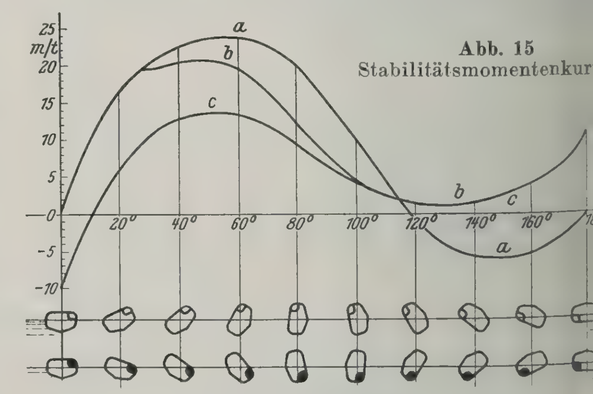
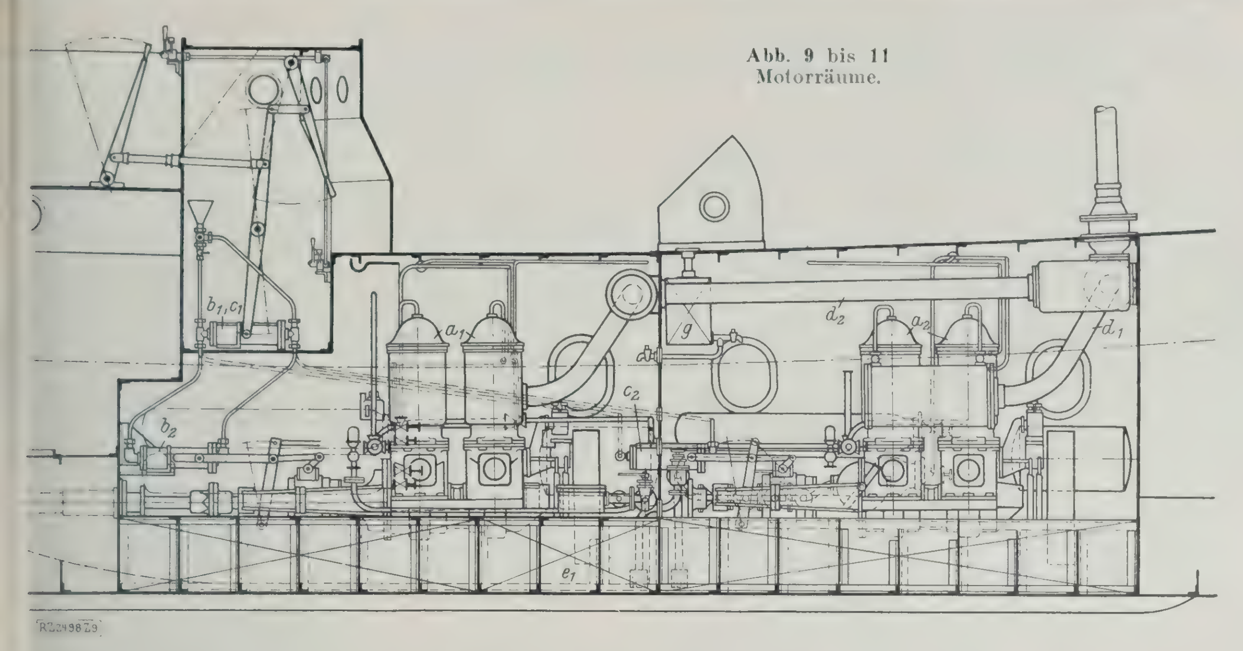
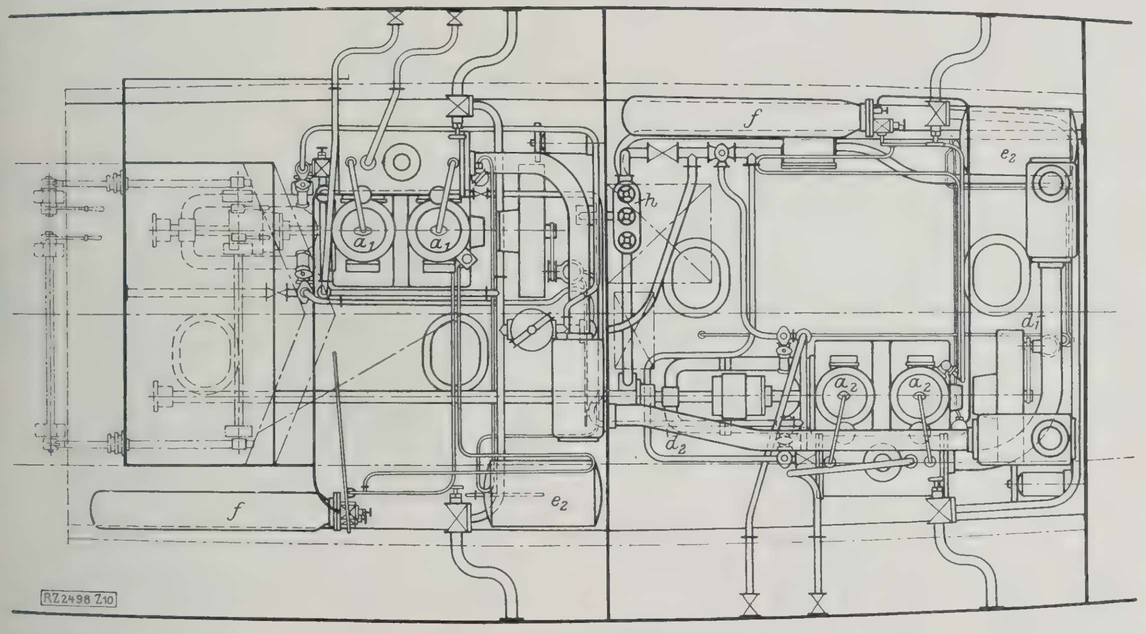


Abb. 15
Stabilitätsmomentenkur

a bei Neigung über Backbord
b „ „ über Steuerbord
c „ gefüllter Wasserzelle von 180° zurück bis 0°

Abb. 9 bis 11
Motorräume.





a_1, a_2 Hauptmotoren
b_1, b_2 Druckölzylinder u. Gegenzylinder für Backbordmotor
c_1, c_2 " " " ,, Steuerbordmotor
d_1, d_2 Auspuffleitungen
e_1, e_2 Brennstoffbehälter
f Druckluftflaschen zum Anwerfen der Motoren
g Schmierölbehälter
h Lenzverteilkasten
i Handsteuerräder

...meilen NW von Ameland ausgedehnt wurde. Die Ge-...windigkeit auf der Ems wurde am Log abgelesen und ...ug bei Gegenwind 9,25 Kn.

In der Nordsee war infolge des mehrtägigen stürmi-...en NW-Windes hoher Seegang, nach Schätzung 3 bis ... bei rd. 40 m Wellenlänge. Die Dauer der Wellen-...oden betrug rd. 5 bis 6 s, während die Schlingerperiode ...e Schiffes rd. 3,6 s betrug und die größten Ausschläge ...bis 35° erreichten. Das Schiff nahm, obwohl es die ...llen in schräger Richtung durchfuhr, sehr wenig ...sser über. Auch in den Brechern, die bei der Rück-...t nach Ostmahorn vor dem Plaatgat auf etwa 10 m ...ssertiefe durchfahren werden mußten und die noch ...ier und steiler waren als die gewöhnlichen Wellen, ...hielt sich das Schiff sehr gut, es lief nicht aus dem ...der und Deck und Cockpit waren schnell vom Wasser ...eit.

Abb. 14 zeigt die Ergebnisse des Krängungsversuches. Zum Schluß wurde dann in Amsterdam nochmals das ...staufrichten des Bootes, diesmal über Steuerbord, er-...bt. Es zeigte sich dabei, daß auch die Stabilität über Steuerbord sehr groß war. Bei 90° Neigung betrug das aus der Kranbelastung berechnete aufrichtende Moment 8 mt. Auch bei 130° blieb noch ein positives Moment von 1,5 mt über. Abb. 15 zeigt die Stabilitätskurven für Backbord und Steuerbord. Über Backbord läuft die Wasserzelle erst voll, wenn das Boot umgeschlagen ist. Über Steuerbord geschieht dies nur wenig früher. Der dynamische Weg über Steuerbord bis 60° beträgt jedoch noch 340 mm, bei sofortigem Vollaufen der Wasserzelle.

Seit ihrer Indienststellung hat „Insulinde" außer zahlreichen Übungsfahrten sieben Rettungsfahrten gemacht, einige bei schwersten Winterstürmen, und insgesamt dreizehn Menschen aus Seenot gerettet. Darunter waren 5 Mann der Besatzung eines Emdener Lotsendampfers, die am 24. November 1928 von Bord eines auf Borkum Riff gestrandeten schwedischen Dampfers geholt wurden.

Die „Insulinde" ist das gemeinschaftliche geistige Werk des Direktors der Noord- en Zuid-Hollandsche Redding Maatschappij, *H. de Booy*, des Schiffsbaumeisters *J. Niestern* und des Verfassers. [B 2489]

Die Verdampfungswärme des Wassers und das spezifische Volumen von Sattdampf für Temperaturen bis 210°

Von *MAX JAKOB*

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Während die Flüssigkeitswärme des Wassers bis 300° aus den Versuchen von *Dieterici* seit 1905 bekannt ist, die Überhitzungswärme des Dampfes bis zum Druck von 120 at aus den Arbeiten von *Knoblauch* und seinen Mitarbeitern, fehlen oberhalb 180° unmittelbare Messungen der Verdampfungswärme, also gerade des bei den üblichen Drücken größten Anteiles am Wärmeinhalt des Dampfes. Daher wurden mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und des Vereines deutscher Ingenieure in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt die von *Henning* im Jahre 1909 bei 180° abgebrochenen Messungen der Verdampfungswärme mit verbesserter Versuchseinrichtung wieder aufgenommen und zunächst bis 210° (19,5 at) weiter geführt. Von dieser Untersuchung, die bereits ausführlich veröffentlicht ist[1]), wird hier einiges mitgeteilt.

Versuchsverfahren

Die Grundlage des Versuchsverfahrens ist äußerst einfach: Wasser von Sättigungstemperatur wird in einem Gefäß durch elektrische Beheizung verdampft. Der gebildete Dampf wird in einem durch Wasser gekühlten Gefäß wieder verflüssigt. Der Quotient aus der um die Wärmeverluste V verringerten elektrischen Heizleistung N und der Masse m des in der Zeiteinheit im Kondensgefäß niedergeschlagenen Wassers ist die gesuchte Verdampfungswärme r. Man muß also nur N, V und m bestimmen, um r zu erhalten.

Um die Wärmeverluste zu verringern, ist das Siedegefäß von einem Schutzmantel umgeben, der durch elektrische Heizung möglichst genau auf der Sättigungstemperatur des Dampfes gehalten wird. Die dennoch auftretenden Wärmeverluste kann man in die einzelnen Teile V_a, V_b, V_c und V_d zerlegen. Auf die geringfügigen Anteile V_b und V_d, die man leicht berechnen kann[2]), soll hier nicht eingegangen werden. Der Ausdruck $N - (V_b + V_d)$ wird im folgenden N' genannt. Etwas beträchtlicher als V_b und V_d ist unter Umständen die Wärmemenge $V_a = a\,(\vartheta_w - \vartheta_0)$, die an den Schutzmantel abgegeben wird, wenn dessen Temperatur ϑ_0 niedriger ist als die Temperatur ϑ_w des Wassers im Siedgefäß. V_c endlich, der größte Verlustanteil, ist bei einer bestimmten Temperatur ϑ_w konstant. Um ihn zu eliminieren, führt man hintereinander Versuche aus, bei denen durch verschieden starke elektrische Heizung verschieden schnelle Verdampfung erzielt wird. Jeder derartige Versuch liefert eine Wärmebilanz von der Form

$$N' = m\,r + a\,(\vartheta_w - \vartheta_0) + V_c \quad \ldots\ldots (1).$$

Aus drei solchen Gleichungen, die man durch Messungen bei drei verschiedenen Heizleistungen N' erhält, kann man a, V_c und r berechnen. Da aber $m\,r$ in Gl. (1) gegenüber den beiden anderen Summanden weit überwiegt, wird die Rechnung ungenau. Man ermittelt die Unbekannten daher besser aus sämtlichen bei einer Temperatur ϑ_w ausgeführten Messungen nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Die Konstante a kann man auch unmittelbar messen, indem man Versuche unter ganz gleichen Verhältnissen, aber mit absichtlich verschieden eingestellten Temperaturunterschieden $\vartheta_w - \vartheta_0$ ausführt. Führt man für $N' - a\,(\vartheta_w - \vartheta_0)$ die Bezeichnung N'' ein, so geht Gl. (1) über in

$$N'' = m\,r + V_c \ldots\ldots\ldots (2)$$

Aus sämtlichen Messungen kann man dann mit Gl. (2), wie mit Gl. (1), nach der Methode der kleinsten Quadrate V_c und r berechnen.

Anordnung und Ausführung der Versuche

Das Wasser wird in dem Siedgefäß a, Abb. 1, durch den elektrischen Heizkörper b verdampft; der Dampf strömt durch das Rohr c ab. Als Wärmeschutzmantel dient das mit Öl gefüllte Gefäß d mit dem elektrischen Heizkörper e und dem Rührwerk f. Der Dampf wird in den Gefäßen g' und g'' niedergeschlagen, die in fließendem kaltem Wasser stehen. g' und g'' sind mit der Stahlflasche h verbunden, die verdichtete Luft enthält. Infolge des großen Luftinhalts der Flasche h kann der Druck in g' und g'' nahezu gleich dem Sättigungsdruck des Dampfes und konstant gehal werden; der Dampf wird daher ohne wesentliche Dros lung niedergeschlagen. i ist ein Vorratgefäß mit verdi teter Luft, j bis l sind Druckmeßgeräte, m' bis q', m'' bis und r bis v sind Ventile, w und x Verbindungsrohre. n'', o', o'' und s, t bleiben bei den Hauptversuchen geschl sen; ihr Zweck ist in der ausführlichen Veröffentlichu erklärt.

Vor jedem Versuch sind auch m'' und p'' geschloss m' und p' aber geöffnet, so daß der Dampf nur in das fäß g' strömen kann. Ist ein Dauerzustand erreicht, werden gleichzeitig m', p' geschlossen und m'', p'' geöffn Der Dampf wird nunmehr während eines mit der Stoppu gemessenen Zeitraumes von ½ bis 1 h in g'' kondensi Dann werden die Ventile wieder umgesteuert, so daß Dampf wie vor dem Versuch nach g' strömt. Gemes werden außer der Zeit das aus dem Hahn q'' abgeza Kondensat durch Wägung, die Temperaturen ϑ_w und mit Platinthermometern; die elektrische Heizleistung wird aus Messungen von Strom und Spannung mittels ei Kompensators bestimmt. Die Dampfmengen m wurden 0,04 bis 0,86 kg/h verändert, die Heizleistungen N von bis 400 kcal/h.

Bezüglich der Einzelheiten der Anordnung, insbesond des elektrischen Heizkörpers b und der Umsteuerventile p', m'', p'' und des Meßverfahrens, insbesondere der stimmung der Wärmeverluste, muß auf die ausführli Veröffentlichung verwiesen werden.

Versuchsergebnisse

Außer vielen Vorversuchen wurden insgesamt 27 E zelversuche bei 180° und 16 bis 210° ausgeführt. Man hielt dabei als Verdampfungswärme 479,6 und 454,1 kcal/ unter Berücksichtigung der von *Henning* unterhalb 18 und der neuerdings von mir gemeinsam mit Dipl.-I *W. Fritz* oberhalb 210° weitergeführten Messungen a die ausgeglichenen Werte der Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

Verdampfungswärme des Wassers und spezifisches Volumen von Sattdam

ϑ_w °C	p kg/cm²	r kcal/kg	v'' m³/kg
180	10,2	480,6	0,1938
190	12,8	471,9	0,1562
200	15,9	462,8	0,1271
210	19,5	453,2	0,1041

In dieser Zahlentafel sind außerdem die aus r nach Clapeyron-Clausiusschen Gleichung berechneten Werte spezifischen Volumens v'' des Sattdampfes eingetragen.

Die ausführliche Veröffentlichung enthält eine Zahl tafel abgeglichener Werte der Verdampfungswärme und spezifischen Volumens für 30 bis 210° und im Bereich 180° einen Vergleich mit der Verdampfungswärme n *Hennings* Beobachtungen und dem spezifischen Volun nach den unmittelbaren Messungen von *Knoblauch, Li* und *Klebe*. Hiernach und nach den möglichen Meßfehl dürften die Werte der Zahlentafel 1 auf 2 vT genau sein [N 2751

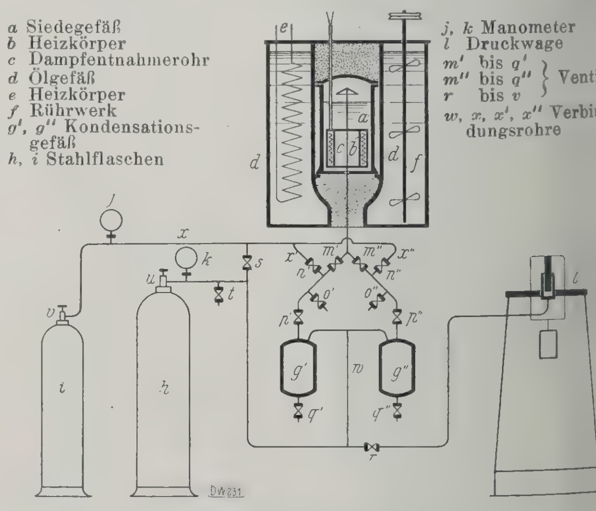


Abb. 1. Schema der Versuchsanordnung.

[1]) Vergl. *M. Jakob*, Forschungsarbeiten, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, Heft 310 (1928) S. 9.

[2]) Ihre Definition und Berechnung ist im Forschungsheft 310 auf S. 10 angegeben.

RUNDSCHAU

Schmieden

Über Gesenkstähle[1])

Bei den Werkzeugen der spanabhebenden Formung ist …Werkstofffrage heute schon so weit gelöst, daß es in den …isten Fällen möglich ist, einen zur Durchführung einer …timmten Zerspanung geeigneten Stahl zu wählen und …ner Wärmebehandlung zuzuführen, daß er den gestellten …forderungen genügt. Dagegen gehen die Ansichten über … richtige Wahl des Werkstoffes bei den Werkzeugen der …anlosen Formung noch sehr weit auseinander.

Ursachen der Zerstörung von Warmgesenken

Zu der ersten Gruppe von Werkzeugen der spanlosen …rmung gehören die Warmgesenke. Für ihre Zerstörung …mmen hauptsächlich folgende Ursachen in Betracht:

1. die Schlagwirkung und der hohe Arbeitsdruck, den die Gesenke aufzunehmen haben;
2. die Reibung des zu verarbeitenden Werkstoffes an den Wänden des Gesenkes;
3. die Wärme des zu schlagenden Werkstoffes;
4. die Arbeitsgeschwindigkeit;
5. die Form, die Abmessung und der Werkstoff der herzustellenden Gesenkstücke.

Der Zerstörung durch Schlagwirkung und hohen Ar…tsdruck kann dadurch Rechnung getragen werden, daß …n für die Gesenke Stähle mit genügender Härte ver…ndet. Die Härte darf allerdings ein gewisses Maß nicht …erschreiten, da sonst infolge mangelnder Zähigkeit das …senk zerstört wird. Zum Teil wird das Gesenk aber …ch durch unrichtige Konstruktion oder mangelhaftes …srichten vernichtet. Um der Schlagwirkung standzuhalten, …ß der verwendete Werkstoff große Härte bei genügender …higkeit aufweisen.

Infolge der Reibung des zu bearbeitenden Werkstoffes … den Gesenkwänden ist das Gesenk nach Herstellung …er entsprechenden Anzahl von Schmiedestücken nicht …hr maßhaltig. Durch zweckmäßige Konstruktion des Ge…nkes, saubere Bearbeitung der Flächen, Anbringung von …ftlöchern für entweichende Luft und Auswahl eines harten …d warmfesten Stahles kann man diesem Übelstand wirk…m begegnen. Die Wärme des zu schlagenden oder zu …essenden Werkstückes ist der größte Feind eines Gesenkes. …rvorspringende Ecken und scharfe Kanten nehmen in …r Arbeit sehr leicht eine Temperatur an, durch die ein …weichen des für das Gesenk verarbeiteten Stahles herbei…führt werden kann. Von großem Einfluß auf die Er…rmung des Gesenkes ist das Verhältnis der Gesenkgröße …r Größe des herzustellenden Arbeitstückes. Ist dieses …rhältnis groß, so wird die Lebensdauer des Gesenkes in…ge der besseren Wärmeabführung auch groß sein. Die …andrisse in den Gesenken sind eine Folge der Einwirkung …r Wärme. Sie bilden sich im Laufe der Zeit senkrecht zu …n Kanten und sind sicher auf Volumenänderungen durch …s Anlassen zurückzuführen. Die Rißbildung wird auch …rch Spannungen als Folge der Temperaturschwankungen …rbeigeführt. Man kann das Auftreten der Brandrisse nicht …rmeiden. Die Möglichkeit ihrer Entstehung kann aber …rch höheres Anlassen der Gesenke verzögert werden. Da…rch werden die sonst während der Arbeit auftretenden …lumenänderungen verringert.

Die Arbeitsgeschwindigkeit beeinflußt natürlich die …bensdauer eines Gesenkes. Der Verschleiß ist um so …ßer, je größer die Anzahl herzustellender Stücke inner…lb einer bestimmten Zeit ist.

Von Bedeutung sind auch Form, Abmessungen und …rkstoff des Gesenkschmiedestückes, sowie die Art der …mmer oder Pressen. Bei dünnwandigen Stücken muß …n wegen der schnelleren Abkühlung des Arbeitstückes …d des dadurch bedingten höheren Widerstandes mit der …rte des Gesenkes höher gehen. Das Gesenk wird natür…h höher beansprucht, wenn der zu schlagende Werkstoff …rt ist. Je stärker die Schlagwirkung der Schmiede…schinen ist, desto zäher und härter muß das Gesenk sein.

Härtearten der Schmiedegesenke

Man verwendet gehärtete, vergütete oder naturharte …miedegesenke. Gehärtete Gesenke haben eine nahezu …sharte Oberfläche bei verhältnismäßig weichem oder …em Kern. Härtet man die Arbeitsfläche mit dem Wasserstrahl, um einen gleichmäßigen Härterand zu erreichen, so widerstehen solche Gesenke dem Arbeitsdruck und auch der Abnutzung sehr gut. Man kann allerdings nur unlegierte Stähle in dieser Weise behandeln.

Vergütete Gesenke werden auf etwa 300 bis 400 Brinelleinheiten gehärtet. Bei Gesenken mit Teilgravuren, sogenannten Teilgesenken und solchen, die möglichst zäh gehalten werden sollen, wählt man Brinellhärten von 300 bis 400, bei Flachgesenken geht man bis auf 450 Brinelleinheiten.

Rohe Stähle verwendet man für nicht hoch beanspruchte Gesenke, mit denen nur wenige Stücke zu schlagen sind, die keiner weiteren Wärmebehandlung unterzogen werden. Die Brinellhärte schwankt zwischen 270 und 300. Von diesen Gesenken kann man natürlich nicht die Leistungen erwarten wie bei Gesenken aus vergütetem oder gehärtetem Stahl.

Warmpreßwerkzeuge zum Stangenpressen von Metalllegierungen müssen gute Anlaßbeständigkeit aufweisen und gegen Temperaturwechsel unempfindlich sein. Das gilt namentlich für Teile, die nach dem eigentlichen Arbeitsgang mit Wasser gekühlt werden. Feine Risse bilden sich, das Gesenk wird unbrauchbar.

Bevor man die Gesenke in den auf Härtetemperatur befindlichen Ofen bringt, wärmt man sie auf eine Temperatur von etwa 300 ° vor, um ein Reißen infolge zu rascher und ungleichmäßiger Anwärmung zu vermeiden. Besonders die schweren Werkstücke müssen im Ofen gleichmäßig bis in das Innerste auf die notwendige Härtetemperatur erwärmt werden. Je nach der Zusammensetzung härtet man die Gesenke im Druckluftstrom, in Öl oder in Wasser. Beim Härten in Wasser muß die Bildung eines zu schwachen Härterandes oder das Entstehen weicher Flecke infolge von Gas- oder Dampfblasen vermieden werden. Zweckmäßig härtet man solche Gesenke mittels eines auf die Arbeitsfläche gerichteten kräftigen Wasserstrahles. Bei zu niedriger Härtetemperatur sind nach der Härtung die Arbeitsflächen weich; bei ungleichmäßiger Erwärmung treten leicht Risse auf. Wird die Härtetemperatur überschritten, so ist das Gefüge des Stahles nach der Erhärtung grob; der Stahl selbst ist sehr spröde. Nach der Abkühlung müssen die Stücke sofort angelassen werden. Die im Wasser gehärteten Gesenke läßt man von der Bodenfläche des Gesenkes aus gegen die Arbeitsfläche an. Allgemein gültige Regeln lassen sich schwer angeben, doch ist das Werkstück gut angelassen, wenn sich auf der Arbeitsfläche eine gelbe Anlaßfarbe bildet. Die durch das Anlassen erreichte Festigkeit sollte man mittels einer Härteprüfung überwachen.

Warmpreßwerkzeuge, die man zum Stangenpressen von Metallegierungen, z. B. Messing und Kupfer, benutzt, müssen neben guter Anlaßbeständigkeit gegen Temperaturwechsel unempfindlich sein. Teile, die nach dem eigentlichen Arbeitsgang mit Wasser gekühlt werden, können infolge Bildung feiner Risse unbrauchbar werden.

Anforderungen an die anderen Metallpressenteile

Die wichtigsten Bestandteile einer Metallpresse sind: die Büchse, die das Preßgut aufnimmt, der Preßstempel, mit dessen Hilfe der Arbeitsdruck auf das Preßgut übertragen wird, die Druckscheibe, die vor dem Preßstempel sitzt und während des Arbeitsganges mit dem heißen Preßgut unmittelbar in Berührung steht, der Preßdorn, mit dem die zu pressenden Metalle gelocht werden, und die Preßmatrize, durch die das Preßgut gepreßt wird.

Die Preßbüchse muß das heiße Arbeitsgut aufnehmen und daher wärmebeständig sein. Der Preßdruck wird durch das Arbeitsstück auf die Wandungen der Büchse übertragen. Sie muß daher eine genügend große Festigkeit aufweisen. Je nach dem zu pressenden Metall verwendet man für hohe und höchste Beanspruchungen Cr-Ni-Stähle oder Cr-Wo-Stähle. Für geringere Beanspruchungen, d. h. beim Pressen bei niedrigen Temperaturen, wie es z. B. bei Blei in Frage kommt, wird man mit niedriger legierten Cr-Ni-Stählen oder Cr-Si-Stählen auskommen. Die Festigkeit der Büchsen wird bei dem hochlegierten Cr-Wo-Stahl 160 kg/mm², bei Cr-Ni-Stahl 150 kg/mm² nie übersteigen.

Der Preßstempel muß zur Übertragung des Preßdruckes ebenfalls genügend Festigkeit haben, damit er nicht verformt wird, anderseits darf er nicht zu hart werden, um während des Pressens nicht zu brechen. Man verwendet am besten Cr-Ni-Stahl mit etwa 160 kg/mm² Festigkeit. Geht man mit der Festigkeit höher, so tritt während der Arbeit, da die Arbeitstemperatur die zum Vergüten des Stempels

[1]) Vorgetragen von Dr. *Sommer*, Düsseldorf, in der 83. Sitzung des …hausschusses für Schmiedetechnik der Arbeitsgemeinschaft deutscher …riebsingenieure im Verein deutscher Ingenieure am 11. Januar 1929.

angewendete Anlaßtemperatur übersteigt, ein Weicherwerden des Stempels ein. Das kann zu zahlreichen Übelständen, wie Rißbildung, Aufplatzen des Stempels usw., führen. Aus diesen Gründen geht man mit den Festigkeiten sowohl bei Stempeln als auch bei Büchsen nicht zu hoch. Die mit dem Preßgut in Berührung kommenden Preßscheiben werden ebenfalls aus Cr-Wo- oder Cr-Ni-Stahl angefertigt, mit etwa 120 bis 140 kg/mm² Festigkeit.

Sehr wichtig bei dieser Art von Warmarbeit ist die Werkstofffrage bei der Anfertigung der Preßdorne. Sie müssen hohe Warmfestigkeit haben. Da sie abwechselnd auf Druck und Zug beansprucht werden, dürfen sie weder sich ausbauchen noch zerreißen. Vielfach werden die Formen nach dem Arbeitsgang mit Wasser gekühlt. In diesem Falle muß der Werkstoff auch noch gegen plötzliche Abkühlung unempfindlich sein. Cr-Wo-Stähle erfüllen die Bedingungen der hohen Festigkeit wohl vollauf; ob sie Warmwasserkühlung vertragen, ist noch nicht einwandfrei geklärt. Die Erfahrungen von *Sommer* zeigen, daß von einigen Verbrauchern Wasserkühlung bei diesen Stählen mit Erfolg angewendet wird, während andre Verbraucher bei Wasserkühlung nur Mißerfolge hatten. Die Festigkeit schwankt je nach der Güte des Preßgutes. Bei Cr-Wo-Stahl kann man Festigkeit bis 170 oder 180 kg/mm² anwenden, für geringere Temperaturen kann man mit Erfolg Cr-Ni-Stahl verarbeiten. Spritzmatrizen werden fast ausnahmslos aus Cr-Wo-Stahl mit 140 bis 150 kg/mm² Festigkeit hergestellt.

Werkzeuge aus Cr-Wo-Stahl sollte man bei etwa 1100 ° in Öl abschrecken oder in ruhiger Luft erkalten lassen. Nach der Härtung ist der Stahl auf die gewünschte Festigkeit sorgfältig anzulassen, da sonst ein Anlassen während der Arbeit eintritt. Bemerkenswert ist, daß der Cr-Wo-Stahl bei der angegebenen hohen Temperatur und während des Anlassens bei 600 bis 650 ° eine beträchtliche Härtesteigerung erfährt, die auf die Bildung von Martensit aus dem im gehärteten Zustand vorhandenen Austenit zurückzuführen ist. Da dieser Vorgang mit einer Volumenvergrößerung verbunden ist, kann ein Reißen des Werkzeuges sehr leicht eintreten. Die betreffende Härtesteigerung durch das Anlassen ist ganz beträchtlich; so beträgt die Festigkeit des Stahles nach dem Erkalten in ruhiger Luft bei einer Temperatur von 1100 ° etwa 130 bis 140 kg/mm², während sie nach dem Anlassen bei 600 bis 650 ° auf 170 bis 180 kg/mm² steigt.

Ist ein derartig hoch gehärteter Stahl einmal bei einer Temperatur über derjenigen, bei der die Härtesteigerung eintritt, angelassen worden, so tritt beim zweiten Anlassen keine Härtesteigerung mehr auf. Bei Verwendung dieses Stahles für Gesenke darf man mit der Härtetemperatur jedoch nicht zu hoch gehen, da sich die Gesenke sonst zu stark verziehen würden, auch würden feine Gravuren zu stark verzundern. Man wählt daher Temperaturen von 950 bis 1000 °, härtet den Stahl in Öl und läßt ihn auf etwa 150 ° an. Werkzeuge aus diesem Stahl von 140 bis 150 kg/mm² Festigkeit lassen sich mit guten Schneidstählen noch ohne Schwierigkeiten bearbeiten. Besonders für das Nacharbeiten von verschleißten Werkzeugen ist dies von großer Bede tung, da man sich hierdurch in vielen Fällen eine zwei Wärmebehandlung ersparen kann.

Erwähnt sei, daß bei den Warmarbeitstählen noch vi Kenntnisse über das Verhalten sowohl des Stahles als au des zu verarbeitenden Werkstoffes in der Wärme fehle Die in den Versuchsanstalten gewonnenen Erfahrung lassen sich nur schwer mit Erfolg in die Praxis übertrage Nur durch ein enges Zusammenarbeiten sowohl der Stal erzeuger als auch der Verbraucher und durch einen reg gegenseitigen Erfahrungsaustausch kann die sichere Grun lage für weitere Fortschritte geschaffen werden. [N 259

Berlin *Schildberger*

Baumaschinen

Löffelbagger mit 6,5 m³ Löffelinhalt

Gänzlich neue Aufgaben stellte die Umwandlung d Rohstoffgewinnung vom Handbetrieb zur maschinell Förderung in dem Kalksteinbruch der Portlandzement-F brik Dyckerhoff & Söhne G. m. b. H., Amöneburg bei Wie baden-Biebrich, an den Löffelbaggerbetrieb.

Die Verhältnisse in dem vorliegenden Kalk- und Merg bruch liegen ganz besonders. Während in andern Stei brüchen hohe Wände entweder im ganzen gesprengt werd und das anfallende Gestein von Ladebaggern in die Förde wagen geladen wird oder aber das Gestein auf verschi denen Sohlen abgebaut wird, galt es hier mit einem groß Bagger die gesamte Bruchwand von etwa 25 m Höhe gleic mäßig abzugraben, damit ein aus chemischen Gründen n wendiges senkrechtes Gemisch erzielt wurde. War hier einmal eine besonders große Grabhöhe des Baggers erforde lich, so mußte überdies zum Abgraben der teilweise äußer festen Steinbänke ein Bagger mit sehr großer Windekra am Löffel gewählt werden. Außerdem sollte aber der Bagg in der Wagerechten sehr beweglich sein, damit er an d rd. 400 m langen Bruchwand nach Bedarf seinen Stando schnell wechseln konnte.

Die Firma Menck & Hambrock G. m. b. H., Hambur Altona, hatte die Aufgabe übernommen, eine diesen hoh Anforderungen entsprechende Maschine zu bauen. Aus Abb. sind die Hauptabmessungen zu ersehen, während Abb. 2 d Bagger auf dem Weg zum Arbeitsplatz zeigt und Abb. einen Begriff von der Größe des Löffels gibt. Der Bagg wird mit elektrischem Strom aus dem Kraftwerk d Fabrik gespeist, der ihm mittels beweglichen Kabels a Drehstrom zugeführt, dessen Spannung von 3000 V auf de Bagger selbst auf 750 V herabgesetzt wird. Zum Heben d Last und Verfahren des Baggers dienen zwei Motoren v je 272 PS, zum Drehen des Oberwagens ein solcher v 272 PS, während der Vorschubmotor 150 PS leistet. In gesamt sind also 966 PS eingebaut.

Als einzige und selbständig arbeitende Maschine grä dieser Bagger die ganze Wand ab, ohne daß es notwendi wäre, größere Sprengungen vorzunehmen. Lediglich um d Maschine zu schonen, lockert man außergewöhnlich massi Felsschichten, besonde wenn sie gerade in d Bruchsohle liegen, durc Sprengschüsse. Steine b zu 15 m³ Größe reißt d Baggerlöffel aus der Bruc wand heraus und legt dies wie das gesamte gebaggert Gut auf einen parallel zu Bruchwand verlaufend Haufen. Von diesem wir es mit drei kleineren, gleic falls elektrisch betrieben und auf Raupen laufende Löffelbaggern der Firm Menck & Hambrock in d zur weiterverarbeitende Fabrik führenden Förde wagen geladen. Da dies Bagger Steine nur bis etw zu 1 m³ aufnehmen dürfe werden die größeren Stein im Haufen gebohrt und g sprengt. Die Anordnung is also so getroffen, daß Stö rungen und Ausbesserunge am großen Bagger, die sic bei 400 t/h Höchstleistun niemals ganz werden ve meiden lassen, von dem G samtbetrieb ferngehalte werden.

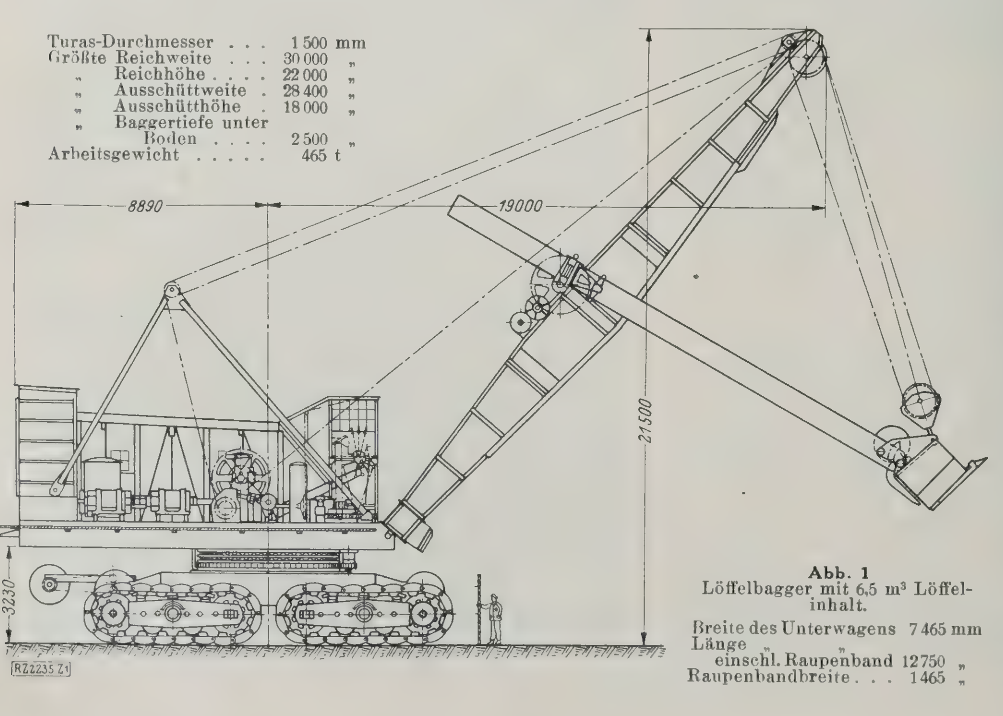


Abb. 1 Löffelbagger mit 6,5 m³ Löffelinhalt.

Breite des Unterwagens 7 465 mm
Länge „ „ einschl. Raupenband 12 750 „
Raupenbandbreite . . . 1 465 „

Abb. 2 und **3**

Abb. 2
.ffelbagger mit 6,5 m³ Löffelinhalt auf dem Wege zur Arbeitsstelle.

Abb. 3 (links oben)
Löffel in Grabstellung



Auf dem Bagger sind .uf- und Drehkrane so .fgebaut, daß bei Ausbes-.rungen sämtliche Motoren .d Triebwerkteile be-.em abgehoben und leicht .ben den Bagger gesetzt .rden können. Sind Schä-.n am Unterwagen und .n Raupenbändern zu be-.ben, so ermöglicht eine .ibvorrichtung, daß sich .r Bagger mit eigener .aft hebt. Infolgedessen .ibt die Zeit für die Aus-.sserarbeiten an den .nweren Teilen auf ein .ndestmaß beschränkt.

Der Bagger arbeitet seit .hresfrist zufriedenstellend, .ne daß nennenswerte Stö-.ngen eingetreten wären. [M 2235]

Maschinenteile

.toßdämpfeinrichtung für Förderseile

Bereits in den letzten Jahrzehnten hat man festgestellt, .ß die dynamischen Überbeanspruchungen der Förderseile .rch Stoß, Schwingungen usw. eine wesentliche Rolle bei .m schnellen Verschleiß dieser Seile spielen. Mit der Stoß-.mpfeinrichtung ist zum ersten Mal ein Versuch gemacht .rden, diese dynamischen Überbeanspruchungen von den .ilen fernzuhalten. Es ist grundsätzlich möglich und auch .rch Versuche an einer Modellanordnung nachgewiesen, .ß eine solche Stoßdämpfeinrichtung am Seileinband über .m Förderkorb und an den Seilscheiben der Fördergerüste .re günstige Wirkung ausübt. Praktische Gesichtspunkte .ßen es als zweckmäßig erscheinen, die erstere Anordnung .nächst zu erproben. Die Dämpfeinrichtung mußte als .lemente einmal Tragfedern aufweisen, die die gesamte .tische Last von Förderkorb, Nutzlast und Unterseil zu .gen imstande sind, sowie die überschießenden Stoßkräfte .t aufzunehmen, ferner Kolben, die sich in einer frost-.heren Dämpfflüssigkeit in Zylindern bewegen, sobald die .agfedern durch Stöße usw. zusätzlich beansprucht werden.

Abb. 4 zeigt das Schema einer Dämpfeinrichtung am .rderkorb. Durch das Dach des Förderkorbes *a* geht die .önigsstange *b*, die üblicherweise an ihrem unteren Ende .ie Fangvorrichtung tragen möge, während an ihrem obe-.n Ende die Kolbenstange *c* mittels des Auges *d* angeschlos-.n ist. Die Kolbenstange *c*, der Zylinder *e*, der Kolben *f* .d die Druckfeder *g* bilden die Dämpfeinrichtung. Alle .gen Verschmutzung empfindlichen Teile sind somit in dem .ützenden Zylinder untergebracht, unter dem, ebenfalls ge-.ützt, die einzige Stopfbüchse liegt. Der vollständig mit .mpfflüssigkeit gefüllte Zylinder *e* trägt außen die beiden .pfen *h*, deren parallele Lage zur Achse des Auges *d* in .m Schema durch die Nut und Nase *i* gesichert wird. Die .pfen *h* hängen in den Zwischengeschirren *k*, die mit dem .erhaupte *l* am Förderseil befestigt sind. In dem Kolben *f* .gen die Drosselkanäle *m*. Oberhalb des Dämpfraumes .s Zylinders *e* befindet sich der zweite Raum *n*, der durch .e kleine Bohrung *o* mit dem Innenraum des Zylinders *e* .i Verbindung steht. Der Raum *n* ist nur zum Teil mit .yzerin gefüllt, während der andre Teil dazu dient, der .rmeausdehnung des Glyzerins im Zylinder *e*, ferner der .umverdrängung durch die nach oben nicht durchgeführte .lbenstange und endlich Glyzerinverlusten infolge Undich-.keit der Stopfbüchsen Rechnung zu tragen.

Die Feder *g* muß nicht nur der aus dem Fördergut und .m Gewicht des Korbes und des Unterseiles bestehenden .samtlast, sondern auch den im Förderkorb auftretenden .namischen Über- und Unterschreitungen dieser Kräfte .ndhalten. Alle diese auf die Dämpfeinrichtung wirkenden .namischen Beanspruchungen, Stöße usw. werden von den .dern und der durch die Drosselkanäle ausweichenden Bremsflüssigkeit nachgiebig und somit sanft aufgenommen und in ihrer Wirkung auf das Seil unschädlich gemacht. Treten dabei Schwingungen der Kolben und Federn auf, so werden die Schwingungsenergien durch das Strömen der Bremsflüssigkeit in den Drosselkanälen *m* schnell in Wärme verwandelt und vernichtet. Die Schwingungen klingen also schnell ab.

Die Förderseile verfügen an sich schon über eine große Feder- und Dämpfwirkung. Die Dämpfeinrichtung hat demnach die Aufgabe, diese Wirkung des Seiles beträchtlich zu vergrößern, also etwa in gewissen ungünstigen Stellungen sie womöglich zu verdoppeln.

Die stärksten dynamischen Überbeanspruchungen durch plötzliches Abstoppen, wie es beim Umsetzen an Füllort und Hängebank unvermeidlich ist, treten bei kurzem Förderseil, d. h. also an der Hängebank auf. Es ist daher die Aufgabe der Dämpfeinrichtung, die geringe Federwirkung des kurzen Seilendes von Hängebank bis Fördermaschine etwa auf das Doppelte zu verstärken. An Stelle der Drosselkanäle *m*, Abb. 4, hat man selbsttätig sich öffnende und schließende Drosselventile eingebaut.

Die erste Stoßdämpfeinrichtung wurde im Frühjahr 1924 in Betrieb genommen. Zur Überwachung der im Betrieb auftretenden Stöße ist nun noch zwischen Zylinder und Königsstange eine Schleppzeigeranordnung eingebaut, in der die Bewegung des Kolbens im Zylinder sichtbar durch Verschieben des Schleppzeigers während des Betriebes angezeigt wird. Dieser Größtwertanzeiger hat sich im praktischen Betrieb besonders bewährt. Die im Zylinder befindliche frostsichere Dämpfflüssigkeit besteht aus einem Gemisch von technisch reinem Glyzerin und destilliertem Wasser und einem Zusatz von säurefreier Schmierseife. Man kann auch ein Mineralöl verwenden, wenn keine Bedenken gegen seine Feuergefährlichkeit bestehen.

Bei Inbetriebnahme der Dämpfeinrichtung wurden sofort die verschiedensten Erprobungen vorgenommen, jedoch konnte erst nach einer längeren Zeit aus dem

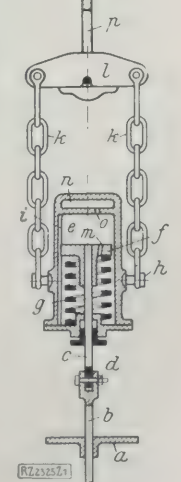


Abb. 4
Stoßdämpfeinrichtung am Förderkorb.

a Dach des Förderkorbes
b Königsstange
c Kolbenstange
d Auge
e Zylinder
f Kolben
g Druckfeder
h Zapfen
i Nut und Nase
k Zwischengeschirr
l Querhaupt
m Drosselkanal
n teilweise mit Glyzerin gefüllter Raum
o Bohrung
p Förderseil

Verhalten des Seiles ein Urteil über die Wirkung der Dämpfeinrichtung gewonnen werden. Zu diesem Zwecke wurden die außen sichtbaren Drahtbrüche durch Prüfung des Seiles in kurzen Zeitabständen ermittelt. Aus den Drahtbrüchen an andern Förderungen ohne Dämpfeinrichtung und denen an der Förderung mit Dämpfeinrichtung konnte dann in mehrjährigem Vergleich die tatsächliche Wirkung der Dämpfeinrichtung einwandfrei geprüft werden.

Während an einer gleichen Förderung ohne Dämpfeinrichtung nach zweijährigem Betrieb 120 Drahtbrüche festgestellt wurden und das Seil — wie üblich — nach zweijährigem Betrieb abgelegt werden mußte, wurden bei der Förderung mit Dämpfeinrichtung nach zweijährigem Betrieb erst 20 Drahtbrüche ermittelt. Infolgedessen blieb das Seil weitere zwei Jahre in Betrieb und weist jetzt am Ende der vierjährigen Betriebzeit erst 50 Drahtbrüche auf. Nach dem Urteil der Sachverständigen könnte das Seil noch längere Zeit unbedenklich benutzt werden; es wurde jedoch abgelegt, um über das innere Verhalten des Seiles durch entsprechende Untersuchungen ein Urteil zu gewinnen. Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. Das vorläufige Ergebnis aus einem mittleren Seilstück, an dem die äußeren Drahtbrüche am dichtesten beieinander lagen, kann folgendermaßen zusammengefaßt werden: Die auf den Seilscheiben laufenden Drähte waren außen teilweise abgeplattet. Im Innern waren nur zwei Runddrahtbrüche festzustellen. Im Gegensatz zu dieser Feststellung wurden an einem entsprechenden Stück eines Seiles, das zwei Jahre ohne Stoßdämpfer gearbeitet hatte und 135 äußere Drahtbrüche aufwies, 14 innere Runddrahtbrüche ermittelt. Die äußeren, im Betrieb ermittelten Drahtbrüche können daher wohl als maßgebend für den Seilzustand angesehen werden.

Aus dem bisher vorliegenden Versuchsergebnis mit der Stoßdämpfeinrichtung folgt somit, daß zunächst die Aufliegedauer eines Seiles beträchtlich verlängert werden dürfte. Die Dämpfeinrichtung selbst dürfte, abgesehen von einzelnen Teilen, voraussichtlich ständig betriebfähig bleiben. Infolgedessen werden die Anschaffungskosten der Dämpfeinrichtung bereits mit dem ersten Seil wieder hereingebracht, und es lassen sich darüber hinaus beträchtliche Ersparnisse erzielen. Dazu kommt, daß das Neuauflegen von Seilen mit seinen Betriebsunterbrechungen seltener erforderlich ist. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Fördergeschwindigkeit heraufzusetzen, weil gerade die bei großen Fördergeschwindigkeiten auftretenden heftigeren Stöße und dynamischen Überbeanspruchungen durch die Dämpfeinrichtung unschädlich gemacht werden. Endlich wird man daran denken können, die zulässigen spezifischen Seilbelastungen in Zukunft zu vergrößern oder diesen Belastungen nicht mehr die weniger maßgebenden statischen Höchstbelastungen, sondern die tatsächlich auftretenden dynamischen Höchstwerte zugrunde zu legen und unter Berücksichtigung dieser Werte die Seile zu bemessen. Die beiden Maßnahmen würden dann die Förderleistung eines Schachtes erhöhen.

Essen. Dr. H. Hort.

Glastechnik

Wägen und Mischen in der Glashütte

Auf der 10. Glastechnischen Tagung, die vom 15. bis 17. November 1928 zu Berlin im Ingenieurhaus stattfand, wurden eine Reihe von Vorträgen gehalten, die sich mit dem Wägen und Mischen in der Glashütte befaßten. Dr. *H. Jebsen-Marwedel*, Gelsenkirchen, sprach über

Bewertung der Homogenität des Gemenges

und wies darauf hin, daß nicht nur die örtliche Gleichmäßigkeit des Gemenges derselben Mischung, sondern auch die zeitliche mehrerer Mischungen hintereinander für die Schmelze von Bedeutung ist. Die örtliche Gleichmäßigkeit wird nicht dadurch erreicht, daß die Körner der verschiedenen Stoffe gleiche Masse haben, sondern die Stoffe sind im Gemenge im Hinblick auf die später einsetzenden Reaktionen zu verteilen. Außerdem ist der Feuchtigkeitsgehalt nicht nur von Einfluß auf das Mischen, sondern auch auf das Schmelzen von Glasgemengen. Ein Gehalt von 2 bis 4 vH Feuchtigkeit ist für das Mischen wie für das Schmelzen am vorteilhaftesten.

Die Gleichmäßigkeit des Gemenges wird durch die Ermittlung des Wasser- und Säurelöslichen sowie des Unlöslichen geprüft. Für laufende Beobachtungen genügt eine Glühverlustbestimmung. Für Sodagemenge hat sich eine gasvolumetrische Bestimmung bewährt, die man mit dem Kalorimeter von *Scheibler* sehr rasch und genau durchführen kann. Die äußerst zu duldenden Grenzen für die Abweichungen betragen ± 0,3 vH des Sollwerts.

Waagen und Wägevorrichtungen

behandelte Dr. *W. Felgentraeger*, Charlottenburg, der auf Grund der im Glashüttenbetrieb möglichen Fehlerquellen und Nachteile die einzelnen Bauarten beschrieb. Die neueste Entwicklung ist eine völlig selbsttätige Vorrichtung. Jede Bunker hat seine eigne, selbsttätige Balkenwaage, al Waagen werden gemeinsam gesteuert, der Rohstoff ist imme vom freien Raum abgeschlossen und die Handarbeit fäl ganz weg. Die Anlagekosten sind natürlich entsprechen groß, so daß diese Einrichtung nur für neuzeitliche, größer Hüttenbetriebe in Frage kommt. Infolgedessen hat sich d Schaltwaage auf Schmalspurgleis unter Bunkern bis heu am besten eingeführt, Abb. 5.

Von grundlegender Bedeutung für den Schmelzvorgan ist eine fehlerfreie Verteilung und der Aufbau des Gemen ges. Das Sandkorn als größter Satzanteil und Träger beide Gemengeeigenschaften soll mit allen andern Bestandteile umhüllt werden. Diese Stoffhüllen sollen ausreichend ha ten, damit sie der Entmischung nach beendetem Mischvor gang wirksam widerstehen. Von maßgebendem Einflu hierauf sind die Mengverfahren, die Dipl.-Ing. *H. E. d Weerdt*, Köln, in seinem Vortrag über

Gemenge-Mischmaschinen

untersuchte. Die zu einer Vervollkommnung von Meng verfahren beitragenden Punkte erblickt man in der Ve reibungsintensität, in der Geschwindigkeit und in de Summe der Laufwege innerhalb des Menggutes. Die Misch zeit wird durch die Erfahrung zu bestimmen sein, wenn auc die bisherige Ansicht des Ausgleichs zwischen langsame Verteilung und Mischzeit nicht mehr berechtigt ist.

Die verschiedenen Mischmaschinen lassen sich in Tron melmischer, Abb. 6, Trogmischer und Tellermischer[1]) ei teilen. Um das geeignetste Verfahren feststellen zu könne sollte man Vergleichmischungen mit gängigen Misch maschinen für die verschiedensten Glassätze anstellen, u dann das beste Verfahren zur näheren Prüfung des geeig netsten Aufbaues des Gemenges heranzuziehen. Um ein Entmischung des Gemenges auf dem Wege von der Misch maschine zum Ofen zu verhindern, kann man das Gemeng nach dem Mischen verdichten. Über die

Möglichkeiten der Gemengeverdichtung

sprach Prof. Dr. *G. Keppler*, Hannover. Es gibt drei Mög lichkeiten der Gemengeverdichtung:

1. die einfache mechanische Verdichtung unter hohe Druck,
2. die mechanische Verdichtung unter geringem Druc und Zusatz von Bindemitteln,
3. Verdichtung lose zusammengestampfter Gemenge be langsam steigender Temperatur: „Vorsintern".

Das Vorsintern ist von Dr. *Keppler* durchgebilde und eingehend untersucht. Verhältnismäßig wenig zusam mengestampfte Gemenge zeigen schon bald weitgehend Umsetzungen, wenn man die Temperatur so langsam e höht, daß die Veränderungen der Masse der jeweiligen Tem peraturstufe folgen. Unterhalb des Schmelzpunktes der Ein zelbestandteile des Gemenges, bei 700 bis 800 °, entweicht di Kohlensäure der Karbonate fast vollkommen. Dieser Vor gang wird von *Keppler* mit „Vorsintern" bezeichnet. Di

[1]) Z. Bd. 72 (1928) Nr. 47 S. 1727.

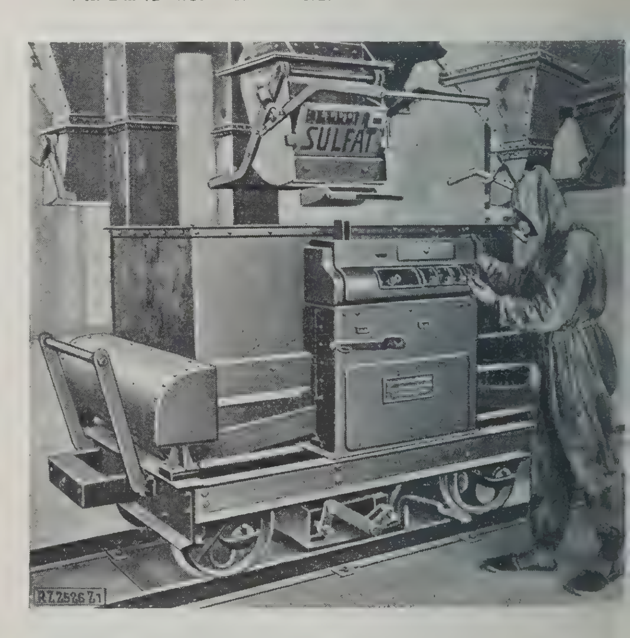


Abb. 5
Schaltwaage der Dinse-Maschinenbau A.-G. auf Schmalspurgleis unter Bunkern.

erhaltenen Erzeugnisse sind dicht und hart und weitere hitzung führt sie ohne jede Gefahr der Entmischung in as über. Das Vorsintern gestattet also, einerseits wach gepreßte Formlinge weiter zu verfestigen und die hmelzen sicher weitgehend gleichmäßig zu machen. Das rsintern kann man möglicherweise unter Ausnutzung der hitze des Ofens im Gegenstrom durchführen, so die ärmewirtschaft der Glasschmelzöfen verbessern und gleichitig das ununterbrochene Schmelzen für Wannenschmeln vereinfachen.

Ein weiterer Vortrag von Dr. *E. Klever*, Berlin, beßte sich mit neueren

Untersuchungen über Entwässerung von Kaolin im Zusammenhang mit der Mullitfrage,

e er im Silikatforschungs-Institut in Berlin-Dahlem durchführt hat. Danach lassen sich die bisherigen Betrachtunn über den Zerfall des Silimanits bei hohen Temperatun, denen eine im Schrifttum irrtümlicherweise aufgeführte gabe über die negative Bildungswärme von Silimanit Grunde lag, nicht aufrecht erhalten. Die Bildungsirme wurde zu + 46 kcal/Mol bestimmt.

Gewerbemedizinalrat Dr. *K. Herbis*, Berlin, sprach über

Gesundheitsverhältnisse und Gesundheitschutz in der Glasindustrie,

bei er besonders auf die Gefahren durch Staub, Hitze, ise und gesundheitschädliche Stoffe in der Glasherstelng und -bearbeitung hinwies. Besonders sorgfältiger aubschutz ist bei der Verwendung von Bleiverbindungen, rsenik oder selenigsaurem Natrium erforderlich. Die rahlende Hitze des Schmelzofens muß durch gute Lüftung mildert werden. Die Statistiken über die Gesundheitsverltnisse der Glasmacher geben kein zuverlässiges Bild. er sogenannte „Glasmacherstar" konnte nur bei einer gengen Anzahl festgestellt werden. Eine folgerichtige Erehung der Arbeiter zum eigenen Schutz gegen Erkranng und gegen Unfälle wird die Verhältnisse weiter ssern. [M 2526] *Schwenninger*

Allgemeines

Bildungswerte der Technik

Man kann zu dem bemerkenswerten Buche von *Weinch*[1]) stehen, wie man will, man mag gegen manches iner Darlegungen und gegen manches in der Form der rlegungen Einwendungen erheben, bestehen bleibt, daß diesem Buche von wesentlichsten Fragen unserer Zeit handelt wird; denn nach einer langen Zeit des Kampfes jetzt wenigstens der Erfolg errungen, daß niemand mehr n Mut hat, an dem brennendsten Problem künftiger und gegenwärtiger Kultur vorüberzugehen, dem Problem der Einordnung der Technik in das Kulturbewußtsein der Gegenwart.

Vielleicht verschmilzt der Titel des Buches die Fragen, um die sich die Erörterung zunächst zu bewegen hat: Wertung der Technik und Bildung durch Technik. Die Antwort auf die erste Frage bestimmt ja auch schon die Antwort auf die zweite mit. Das ist auch etwa der Anlageplan des Buches, und wenn dabei der Verfasser der Erörterung des ersten Problems den weitaus größten Raum einräumt, so liegt das daran, daß die zweite Frage im Zusammenhang mit der ersten steht. Dies bedeutet aber zugleich, daß der Verfasser klar einsieht, wie notwendig es ist, zunächst noch die Gegner seiner Auffassung durch möglichst viele Gründe davon zu überzeugen, daß der Standpunkt vom Kulturunwert der Technik, den sie vertreten, zumindest angreifbar ist.

Was *Weinreich* zu geben versucht, ist ein Überblick über die Anschauungen, denen man im Lager der Gegner wie der Freunde der Technik etwa während des letzten halben Jahrhunderts begegnet. Daß der ersten Durchführung eines solchen Unternehmens mancherlei Mängel anhaften müssen, ist einleuchtend. Darum dürfte es dem Buch in der Kritik ähnlich ergehen wie dem Deutschen Museum in München. Jeder wird mit Anerkennung von der Gesamtheit des Erreichten und Zusammengetragenen sprechen; aber er wird finden, daß sein Arbeitsgebiet doch nicht so vollkommen dargestellt ist, wie er wünscht und für erreichbar hält. Hier wird dann die schöpferische Kritik einzusetzen haben, die dem Verfasser die Möglichkeit gibt, in einer zweiten Auflage zu bessern und zu ergänzen.

Nach einer kurzen Übersicht über die Geschichte der Technik handelt der Verfasser in vier großen Abschnitten zunächst „vom Widerstreit in den Beurteilungen der Technik und seinen Ursachen", geht dann auf die Kernfragen „Technik und Zivilisation" und „Technik und Kultur" über und schließt mit einem Abschnitt über „die Technik im Erziehungs- und Unterrichtsplan allgemeinbildender Schulen".

So gut die straffe logische Ordnung des Inhalts ist, möchte ich doch aus psychologischen Gründen empfehlen, von der sehr weitgehenden Aufteilung zumindest im Inhaltsverzeichnis Abstand zu nehmen; wenigstens sagt mir in dieser Hinsicht die Methode in *Dessauers* „Philosophie der Technik" mehr zu. Dort steht — ähnlich wie bei den Abhandlungen in der VDI-Zeitschrift — vor jedem Abschnitt eine kurze Zusammenfassung, die den Inhalt der folgenden Darlegungen kennzeichnet. Das ist das neue Verfahren der Aufsatztechnik.

Hervorzuheben ist die ehrliche Begeisterung mit der *Weinreich* die Sache der Technik verficht. Um dieser Begeisterung willen darf man es ihm nachsehen, daß der anscheinend wichtigste Abschnitt in mehrfacher Hinsicht am wenigsten gelungen ist. Allerdings ist das Buch in erster Linie für den Techniker bestimmt. Er spricht aber daneben auch zur Lehrerschaft. Wenn jedoch Technik als geistige Macht gewertet werden soll — und sie ist eine geistige Macht, sobald sie als Gestaltwerdung schöpferischer Ideen betrachtet wird, ist sie es auch dort, wo sie den Kampf der Geister entfacht — wenn also Technik in solchem Sinne gewertet werden soll, dann muß das Kapitel über „Technisches Denken und Schaffen" viel stärker in die Tiefe gehend behandelt werden. Ich halte auch vom logischen Standpunkt aus den Abschnitt für verfehlt; denn der Zweiheit von Denken und Schaffen, die in der Überschrift genannt wird, entsprechen nicht die Unterabschnitte „Von der geistigen Eigenart des Technikers" und „die Psychologie des Erfinders", und auch was in diesen Abschnitten aufgeführt wird, scheint mir etwas anfechtbar.

Ebenso bedürfen die Ausführungen über „die Technik als Gegenstand der Kunst" und über „Technik und Religion" der Umarbeitung. Beim Verhältnis zwischen Technik und Kunst ist es sehr reizvoll, rein morphologisch den Einfluß technischer Gestaltung auf die Kunst nachzuprüfen, zu prüfen, ob nicht z. B. die Rhythmisierung der modernen Tanzkunst, die starke Strukturbetontheit der Malerei des Expressionismus, unbewußte Einwirkungen technischer Ausdruckformen und technischer Geräuscheindrücke auf die so ungemein reizbare Empfindungsfähigkeit des Künstlers sind. Daneben sehe ich aber, wenn es sich um die Behandlung der Technik in der Dichtkunst handelt, die nicht minder verlockende Möglichkeit, statt der Aufzählung von Werken, in denen technisches Geschehen oder technisches Produkt zum wesentlichen Bestandteil des Vorwurfs gehören, einen aufklärenden Bericht darüber zu geben, wie in diesen Dichtungen das Problem der Technik überhaupt gefaßt wird und in welchen Bahnen etwa die Phantasie verläuft, wenn es sich um Zukunftsromane handelt. Gerade *Verne* bietet die Möglichkeit, die Schöpfungen seiner Phantasie mit dem

[1]) *Hermann Weinrich:* Bildungswerte der Technik. Berlin 1928 VDI-Verlag. 151 S. m. Abb. Preis 7 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 6,30 *RM*.

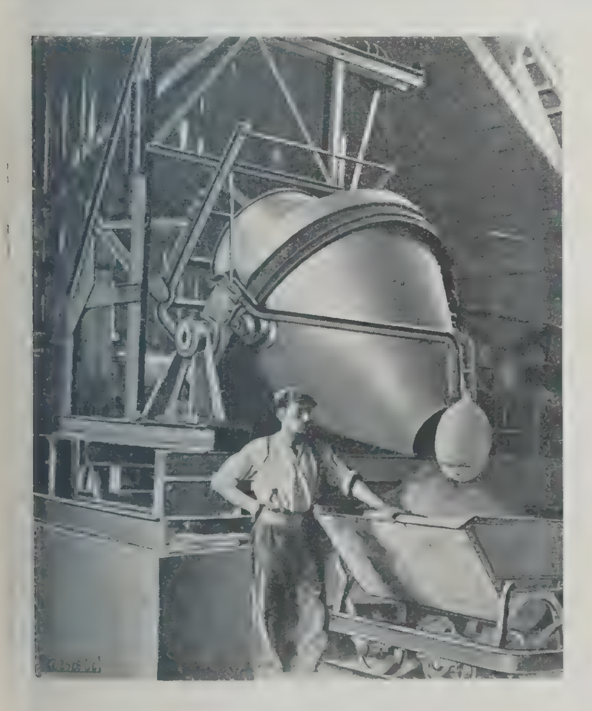


Abb 6
Trommelmischer der Draiswerke G. m. b. H., Mannheim-Waldhof.

Unterseeboot oder dem Flugzeug zu vergleichen. Gefährlich in dem kurzen Absatz über Religion und Technik scheint mir die nicht hinreichend scharfe Unterscheidung zwischen Religion und Kirche. In einer andern Ebene vollzieht sich hier der gleiche Irrtum, den *Weinreich* so temperamentvoll bekämpft, wenn er vom Mißbrauch der Technik durch wirtschaftliche Organisationen spricht. Es gibt eben auch mißbrauchte Religion.

Diese Ausführungen sollen aber *Weinreichs* Buch als Ganzes nicht herabsetzen. Im Gegenteil; ich wünsche ihm unter Technikern wie unter Laien eine möglichst weite V breitung. Die Einfügung der Technik in das geistige wußtsein unsrer Zeit ist eine der wichtigsten Aufgab die wir im Interesse zumindest der Kultur unseres Volk zu leisten haben. Jedes Wort und jede Tat, die diesem Z entgegenführt, verdient eifrige Unterstützung. Möge m sich über den Inhalt des Buches in recht weiten Kreis und recht gründlich streiten; nichts kann gerechter W tung der Technik besser dienen als solcher Streit.

Hamburg [M 2738] *Hans Schimank*

Kleine Mitteilungen

Wirtschaftlichkeit des Hochdruckdampfbetriebes.

Gelegentlich einer beabsichtigten Erweiterung des Nordost-Kraftwerkes der Kansas City Power & Light Co. hat man die Kosten des Ausbaues für Hochdruck- und für Niederdruckbetrieb einander gegenübergestellt; das Ergebnis ist bemerkenswert:

Das Kraftwerk enthält zur Zeit drei Turbodynamos von je 23 000 kW und zwei von je 30 000 kW, die von zwölf 1250 m²-Kesseln mit Dampf von 21 at beliefert werden. Für den Ausbau kamen in Betracht: Aufstellung von weiteren 21 at-Kesseln und einer weiteren 30 000 kW-Turbodynamo oder von 98 at-Kesseln mit Zwischenüberhitzern und einer Vorschaltturbine für 21 at Gegendruck bei 10 000 kW Leistung.

Dem Vergleich der Kosten wurden Kessel für 45 000 kW Leistung zu Grunde gelegt, als Preis der 21 at-Turbine wurde ein Drittel der Kosten der 30 000 kW-Turbine eingesetzt. Der Vergleich zeigte, daß die gesamten Anlagekosten einer Hochdruckanlage für 98 at Kesseldruck um 31,6 vH höher als die der gleichen Anlage für Niederdruckbetrieb wären, dabei kostet eine 10 000 kW-Turbine für 84 at Anfangsdruck noch etwas weniger als ein Drittel der 30 000 kW-Turbine für 21 at. Die dadurch entstehenden Kapitalkosten hofft man durch die Ersparnis an Kohlenverbrauch einzubringen, der um 11 vH sinken soll. Die Hochdruckanlage, für die man sich auf Grund dieser Überlegung entschied, wurde Ende 1928 in Betrieb genommen. („Electrical World" 9. März 1929 S. 492) [N 2841 a] *Le.*

Zweitakt-Dieselmotor mit neuartiger Lufteinspritzung.

Der einfachwirkende Sechszylindermotor von rd. 190 mm Zyl.-Dmr. und 254 mm Hub der Climax Engineering Co., Glinton, Iowa, der bei 600 U/min 300 PS leistet und rd. 7,8 at mittleren indizierten Kolbendruck haben soll, kennzeichnet sich insbesondere dadurch, daß jeder Zylinder mit einem eignen Einblase-Luftverdichter versehen ist, der erhitzte verdichtete Luft in den Raum über dem zugehörigen Brennstoffventil fördert. Die Luft wird mit rd. 15 at durch einen vom Motor unabhängigen Verdichter geliefert. Die Brennstoffpumpe drückt nur gegen diesen Druck, da sie die Ladung in das Brennstoffventil fördert, während der Kolben des Einblase-Luftverdichters seinen Saughub macht.

Das Brennstoffventil öffnet sich 10 ° vor dem Totpunkt des Motors. Zu dieser Zeit befindet sich der Kolben des Verdichters noch 35 ° vor seinem Totpunkt, und der Druck der Einblaseluft steigt bis zum Hubende dieses Kolbens noch von rd. 77 auf 91 at. Der Fortfall der Kühlwirkung der sich entspannenden Einblaseluft macht es möglich, den Verdichtungsgrad des Motors verhältnismäßig klein zu bemessen.

Ein weiteres Merkmal dieses Motors ist, daß der Zutritt der Spülluft durch die Zylinderschlitze mittels eines umlaufenden Schiebers gesteuert wird; durch Verstellen des Schiebers kann man die Endtemperatur der Verdichtung regeln und das Anspringen des Motors aus dem kalten Zustand erleichtern. Die Spülluft wird von einer Stufe des Hauptkolbens geliefert, wobei je zwei benachbarte Zylinder miteinander zusammenwirken. („Power" 12. März 1929 S. 429/30*) [N 2841 b] *H.*

Versuche mit Stoffiltern in Kohlenstaub-Bereitungsanlagen

Im Trenton Channel-Kraftwerk zapft man den Windsichter oben durch eine Rohrleitung an, setzt auf 91 ° vorgewärmte Frischluft zu und leitet das Gemisch in ein Staubfilter. Dieses besteht aus einem zylindrischen Stahlbehälter von rd. 200 mm Dmr. und 2450 mm Länge. Die gleichfalls zylindrischen Staubsäcke, — 12 in jedem Behälter — sind unten offen und luftdicht in eine Stahlplatte eingesetzt. Oben sind sie mit einem Deckel abgeschlossen und an einer Platte aufgehängt, die mittels einer Rüttelvorrichtung bewegt werden kann. Das vorgewärmte Gemisch aus Staub und Luft tritt unten in den Stahlzylinder ein und streic von da aus, nachdem sich ein Teil des Staubes bei d Umlenkung schon abgesetzt hat, durch die Stoffwände. Hi wird der Staub nahezu restlos festgehalten, während d gereinigte Luft mit einem kleinen Gebläse abgesogen wir Sobald der Widerstand der Staubsäcke ein bestimmtes M überschreitet, schaltet ein selbsttätiges Ventil das Filt ab und setzt die Rüttelvorrichtung in Bewegung. Gleic zeitig tritt Luft von oben in den Stahlzylinder und strö in umgekehrter Richtung durch das Filter. Man erreic hiermit, daß die an den Stoffwänden angehäuften Staubte chen herunterfallen und sich unten sammeln. Es daue rd. 15 min, bis sich das Stoffilter zugesetzt hat, das Rü teln nimmt nur 5 s in Anspruch. Während dieser Ze fließt das Gemisch durch ein anderes Filter. Insgesam sind 22 Filter im Betrieb. („Power" 19. März 1929 S. 464 [N 2841 c] *Stg.*

Bussey-Tieftemperatur-Verkokungsverfahren

Die Tieftemperatur-Verkokungsanlage der Bussey Co Distillation Co., die z. Z. in Glenboig bei Glasgow erba wird, soll Mitte 1929 in Betrieb genommen werden und tä lich 500 bis 600 t Kohle durchsetzen sowie 300 bis 40 Halbkoks, 68 000 l Rohöl und 425 000 m³ Gas erzeugen. werden 14 ovale, kegelige Senkrechtretorten mit Inne beheizung und je 50 t Durchsatz täglich von rd. 9150 m Höhe bei 600/600 mm oberer und 2400/915 mm unter Weite aufgestellt. Die Retorten sind unten mit Hohlroste versehen. Unmittelbar über dem Rost ist die durch Schnecke getriebe und einen kleinen Motor betätigte Entladevorric tung für den Koks eingebaut.

Die Kohle wird mittels eines selbsttätigen Schrägau zuges und Fördervorrichtungen, die über die Retorte laufen, in abgemessenen Mengen und zu bestimmten Zeit selbsttätig von oben her in die Retorten verteilt. Der Hal koks wird mittels der Entladevorrichtung in einen luf dichten Behälter abgezogen, wo er mit Dampf gekühlt wir und fällt dann in einen zweiten Behälter und aus diese auf die Fördervorrichtung. Die Temperatur am obere Ende der Retorte beträgt etwa 150 °, die der Entgasung zone liegt zwischen 150 ° und 425 °; die dritte Zone a unteren Ende der Retorte ist die Verbrennungs- und Hei zone. („Engineering" 29. März 1929 S. 409*) [N 2841 d] *Ste.*

Holztränkung

In einer Tagung der American Wood Preservers Ass ciation wurde über ein neues Verfahren der Holztränkun mit Kreosot ohne Anwendung von Druck berichtet, da sich gut bewährt haben soll. Die Behandlungsdauer häng von der Holzart, der Größe, dem Gehalt an Feuchtigkeit un der Dicke des Kernholzes ab und kann zwischen 4 un 36 h schwanken.

Das Holz kommt zuerst in einen Behälter mit heiße Kreosot. Die Temperatur beträgt bei frisch gefälltem Ta nenholz rd. 115 ° bei einer Tränkdauer von etwa 15 h. Da nach legt man das Holz in ein kaltes Kreosotbad von r 50 °, und zwar meist etwa halb so lange, wie in das heiß Bad. Die beste Aufnahmefähigkeit scheint das Holz wä rend der ersten Stunde der Kaltbehandlung zu haben. Da Kreosot wird in einem besondern, mit Dampf geheizten E hitzer erwärmt, den man auch als Kühler benutzen kan („Engineering News Record" 21. März 1929 S. 455) [N 2841 f] *Schr.*

Signale an Eisenbahnübergängen

In Minneapolis sind viele selbsttätige, halbselbsttätig und Handsignale an den Übergängen der Eisenbahnen übe die Straßen aufgestellt. Am häufigsten ist das Griswold Signal, das für zwei Stellungen „Halt" und „Frei" beweg lich eingerichtet ist. Nähert sich ein Zug, so ist die ach eckige, gelb beleuchtete Scheibe mit der Aufschrift „Hal der Straßenflucht zugewandt, ist der Übergang frei, so is

die Scheibe um 90° um die senkrechte Achse gedreht und zeigt „Frei". Ein kleiner Motor bringt sie in diese Stellung, in der sie mittels eines Magneten festgehalten wird, dagegen wird sie in die Haltstellung mittels eines Gewichts wieder zurückgeführt, nachdem der Magnet ausgelöst worden ist. Zu beiden Seiten unterhalb der Scheibe sind Blinklichter, über ihr zwei gekreuzte beleuchtete Arme angeordnet mit der Aufschrift „Eisenbahnübergang". Die Signale mehrerer Eisenbahnübergänge werden von einem Turm aus überwacht und bedient. An weniger verkehrsreichen Übergängen bedient man sich feststehender Blinklicht- und sogenannter „Wig-Wag"-Signale mit Glocke, die teils vom Zug selbsttätig, teils mit der Hand bedient werden. („Railway Age" 16. März 1929 S. 617*) [N 2841 e] *Ro.*

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204).

Alfred Krupps Briefe 1826 bis 1887. Herausgeg. von *Wilhelm Berdrow.* Berlin 1928, Reimar Hobbing. 447 S. m. 3 Bildtafeln. Preis i. Leinen 16 *RM*, i. Halbleder 20 *RM*.

Die ersten zwei Bände von *Berdrows* ausgezeichneter Biographie von *Alfred Krupp* liegen bereits in zweiter Auflage vor, ein gutes Zeichen für das Interesse, das Deutschland den wertvollen großen biographischen Werken selbst dann entgegenbringt, wenn sie in so hohem Maße, wie hier, der Technik erfüllt sind, ein Zeichen aber auch dafür, wie stark *Alfred Krupp* als großer Deutscher in das Bewußtsein unseres Volkes hineinwächst.

Als sehr wertvolle Ergänzung dieser Krupp-Biographie gibt *Berdrow* jetzt im Auftrag der Familie und der Firma *Krupp* einen dritten Band „Alfred Krupps Briefe 1826 bis 1887" heraus. Das Inhaltsverzeichnis zählt 487 Briefe auf, eine kleine Auswahl von den 10 000, die vorhanden sind. Aber man wird dem Herausgeber zustimmen müssen, daß diese Auswahl, die fast nur Briefe *Krupps* und nur wenig Briefe an *Krupp* enthält, mehr bedeutet, als eine vollständige Sammlung, da diese nach der Art der Briefe natürlich unzählige Wiederholungen enthalten und durch Überlastung mit Unwesentlichem das Interesse ermüden würde. *Berdrow* weist im Vorwort mit Recht darauf hin, wie sehr nicht nur das Werden eines großen Unternehmens, sondern auch das Werden eines großen schöpferischen Geistes sich literarisch niederschlage. Der alte *Krupp* war ein „Stilist von unvergleichlicher Kunst". Wie er das geleistet hat, diese Entwicklung selbst, zeigt sich auch in den Briefen. Jeder, der die ersten beiden Bände der Biographie besitzt, wird erfreut sein, diese Briefe als dritten Band dem Werke hinzufügen zu können. Die bereits erwähnte zweite Auflage der beiden ersten Bände der Biographie konnte sich, da sie durch den dritten Band, der die Briefe enthält, wertvoll ergänzt wird, eine Kürzung gefallen lassen, weil ja die Biographie mit Recht auch weitgehend von dem wertvollen Quellenmaterial der Briefe Gebrauch gemacht hat.

Es hieße, eine neue Biographie von *Krupp* schreiben, wenn wir auf den Inhalt der ausgezeichneten Briefsammlung im einzelnen hier eingehen wollten. Niemand, der für die Geschichte der Technik Interesse hat und dem es daran gelegen ist, im Quellenmaterial wichtige Abschnitte der deutschen industriellen Entwicklung kennen zu lernen, wird sich den Genuß dieser Lektüre entgehen lassen. Es sei hier auch mit besonderem Nachdruck auf die empfehlenden Worte der Besprechung der ersten Auflage in dieser Zeitschrift — Bd. 71 (1927) S. 307 — hingewiesen.
[E 2685] *C. Matschoß*

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, H. 309. H.: **Der Zündverzug bei flüssigen Brennstoffen.** Von *Gartner-Seberich.* Berlin 1928, VDI-Verlag. 23 S. m. 2 Abb. und 8 Zahlentaf. Preis 3,75 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 3,35 *RM*.

Die vorliegende Arbeit, deren wesentlichste theoretische Ergebnisse Prof. *K. Neumann* bereits früher mitgeteilt hat, befaßt sich mit einem sehr wesentlichen Teil des Zündproblems im Dieselmotor. Die Ansichten über den Zündvorgang haben sich seit den ersten Arbeiten von *Riehm*[1]) und andern wesentlich geändert. Während man früher den Zündvorgang als ein reines Problem der Ölgasbildung aus dem eingespritzten Brennstoff anzusehen gewohnt war, haben die Arbeiten von *Neumann* und seinen Mitarbeitern gezeigt, daß die Verdampfung des Brennstoffes in dem Einspritzvorgang nicht die Bedeutung hat, die man ihr früher beimaß. Der Vorgang vollzieht sich bei flüssigen Brennstoffen in der Dieselmaschine vielmehr so, daß eine gewisse, meßbare Zeit vergeht, ehe Zündung und danach Verbrennung einsetzt.

Nach dem Vorgange von *Neumann* bezeichnet man diese Zeit als Zündverzug. Die vorliegende Arbeit behandelt alle zugehörigen Einflußgrößen wie Wärmeleitzahl, spezifische Wärme, spezifisches Gewicht, Mischungsverhältnis und Tropfendurchmesser. Auch die Strahlung und die Verdampfung werden in Betracht gezogen. Der Verfasser kommt zu dem Ergebnis, daß der Verdampfung nur eine untergeordnete Rolle beizumessen ist; er lehnt aber einen Einfluß der Verdampfung nicht völlig ab. Die Arbeit enthält eine Reihe wichtiger Ergebnisse und dürfte als grundlegend für die weiteren Arbeiten auf dem Gebiete der Verbrennung flüssiger Brennstoffe anzusehen sein.
[E 2658] *Allner*

[1]) Z. Bd. 51 (1907) S. 613.

Die Entropie-Diagramme der Verbrennungsmotoren, einschließlich der Gasturbine. Von *P. Ostertag.* 2. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 78 S. m. 16 Abb. Preis 4,50 *RM*.

Es ist zu begrüßen, daß durch eine zweite Auflage des Büchleins von neuem auf die Notwendigkeit hingewiesen wird, bei den Vorgängen in unseren Verbrennungsmotoren mehr in Wärmemengen zu denken und damit eine bessere Vergleichsgrundlage zu schaffen als die Druck-Volumen-Diagramme sie bieten.

Nach einer kurzen Erläuterung der Grundbegriffe der technischen Wärmelehre wird die Anwendung der Entropietafel der Gase auf die Kreisprozesse der Verbrennungskraftmaschinen einschließlich der Gasturbine gezeigt. In einem kurzen Schlußabschnitt sind einige Sonderprobleme erwähnt. Es würde sich empfehlen, die Rechnungsbeispiele mehr der Wirklichkeit anzupassen. Die Annahme, daß bei der Dieselmaschine z. B. 10 vH des Heizwertes der Gase an das Kühlwasser abgegeben werden, führt zu irreführenden Werten für den thermischen und indizierten Wirkungsgrad. Weiter sollte strenger zwischen Celsius- und absoluten Temperaturen unterschieden werden.

Trotzdem ist das Buch eine gute Einführung in das Wesen der Entropietafel für Gase und damit in die Frage der Wärmeumsetzung in der Verbrennungskraftmaschine.
[E 2582] *Ltr.*

Festigkeitslehre. Von *S. Timoshenko* und *I. M. Lessells.* Ins Deutsche übertragen von *I. Malkin.* Berlin 1928, Julius Springer. 484 S. m. 391 Abb. Preis 28 *RM*.

Die beiden in der Forschungsanstalt der Westinghouse Electric & Mfg. Co., East Pittsburgh, wirkenden Forscher haben versucht, auf verhältnismäßig kleinem Raum die theoretischen Grundlagen und praktischen Belange der Materialprüfung für das Gesamtgebiet der metallischen Werkstoffe zu bringen. Im ersten Teil gibt *Timoshenko,* nach Beanspruchungsarten geordnet, eine Übersicht über die Festigkeitslehre, die für den Konstrukteur auf dem Gebiete des Maschinenbaues von praktischer Bedeutung ist. Die zweckmäßige Lösung bestimmter Aufgaben ist an Beispielen dargestellt. Der von *Lessells* bearbeitete zweite Teil des Buches behandelt die technische Materialprüfung und ist nach Prüfverfahren geordnet. Die Ausführungen stützen sich vornehmlich auf Erfahrungen durch eigene Versuche.

Der Inhalt des Buches deckt einen großen Teil der besonders auf dem Gebiet der Kraftmaschinen auftretenden Fragen. Der zweite Teil ist durch eine Zusammenstellung von Kennziffern aus dem praktischen Betrieb ergänzt. Trotz der auf praktische Ziele abgestellten Abhandlungen erfordert besonders der erste Teil von dem praktisch tätigen Ingenieur eine eingehende Beschäftigung mit dem sehr vielseitigen Stoff. [E 2705] *D.*

Impurities in Metals. Von *Colin J. Smithells.* London 1928. Chapman & Hall. 157 S. m. 166 Abb. Preis 18 s.

Das hervorragend ausgestattete Buch, das der bekannte Verfasser des Werkes „Tungsten" geschrieben hat, behandelt nicht nur die unbeabsichtigt in den Metallen auftretenden Verunreinigungen, sondern auch beabsichtigte Legierungsbestandteile, so weit sie in sehr geringen Mengen vorkommen. Die Schrift ist elementar gehalten und der Verfasser hat auf eine eingehende Behandlung der vielartigen Probleme verzichtet. Die einzelnen Kapitel behandeln Gefüge, mechanische und elektrische Eigenschaften und Korrosion. Einige für uns technisch sehr wichtige Fragen, z. B.

über Verunreinigungen in Edelmetallen, Sauerstoff im Eisen u. a. sind nur berührt. Dagegen enthält das Buch auch einige allgemeine Abschnitte über das Gefüge reiner Metalle und von Legierungen, über die Anwendung der Röntgenstrahlen und über Kaltverformung.

Die reiche Stoffzusammenstellung ist durch die sehr schönen und gut gewählten Abbildungen ausgezeichnet ergänzt. [E 2727] *D.*

Die Statik der Bauwerke. Von *Rudolf Kirchhoff.* 1. Bd. 2. Aufl. Berlin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 391 S. m. 494 Abb. Preis 28 *RM.*

Der Verfasser behandelt in dieser zweiten Auflage des ersten Bandes, die gegenüber der ersten erheblich erweitert ist, nach einer Einleitung über Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften die Spannungstheorie, die wichtigsten statisch bestimmten ebenen Systeme: den einfachen Balken, den Gerberträger und den Dreigelenkbogen in den verschiedensten Formen, ferner die kinematische Theorie des ebenen Fachwerks und statisch bestimmte Raumfachwerke. Als Schüler Müller-Breslaus benutzt er dessen Methoden und berücksichtigt auch die Anforderungen, die der jetzige Inhaber des Berliner Lehrstuhles stellt.

In dem Abschnitt über statisch bestimmte Rahmenträger dürfte es sich empfehlen, die Auflagerkräfte entsprechend ihrem Richtungssinn mit Vorzeichen zu versehen, da sonst die Addition mehrerer Belastungsfälle auf Schwierigkeiten stößt. Der Stoff ist vorzugsweise auf die Erfordernisse des Brückenbaues zugeschnitten, die Behandlung der Einflußlinien nimmt einen sehr breiten Raum ein. Die Art der Darstellung ist klar und leicht verständlich, so daß das Buch jedem Studierenden durchaus empfohlen werden kann. [E 2544] *Petermann*

RKW-Veröffentlichungen Nr. 26: **Richtlinien für die Behandlung der Geschäftspost.** Bearb. von *H. Halberstaedter.* Herausgeg. vom Ausschuß für wirtschaftliche Verwaltung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. Berlin 1929, Beuth-Verlag. 105 S. Preis 3,75 *RM.*

Mitteilungen der Preußischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin, 4. H.: **Widerstandsmessungen an umströmten Zylindern von Kreis- und Brückenpfeilerquerschnitt.** Von *F. Eisner.* Berlin 1929, Julius Springer. 98 S. m. 63 Abb. Preis 10 *RM.*

Elemente der Graphostatik. Von *Georg Dreyer.* 9. Aufl. Leipzig 1929, Max Jänecke. 143 S. m. 318 Abb. u. 4 Taf. Preis 5,20 *RM.*

Maste und Türme in Stahl. Von *P. Sturzenegger.* Berlin 1929, Wilhelm Ernst & Sohn. 219 S. m. 362 Abb. Preis 25 *RM.*

Autotechnische Bibliothek. 22. Bd.: **Autotechnisches Wörterbuch in vier Sprachen.** Von *R. Schmidt.* 2. Bd.: Französisch-Deutsch-Englisch-Italienisch. 2. Aufl. Von *Heinz Erblich.* Berlin 1929, Richard Carl Schmidt & Co. 175 S. Preis 5 *RM.*

Jahrbuch des Deutschen Kraftfahr- und Motorwesens (Jahrbuch des Reichsverbandes des Kraftfahrzeughandels und -gewerbes E. V.). Herausgeg. von *Johannes Buschmann.* 11. Jg. Berlin 1929, Dr. Ernst Valentin. 276 S. m. 45 Abb. Preis 8 *RM.*

Official Handbook of Automobiles 1929. New York 1929, National Automobile Chamber of Commerce. 221 S. m. zahlr. Abb.

Auto-Diktionär. Dreisprachen-Wörterbuch des Kraftfahrwesens. Bearb. für den Reichsverband der Automobilindustrie von *Benno R. Dierfeld.* 1. Bd.: Deutsch-Französisch-Englisch. Berlin 1929, Dr. Ernst Valentin. 176 S. Preis 6 *RM.*

Die großen Chemiekonzerne. Von *Alfred Marcus.* Leipzig 1929, S. Hirzel. 100 S. m. 6 Taf. Preis 8 *RM.*

Handbuch der Mineralchemie. Herausgeg. von *C. Doel* und *H. Leitmeier.* 4. Bd., 14. Lfg. Dresden und Leip 1928, Theodor Steinkopff. 160 S. m. 30 Abb. Preis 8

Untersuchungsmethoden der Lack- und Farben-Indust (Physical and Chemical Examination of Paints, V nishes, Lacquers and Colors). Von *Henry A. Gard* Übersetzt und ergänzt von *Bernhard Scheifele.* Ber 1929, Union Deutsche Verlagsgesellschaft. 807 S. m. Abb. Preis 45 *RM.*

Chemisches Fachwörterbuch. Herausgeg. von *A. W. Ma* 1. Bd.: Deutsch-Englisch-Französisch. Leipzig 1929, Spamer. 826 S. Preis 75 *RM.*

Gold auf der Straße. Was aus Abfallstoffen werden ka Von *Hanns Günther.* Stuttgart 1929, Dieck & Co. 80 m. 23 Abb. Preis 2,50 *RM.*

Der Privatgleisanschluß. Kommentar von *Heinrich Stä* Berlin-Lichtenrade 1929, Selbstverlag. 155 S. Preis 7

Aperçu de l'Evolution des Chemins de Fer Français de 1 à 1928. Von *R. Godfernaux.* Paris 1928, Dunod. 234 m. 16 Abb. Preis 20 frcs.

Technische Gesteinkunde. Von *Josef Stiny.* 2. Aufl. W 1929, Julius Springer. 550 S. m. 422 Abb. sowie ein Beiheft: Kurze Anleitung zum Bestimmen der techni wichtigsten Mineralien und Gesteine. Preis 45 *RM.*

Weltmontanstatistik. Herausgeg. von der Preußischen G logischen Landesanstalt. Die Versorgung der Weltw schaft mit Bergwerkserzeugnissen. 1. Bd.: 1860 bis 19 2. T.: Erze und Nichterze. Bearb. von *M. Meissner.* St gart 1929, Ferdinand Enke. 394 S. m. 107 Abb. P 35 *RM.*

Flugzeugbau und Luftfahrt. 5. H.: **Grundlagen der Fl lehre.** Von *E. Pfister* und *V. Porger.* 2. T.: **Tragflü theorie.** Berlin-Charlottenburg 1928/29, C. J. E. Vo mann Nachf. 75 S. m. 70 Abb. Preis 2,50 *RM.*

La Pratique des Machines Frigorifiques. Von *G. Vasso* Paris und Lüttich 1928, Ch. Béranger. 249 S. m. 62 A Preis 60 frcs.

Der städtische Schlacht- und Viehhof in München. F schrift zum 50jährigen Bestand. Von *Ferdinand O* München 1928, Deukula. 75 S. m. zahlr. Abb. Preis 4

Die neue Großmarkthalle in Frankfurt am Main. Zur öffnung am 25. Oktober 1928. Herausgeb.: Ernährun amt und Hochbauamt Frankfurt a. M. Frankfurt a. 1928, Englert & Schlosser. 41 S. m. Abb. Preis 3

Freies Skizzieren ohne und nach Modell für Maschin bauer. Von *Karl Keiser.* 4. Aufl. Berlin 1929, Jul Springer. 72 S. m. 46 Abb. Preis 2,80 *RM.*

Die elektrische Taschenlampe und die tragbaren elektrisc Handlampen. Von *R. Ziegenberg.* Berlin 1929, Herma Meusser. 154 S. m. 84 Abb. Preis 12 *RM.*

Schriften der Volkswirtschaftlichen Vereinigung im rh nisch-westfälischen Industriegebiet 6. H.: **Unternehm gestalten aus dem rheinisch-westfälischen Industr bezirk:** Friedrich Krupp und Franz Dinnendahl, Fri rich Harkort, Friedrich Grillo. Mit einem Anhang: V schlag zur Schaffung einer Rheinisch-Westfälischen B graphie. Von *Walther Däbritz.* Jena 1929, Gus Fischer. 54 S. Preis 2,10 *RM.*

Jahrbuch der Technik. 15. Jg. 1928/1929. Stuttgart 19 Dieck & Co. 384 S. m. zahlr. Abb. Preis 6 *RM.*

Nobel. Dynamit, Petroleum, Pazifismus. Herausgeg. *H. Schück* und *R. Sohlman.* Übers. von *W. H. v. Mülbe.* Leipzig 1928, Paul List. 334 S. m. vielen Bild Preis 10 *RM.*

Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene. H ausgeg. von der Deutschen Gesellschaft für Gewer hygiene. Neue Folge. 23. H.: **Das Tiefdruckverfahr** Bearb. von *R. Krug, Fr. Rothe* und *H. Wenzel.* Ber 1929, Julius Springer. 30 S. m. 18 Abb. Preis 3,60

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
73 SONNABEND, 20. APRIL 1929 Nr. 16

Gas und Wasser

Die Entwicklung der Gasgeräte in der letzten Zeit

Von Oberbaurat Th. von GÄSZLER, München

Aufzählung der Punkte, die die Entwicklung der Gasgeräte beeinflussen. Entwicklung der Gasgeräte vom Standpunkt des Volkswirtes, vom Standpunkt des Benutzers, an den einzelnen Gasgeräten betrachtet: Der Gasherd, der Warmwasserbereiter, der Heizkörper, die gewerblichen Gasfeuerungen. Entwicklung der Gasgeräte vom Standpunkt der Hygieniker, vom Standpunkt der Gaswerke und vom Standpunkt des Konstrukteurs und Erzeugers.

flüsse auf die Entwicklung der Gasgeräte

Will man die Entwicklung der Gasgeräte in jüngster ... verfolgen, so muß man sich klar zu machen suchen, ... welchen Grundforderungen diese Entwicklung bedingt ... und welche Wirtschaftsgruppen diese Grundforderungen aufstellten oder beeinflußten.

Die Grundforderungen, die die Wirtschaft heute an ein ...s Gasgerät stellt — gleichgültig, welchem Zweige der ...tschaft es dienen soll —, sind:

Das Gasgerät muß

verhältnismäßig billig auf den Markt gebracht werden,
eine seinem Verwendungszweck angemessene Haltbarkeit aufweisen,
geringen Unterhalt erfordern,
einfache Bedienung gestatten,
große Wirtschaftlichkeit im Gebrauch gewährleisten,
möglichst hohe Betriebs- und Unfallsicherheit bei seiner Handhabung bieten,
weitgehende Anwendung selbsttätiger, Zeit und damit Arbeit sparender Einrichtungen besitzen (selbsttätige Einrichtungen),
Zeit- und Arbeitsersparnis in seiner Bedienung ermöglichen,
mit hohem Wirkungsgrad die zugeführte Energie auswerten,
möglichst hohe Anpassungsfähigkeit an örtlich verschiedene Verhältnisse besitzen.

Diese Grundbedingungen werden von einer ganzen ...e von Wirtschaftsgruppen gefordert, deren Hauptvertreter ungefähr folgende sind: der Volkswirt, der Be...uer (Haushalt, Gewerbe und Industrie), der Hygieniker, ...a Gaswerk, der Konstrukteur und der Hersteller.

Entwicklung der Gasgeräte

Standpunkt des Volkswirts

Der V o l k s w i r t verlangt heute auf allen ...eten des Wirtschaftslebens, mit besonderem Nachdruck ... in unserem verarmten deutschen Vaterland: V e r...de keine Energie in ...rendwelcher Form, ...iht in der Gütererzeu...ug, noch im Güter...brauch.

...ieser Forderung der Volks...schaft muß auch bei der ...twicklung des Gasgerätes ...htung geschenkt werden; ...e mehr denn je, denn das ...gerät scheint berufen, der Haupt-Wärmeenergiespender in Haushalt, Gewerbe und in Industrie zu werden. Und da heute große Hausfrauenorganisationen dahin streben, auch den Haushalt, den kleinsten Wirtschaftsbetrieb, die Wirtschaftszelle sozusagen, der planmäßigen Energiewirtschaft zu erschließen, so mußte sich die Gastechnik zunächst besonders der Ausbildung der Gasgeräte für den Haushalt widmen. Können doch hier bei der ungeheuren Zahl dieser Wirtschaftseinheiten entsprechend große Energiemengen an Grundstoffen und an Arbeit dem Volksvermögen erhalten bleiben. Dies beleuchten grell zwei Zahlen. Rd. 80 vH unseres Gesamtvolkseinkommens gehen jährlich durch die Hand der Hausfrau für Zwecke des Haushalts, 19 vH unserer Jahreskohlenerzeugung werden noch unveredelt in Haushalt und Gewerbe in Wärmeenergie umgesetzt.

Standpunkt des Benutzers

Neben dem Volkswirt, dem Anwalt der Gesamtheit, bestimmt jedoch vor allem der B e n u t z e r des Gasgerätes dessen Entwicklung. Wie muß das Gasgerät von seiner Warte betrachtet aussehen?

D e r G a s h e r d

Das am weitesten verbreitete Gasgerät ist wohl der G a s h e r d oder dessen Grundteil, der G a s k o c h e r. Schon bei der Begründung des Haushalts, ja vielfach schon vorher, führt die Beschaffung des Gasherdes oder Gaskochers zu einer wirtschaftlichen Überlegung. Die A n s c h a f f u n g s k o s t e n des Gasgerätes müssen i n e r t r ä g l i c h e n G r e n z e n bleiben, soll seine Verwendung auch in bescheidensten Verhältnissen möglich sein.

Auf der andern Seite muß aber gerade von diesem Hauptgasgerät der Familie ein nicht zu knappes Mindestlebensalter bei üblicher Benutzung gefordert werden. Es würde der Wirtschaftlichkeit widersprechen, hieße Werkstoffe und Arbeit vergeuden, wollte man minderwertige Schleuderware mit kurzer Lebensdauer auf den Markt werfen. Aber auch zu lange Lebensdauer, erkauft durch höheren Anschaffungspreis, ist zu verwerfen, da sich sonst die Fortschritte der Technik zu langsam auswirken würden. Eine sorgfältige Auswahl des Materials und der Materialstärken, entsprechend einer Mindestlebensdauer von 15 Jahren, wird als angemessen erachtet.

Außer den Anschaffungskosten müssen selbstredend die E r h a l t s k o s t e n auf ein Mindestmaß herabgedrückt wer-

PROGRAMM
für die
Hauptversammlung
des Vereines deutscher Ingenieure
auf Seite 564.

den. Weitgehende Sicherheit gegen Anfressung möglichst vieler Teile muß man vor allem anstreben, um dieses Ziel zu erreichen. Alle der Verschmutzung und dem Verschleiß unterworfenen Teile müssen überdies leicht auswechselbar sein, also vor allem müssen nicht nur Herdplatte, Brenner, Bratrohrteile zwecks Reinigung leicht herausgenommen werden können, es müssen auch Düsen, Hähne, Hahnrohr, Luftregelung zur Ergänzung ohne große Schwierigkeiten ausgewechselt werden können.

Die Gasgeräte des Haushalts müssen unbedingt ohne besondere Vorkenntnisse und ohne besondere Schulung von jedermann bedient werden können. Dies ist zu erreichen vor allem durch möglichst einfache Zweckkonstruktionen. Verstellbare Teile sind soweit wie möglich auszuschalten. Es muß eine unbedingt zwangläufige Handhabung aller Teile gegeben sein. Durch Zufälligkeiten dürfen keine Unfälle entstehen. Aus Sicherheitsgründen muß z. B. gefordert werden, daß die Hähne gegen zufälliges Öffnen durch Anstreifen der Kleider geschützt sind, sowie daß der Bratrohrhahn mindestens in der geschlossenen Stellung feststellbar ist.

Falls in einem Bratrohr Brat- und Grillbrenner eingebaut sind, müssen der Bratrohrhahn und der Grillbrennerhahn zwangläufig so miteinander in Eingriff stehen, daß nur der eine oder andre geöffnet werden kann. Auch soll die Bratrohrtüre aus Sicherheitsgründen keinen Riegelverschluß haben, damit sie etwaigen kleinen Verpuffungen keinen Widerstand entgegensetzt. Die Topfplatte soll deshalb möglichst aus einem Stück und als Rippenrost ausgebildet sein. Ein Falschlegen der Platte wie der Ringe wird hierdurch vermieden. Versenkbare Ringe sind zu verwerfen. Da die Bedienung und Einstellung der Luftregelung der Hausfrau bekanntlich Schwierigkeiten bereitet oder von ihr übersehen wird, sind für die Hausfrau rückschlagsichere Brenner ohne besondere Luftregulierung vorzuziehen. Auch der Einfachbrenner wird den Doppelsparbrenner aus der Küche verdrängen, weil der Doppelsparbrenner im Lauf der Zeit zu Störungen Anlaß gibt. Der einfacheren Bedienung und der guten Kleinstellbarkeit wegen wird beim Bratrohrbrenner wohl der Leuchtflammenbrenner allmählich den Sieg davontragen.

Um auch dem immerhin rauhen Küchenbetrieb Rechnung zu tragen, soll man die Hähne am Hahnrohr mit mindestens vier Gewindegängen befestigen. Aus gleichen Gründen muß der Herd fest angeschlossen sein.

Von größter Wichtigkeit aber ist es, wie schon betont, daß die Hausfrau durch den Gebrauch von Gasgeräten wirklich Ersparnisse an Zeit und Arbeit erzielen kann. Die Erhaltung der Arbeitskraft und Frische der Hausfrau ist eine der wichtigsten Grundlagen für das Wohlergehen der Familie. Die Hausfrau soll nicht durch die Fülle der täglichen Hausarbeit erdrückt werden. Sie soll durch die Hilfsmittel der Technik soweit wie möglich von der stumpfmachenden Fron des täglichen Hausdienstes befreit werden. Die Gasgeräte sind eines dieser Mittel.

Der Gasherd soll daher vor allem für die üblichen Kochverfahren der Familie geeignet sein. Ein Mißlingen von Speisen darf bei Beachtung der wenigen einfachen Kochregeln überhaupt nicht vorkommen. Brenner für jeden Wärmebedarf des Normalhaushalt-Betriebes sind vorhanden. Der Familienherd besitzt zwei Mittelbrenner von je 1500 kcal/h, kleinstellbar bis auf rd. 200 kcal/h, und ein bis zwei Starkbrenner von 2300 kcal/h, kleinstellbar auf rd. 350 kcal/h, bezogen auf den unteren Heizwert von Normalgas. Bei diesen Wärmeleistungen der Brenner dürfte vor allem ein rasches und sicheres Arbeiten bei guter Ausnutzung des Brennstoffes gewährleistet sein.

Außer der zweckmäßigen Ausbildung der Kocherbrenner ist besonders auf gute Ausstattung des Bratrohres der Familienherde zu achten. Wie schon erwähnt, sind einfache Bratrohrbrenner Schwenkbrennern vorzuziehen, die in unkundiger Hand allzuleicht zu Bedienungsfehlern führen. Das Bratrohr soll so hoch wie möglich angebracht und bequem zugänglich sein. Die Zündung der Bratofenbrenner muß einfach sein. Auch müssen die Flammen des Bratro
brenners leicht beobachtet werden können. Die Wär
verteilung im Bratrohr muß unbedingt gleichmäßig s
unter möglichst günstiger Ausnutzung der zugeführ
Wärmemengen. Das Brat- und Backgut beobachten
können, ist erwünscht. Es werden deshalb schon B
röhren mit verglasten Türen auf den Markt gebra

Darüber hinaus soll der Brat- und Backvo
gang durch Temperaturregler möglichst selb
tätig gestaltet werden. Es ist zu erreichen, daß
viele landläufige Gerichte (Kuchen) die Hausfrau u
Zuhilfenahme eines Temperaturreglers, einer Weck- o
Abstelluhr außer dem Entzünden des Bratrohrbrenn
dem Einstellen des Temperaturreglers sowie der Abs
uhr und dem Einschieben des Backgutes sich nur m
um das Wiederherausnehmen des fertigen Gerichtes
bekümmern hat. Das zeigen Beispiele aus andern Länd
Der Einführung solcher der Hausfrau Zeit und Ar
sparender Verfahren in Deutschland steht bislang wen
der soviel zu Unrecht geschmähte Konservativismus
deutschen Hausfrau im Wege, als oft hohe Ansprüche
deutschen Hausvaters an den Küchenzettel.

Zur Ersparnis an Zeit und Arbeit muß der Gash
auch möglichst wenig Zeit für Reinigu
und Instandhaltung erfordern. Es muß da
der Gasherd so einfach, glatt und zweckmäßig wie mög
hergestellt sein, sowohl außen wie innen. Teile, de
Verschmutzung nicht vermieden werden kann, deren Re
gung daher erwünscht ist, müssen ohne Anwendung
Werkzeugen herausnehmbar sein. Solche Teile sind
allem die Rippenrostplatte, die Brenner und Bren
einsätze, die Tropfschalen, der Bratrohrboden und
Bratrohrleistenrahmen. Diese Teile sind, um die Reinig
zu erleichtern, entweder feueremailliert oder aus r
sicheren Metallen herzustellen.

Da Gas ein hochwertiger veredelter Brennstoff
der seinen Erzeugungskosten entsprechend bezahlt wer
muß, ist die möglichst gute Ausnutzung der z
geführten Wärme eine selbstverständliche F
derung, selbstverständlich sowohl auf Grund der
setze der Gesamtenergiewirtschaft als der Einzelw
schaft. Auf guten Wirkungsgrad der Gasgeräte m
daher großer Wert gelegt werden. Grenzen bieten se
Steigerung lediglich Zeit- und Kraftersparnis und
Verlangen hygienisch einwandfreier Verbrennung.

Als Massenware muß der Gasherd schließlich a
noch die Bedingung erfüllen, daß er gegen mä
Schwankungen des Gasdrucks und der Gasbeschaffen
unempfindlich ist, die immerhin selbst im
regeltsten Betrieb eines Gaswerkes einmal vorkom
können. Durch Ausstattung seiner Brenner mit
wechselbaren Düsen oder besser verstellbaren Dü
kann diesen Verhältnissen Rechnung getragen wer
ja noch mehr, ein solcher Gasherd ist dann auch für
Gasverhältnisse aller Orte geeignet.

Der Warmwasserbereiter

Neben dem Gaskocher und dem Gasherd, die
fast jede Küche in gasversorgten Gebieten erobert ha
gilt der Warmwasserbereiter als das nächstgebräuchl
Gasgerät im Haushalt. Dieser dient zur Zeit in Deut
land hauptsächlich der häuslichen Badbereitung. In
ringer Zahl werden zur Zeit noch eigene Warmwas
bereiter in der Haushaltküche zur Herstellung von S
wasser und dergl. verwendet, in ganz erheblichem M
dagegen in gewerblichen Betrieben zur raschen Wa
wassererzeugung für die verschiedensten Zwecke.

Da in Deutschland der Warmwasserverbrauch
Badezwecke den größten Teil des Gesamtverbrau
von Warmwasser im Haushalt ausmacht, herrscht zur
der einfache Gasbadeofen als Warmwassergerät vor.
heute schon geht der Wunsch der Verbraucher nach
räten, die imstande sind, mehrere Zapfstellen gleichz
zu versorgen, nach den selbsttätig arbeitenden Wa
wasserbereitern. Es wird deshalb in Deutschland die
wicklung wie in andern Ländern nach Geräten gehen,
ganz selbsttätig arbeiten und überhaupt keine Bedien
und Aufsicht mehr erfordern. Ein solches Gasgerät

…nn allerdings auch selbsttätig arbeitende Sicherungen …egen folgende Einflüsse aufweisen:

gegen zu hohen Wasserdruck,
gegen mangelnde Wasserzufuhr oder Überhitzung,
gegen Verlöschen der Zündflamme,
gegen zu starke Gaszufuhr (Druckwelle),
unter Umständen auch gegen Verkalkung.

In Gegenden mit sehr hohem Wasserdruck oder bei …erwendung nicht druckfester Geräte muß der Warm…asserbereiter durch ein vorgeschaltetes Sicherheits…entil oder einen Schwimmerkasten vor Zerdrücken ge…hützt werden. Wassermangelsicherung und Schmelz…fropfensicherungen schützen das Gerät vor Zerstörung …ei dem häufig auftretenden Wassermangel, und Zünd…ammensicherungen vor Zerknall bei Verlöschen der …ündflamme, und Gasdruckregler vor Verrußung und …berhitzung bei Gasdruckschwankungen (Druckwellen).

Temperaturregler endlich schalten die Handregelung …us und ermöglichen in Vorratsgeräten selbsttätige …ärmezufuhr bei Wasserentnahme oder an Durchfluß…eräten Schutz vor Kalkabscheidung.

Allerdings wird das Gasgerät durch Einbau all …ieser Sicherungen zu einem verhältnismäßig ver…ickelten Gebilde. Dies steht scheinbar in Wider…pruch zu den Grundforderungen großer Wohlfeilheit …nd einfacher Bauart.

Es dürfen jedoch keine Kosten gescheut werden, der…tige Sicherungen anzubringen. Die größere Lebens…auer, bedingt durch die selbsttätig arbeitenden Einrich…ungen und die Zeit und Arbeit sparenden selbsttätigen …inrichtungen solcher Geräte, gleichen diesen schein…aren Verstoß gegen die genannten Bedingungen wieder …ichlich aus.

Die Erkenntnis, daß auch dem kleinsten Haushalt …ein eigenes Bad gebührt, hat in jüngster Zeit bewirkt, …aß der Gaswarmwasserbereiter nicht mehr Luxus…erät vermögender Kreise ist. Er ist zum unentbehr…chen Gebrauchsgerät für die Körperpflege und Hygiene …r Allgemeinheit geworden.

Der Heizkörper

Wenn schon der Warmwasserbereiter erst heute aus …nem Luxusgegenstand ein Gebrauchsgegenstand der …amilie wird, so gilt dies zur Zeit in verstärktem Maße …m Gasheizgerät. Aber gerade hier könnte der …ausfrau eine Plackerei sondergleichen abgenommen …erden — das Schleppen der festen Brennstoffe und …rer Rückstände mit den sonstigen üblen Begleiterschei…ungen. Die Menge der für Zwecke der Raumheizung auf…ewendeten festen Brennstoffe ist ganz erheblich, die Aus…tzung vom Standpunkt der Energiewirtschaft aus be…achtet ist kläglich. Die Heizung mit Gas ist daher so…ohl wegen der arbeitsparenden Benutzung wie wegen der …ringeren Verteilungskosten und auch wegen der …sseren Brennstoffausnutzung eine Forderung der Ein…lwirtschaft wie der Energiewirtschaft. Man könnte …e Gasheizung geradezu als die Zentralheizung der Zu…unft bezeichnen.

Dieser vorbildlichen Brennstoffverteilung stehen …lerdings z. Z. noch einige Hindernisse im Wege. Zu…ächst muß die Tariffrage in einer Verbraucher wie Gas…erk befriedigenden Weise gelöst werden. Sie kann ge…st werden; das beweist das Beispiel des Auslandes und …niger fortschrittlicher Gaswerke. Dann ist die Speiche…g solch großer Energiemengen zu bewerkstelligen. …echnisch ist sie durchaus möglich. Die Praxis hinkt der …chnischen Lösung aus finanziellen Gründen nach. Ver…ilungsschwierigkeiten können durch Druckerhöhung …seitigt werden. Außerdem muß auch der Preis der …asheizgeräte der Kaufkraft der Allgemeinheit mehr an…epaßt werden. Auch muß ein Heizgerät für die Masse …glichen Schaden infolge von Bedienungsfehlern …r den Gebraucher wie für das Gerät ausschließen.

Dazu gehört außer leichter und einfacher …edienung, daß Haupt- und Zündflammenhahn zwang…ufig miteinander in Eingriff stehen. Der Haupthahn …rf erst nach dem Zündflammenhahn geöffnet werden können. Noch besser ist eine Zündflammensicherung, die die Gaszufuhr zum Hauptbrenner erst dann freigibt, wenn die Zündflamme brennt, die aber auch das Gas sofort absperrt, wenn die Zündflamme durch irgend einen Zufall oder ein Versehen erlischt. Durch derartige Sicherungen können alle Unfälle infolge Ausströmens von unverbranntem Gas oder Explosionen mit Sicherheit vermieden werden.

Da das Gasheizgerät so gut wie keine Wärmespeicherung aufweist, so ist infolge der raschen Wärmeabgabe der Gesamtgasverbrauch um so geringer, je rascher sich der Raum erwärmt; daher sind leistungsfähige, reichlich bemessene Heizkörper mit geringem Speichervermögen zu fordern, besonders bei vorübergehender Heizung.

Bei Dauerheizung kann einer Gasverschwendung durch Vorschalten eines Temperaturreglers vorgebeugt werden, der die Gaszufuhr genau dem erwünschten Wärmegrad des betreffenden Raumes entsprechend regelt.

Die Anschaffungskosten eines Temperaturreglers machen sich in erstaunlich kurzer Zeit durch Gasersparnis bezahlt. Der Gasheizofen entfaltet erst in Verbindung mit einem Wärmeregler seine vollen Vorzüge. Nach dem Anzünden entfällt jede Bedienung.

Außer diesen selbsttätig wirkenden Einrichtungen muß jeder Gasheizofen ein Regelventil zum Schutz gegen Überlastung seiner Heizflächen, d. h. zur Einstellung der ihm zugehörigen, ziemlich scharf begrenzten Wärmeleistung aufweisen.

Von einem guten Gasheizofen muß auch noch gefordert werden, daß sein Baustoff widerstandsfähig gegen die Angriffe der Kondensate aus den Verbrennungsgasen ist. Auch ein zwangläufig mit dem Gashaupthahn gekuppelter Abschluß des Abzugsrohrs ist von großem Vorteil, um Auskühlungen von Räumen durch zu guten Kaminzug zu verhindern.

Diese selbsttätigen Schutzvorkehrungen im Verein mit der selbsttätigen Wärmeregelung und den konstruktiven und den übrigen glänzenden Eigenschaften sichern dem Gasheizgerät weite Verbreitung im Haushalt der Zukunft.

Gewerbliche Feuerungen

Haben die Gasgeräte schon in dem wirtschaftlich meist knapp gestellten Haushalt in dem geschilderten Ausmaße Fuß fassen können, infolge ihrer Anpassungsfähigkeit an die Bedürfnisse der Hausfrau, so trifft dies in dem wirtschaftlich doch besser gestellten Gewerbe und vor allem in der Industrie in erhöhtem Maße zu. Vom Haushalt ausgehend, hat das Gas zunächst über das Lebensmittelgewerbe seinen Weg zum Gewerbe gefunden und ist nun auf dem Wege, einen großen Teil der Industrie zu gewinnen.

Bei den industriellen Feuerungen steht die Zweckmäßigkeit, Betriebsicherheit, Anpassungsfähigkeit an die feinsten Arbeitsgänge und der hohe Wirkungsgrad im Vordergrund.

Mehr noch als im Haushalt spielt die Zeitersparnis eine Rolle, da sich diese im Fabrikbetrieb unmittelbar als Ersparnis an Löhnen auswirkt. Dem Schutz der Arbeiter gegen Unfälle und gesundheitliche Schädigungen ist selbstverständlich große Beachtung zu schenken. Selbsttätig arbeitende Anlagen, die fast keine Bedienungskosten verursachen, sind für Gewerbebetriebe besonders vorteilhaft.

Soweit die gewerblichen Feuerungen zur Wärmebehandlung von Stoffen dienen, z. B. Stahl, Metallen, Glas, keramischen Erzeugnissen, ist es von ausschlaggebender Wichtigkeit, daß die Güte der Erzeugnisse durch die Gasfeuerung entweder gar nicht oder nur in günstigem Sinne beeinflußt wird.

An den gewerblichen Gasgeräten ist bemerkenswert, daß ihre Entwicklung etwas später eingesetzt hat, daß sie aber den Vorsprung der Haushaltgeräte in konstruktiver Hinsicht bereits eingeholt haben. An ihrer weiteren Vervollkommnung wird von der beteiligten Industrie mit Eifer gearbeitet.

Standpunkt des Hygienikers

Nächst dem Benutzer hat der Hygieniker das Recht, eine Reihe von Forderungen an die Entwicklung der Gasgeräte zu stellen. Diese können ebensogut als Forderungen des einzelnen Verbrauchers wie der Gesamtheit gedeutet werden.

Die Bedürfnisse der Volkswohlfahrt und Volksgesundheit genießen heutzutage endlich die verdiente Beachtung. Das Gas als veredelter Brennstoff erfüllt schon von vornherein eine ganze Reihe dieser Bedingungen. Es vermeidet Rauch, Ruß und Asche, schafft bequem und rasch Heiß- und Warmwasser für Körperpflege und Reinigung im Haushalt und Gewerbe, gestattet die Zubereitung der Speisen auf die reinlichste und bekömmlichste Art, sorgt bei der Raumbeheizung für gute Frischluftzufuhr und besonders für Bodenwärme, kurz, es ist der gefügige Helfer des Hygienikers in Haushalt, Gewerbe und Industrie.

Es bleibt nur noch zu erwähnen, daß sowohl die Gasleitungen zum Gerät wie die Gasverteilungswege im Gerät scharfen Prüfungen unterworfen werden. Das Gasgerät wird in allen seinen Teilen einem Druck von 500 mm W.-S. unterworfen, womit seine unbedingte Dichtheit verbürgt ist. Die Ausgestaltung der Hähne unterliegt einer strengen Vorschrift, ebenso deren sichere Befestigung, da gerade diese Teile der oft sehr rauhen und ungeschickten Behandlung von Laien ausgesetzt sind. Grundsatz ist ferner, daß alle Gasgeräte starr mit den Zuführungen verbunden sein müssen.

Die übrigen Sicherungsvorkehrungen wurden schon bei der Behandlung der einzelnen Geräte besprochen.

Sind so Schädigungen an der Gesundheit der Benutzer von Gasgeräten infolge von Gasausströmen beinahe zur Unmöglichkeit gemacht, so muß andererseits auch dafür gesorgt werden, daß die an sich unschädlichen Verbrennungsprodukte des Gases, Kohlensäure und Wasserdampf, sich nicht in lästiger Menge und damit unter Umständen sogar mit schädlicher Wirkung ansammeln können.

Zunächst wird durch das Verlangen der hygienisch vollkommen einwandfreien Verbrennung aller Gasfeuerstätten im Haushalt das Auftreten von Kohlenoxyd im Abgas bis auf Spuren (0,1 vH Höchstbetrag) vermieden. Man wird aber trotzdem grundsätzlich fordern müssen, daß die Abgase von allen Gasgeräten, die den ganzen Tag über benutzt werden (Heizkörper usw.) oder in kurzer Zeit große Gasmengen verbrauchen (Warmwasserbereiter), womöglich noch in kleinen Räumen (in Hausbädern), durch Schornsteine ins Freie abgeführt werden, und zwar durch warmliegende, möglichst vor Abkühlung geschützte, im freien Windstrom ausmündende Schornsteine. In keinem Fall dürfen Abgasleitungen von Gasgeräten in Stau- oder Überdruckzonen ausmünden, also in Winkel und Höfe bebauter Stadtteile mit ihren manchmal unberechenbaren Luftströmungen und Überdruckgebieten.

Unmittelbar durch Löcher in Mauern oder Fenstern ins Freie mündende Abgasleitungen sollten aus diesen Gründen vermieden werden. Solchen Ausführungen haftet meist auch noch die Unannehmlichkeit an, daß sie sich durch Eisverkrustung im Winter verlegen.

Die Abgasleitungen müssen außerdem so angelegt sein, daß Einflüsse des Schornsteins, also zu starker Auftrieb, d. h. Zug, oder Gegendruck, d. h. rückläufige Bewegung im Schornstein (bei Witterungsumschlägen und im Sommer) und Windstöße vom Gasgerät abgehalten werden. Die Verbrennung im Gasgerät darf durch diese Einflüsse nicht im geringsten gestört werden. Diese Forderungen sind in Gegenden mit stark wechselnder Witterung (Föhngebiete — Wasserkante) oft schwer zu erfüllen.

Zugunterbrecher, Rückstausicherungen und Kaminaufsätze suchen diesen Einflüssen zu begegnen. Die Zahl der Formen und Ausführungsarten solcher Sicherungen ist z. Z. noch groß. Doch dürften nur ganz wenige den strengen Anforderungen der Praxis auf die Dauer genügen. Die Gasindustrie ist bemüht, den Bau die wenigen Sicherungen wissenschaftlich zu begründen.

Zu erwähnen ist ferner, daß bei der niedrigen T peratur und mit Rücksicht auf den hohen Wasserdam gehalt der Abgase aus Gasgeräten die Kamine warm geschützt liegen sollen. Es muß vermieden werden, die Temperatur der Abgase unter den Taupunkt s und damit eine Kondensation im Schornstein eintritt. ist außer durch geeignete Wahl des Schornsteins d nicht zu hohe Ausnutzung der zugeführten Wä leicht möglich.

Das ganze Gebiet der Abgasfrage kann nur d sorgfältiges Weiterarbeiten der Geräte bauenden I strie und durch genaue Ausführung in enger Zusamm arbeit mit den Gaswerken gelöst werden.

Standpunkt der Gaswerke

Für Volkswirt, Benutzer und Hygieniker stellen Gaswerke sozusagen den Treuhänder dar. Es also deren Belange auch die Forderungen der Gaswe Die Gaswerke sind die Wärmezentralen ihrer Ver gungsgebiete; sie haben für wirtschaftliche Veredel der ihnen überwiesenen Rohkohle, für wirtschaftl Verteilung und für wirtschaftliche Ausnutzung veredelten Kohle zu sorgen. Sie müssen also allem den Wirkungsgrad der Gasverbrauchsgeräte die zulässige Höchstgrenze steigern. Sie werden fe dafür sorgen, daß die Gasgeräte dauernd in ei hygienisch einwandfreien Zustand sich befinden, in sie die Geräte beim Verbraucher überwachen. werden bemüht sein, einheitliche Zweckformen Geräte zu erreichen, die dem Gaswerk wie dem braucher möglichst geringe Instandhaltung ko Und auf Grund ihrer Überwachungstätigkeit wer die Gaswerke auch die Sammelstelle aller Er rungen mit Gasgeräten. Ihre Aufgabe ist es da die Leistungsforderungen an Gasgeräte aufzustel geeignete Prüfverfahren zu ersinnen und durchzufü und schließlich die Wünsche und Forderungen der braucherschaft an die Gasgeräteindustrie zu vermit Besonders die einschneidenden Neuerungen der let Jahre im Wohnungsbau und in der Ausgestaltung Innenräume sowie vor allem die Platzverhältniss Kleinstwohnungen stellen dem Gerätebau und den werken bemerkenswerte und dankbare Aufgaben.

Standpunkt des Konstrukteurs und Erzeugers

Aufgabe der Gasgeräte bauenden In strie ist es nun, die Anforderungen der braucher und der Gaswerke mit der einen Hauptfo rung zu vereinen, daß die Gasgeräte zu einem erschw lichen Preis zu haben sind. Diese Industrie muß d ihren Erzeugnissen auch noch die Bedingung auferle daß sie möglichst einfach und wirtschaftlich herges werden können. Vom Standpunkt der wirtschaftli Fertigung und der einfachen Lagerhaltung muß weitgehende Normung und Typisierung erfolgen. Zahl der hergestellten Bauarten muß auf die notw dige beschränkt werden. Bei zweckmäßiger Ausbild der Bauarten wird es trotzdem möglich sein, alle Wün der Verbraucher zu befriedigen.

Durch Zerlegung in einzelne Bauteile, die sich verschiedenen Bauarten zusammensetzen lassen, äußerlich eine gewisse Mannigfaltigkeit der Gasgeräte zu erreichen sein. Es handelt sich bei diesen Konst tionen weniger um schwierige Aufgaben, wie in an Zweigen des Maschinenbaues, sondern um konstruk Kleinarbeit, die sich liebevoll mit jedem Teil schäftigt, bis eine in jeder Beziehung befriedigende bildliche Form erreicht ist. Sache des Konstr teurs ist es, die vom Verbraucher erträumte vor liche Lösung mit den Mitteln der Werkstatt auf Boden der Wirklichkeit zu stellen.

Der Entwicklung der Gasgeräte sind durch die tigen Zeitverhältnisse große Ziele gesteckt, die scho nächster Zeit von der gesamten Gasfachwelt erre werden müssen. [B 266

asfernleitungen

Von Dipl.-Ing. K. TRAENCKNER, Essen

Bedeutung der Gasfernleitung als Energieübertragungsmittel. — Entwicklung des Industriegasverbrauches in Amerika. — Vergleich der Übertragungskosten gegenüber Elektrizität. — Wahl und Einfluß des wirtschaftlichen Durchmessers auf die Übertragungskosten. — Einfluß der Spitzenabnahme auf Wahl des Durchmessers und Anfangsdruckes. — Vergleich zwischen Industriegasabnahme und Kommunalgasabnahme. — Eigenschaften verschiedener Muffenverbindungen. — Ergebnisse von Versuchen über die Festigkeit von Muffenverbindungen. — Vorsichtsmaßnahmen gegen schlechte Schweißungen. — Ausbildung der Dehnungsmuffen und Versuche über die Dichtigkeit einer Dehnungsmuffe. — Verwendung von Gasspeichern in Form von Hochdruckbehältern für die Gasfernleitung. — Kostenvergleich zwischen Hoch- druck- und Niederdruckbehältern bei der Verwendung im Fernleitungsnetz. — Maßnahmen für die eingehende Betriebsüberwachung des Leitungsnetzes. — Bericht über ein neues Übertragungsverfahren für Meßwerte.

Gasfernleitung als Energieübertragungsmittel

ereits seit zwei Jahrzehnten gibt es Gasverteilnetze, die auf Grund ihrer Ausdehnung mit Recht als Gsfernversorgungen bezeichnet werden können. Aber et seit rd. zwei bis drei Jahren ist die Gasfernversorgng in ihrer ganzen Bedeutung und mit allen ihren Aswirkungen zu einem Gegenstand allgemein technischer Bchtung geworden[1]). Der Grund für dieses verhältnismßig lange Kindheitsalter ist in der Hauptsache in dreierle Ursachen zu suchen.

Auf der einen Seite sind erst seit verhältnismäßig k zer Zeit infolge der Fortschritte der Rohrleitungs- und Sweißtechnik die Vorbedingungen gegeben für die Fortlung des Gases mit so hohen Drücken, wie sie durch die rtschaftlichkeit der Fortleitung bedingt sind. In den bi dahin gebräuchlichen Muffenleitungen, mit Bleiwolle ul Asbest gedichtet, war die Fortleitung großer Gasngen auf große Entfernungen und den damit verbunen Drücken bis 30 at mit zu großen Gefahren und zu en Verlusten verbunden. Erst die Möglichkeit, vollmen geschweißte Rohrleitungen herzustellen, setzte die technik in den Stand, auch größere Entfernungen zu lrbrücken. Wenn in andern Ländern, wie Amerika und nänien, mit einfacheren Mitteln schon längere Leitun, insbesondere für Erdgas, ausgeführt worden sind, so lf man dies nicht auf deutsche Verhältnisse überen. Durch Lage der Leitung und Beschaffenheit des es ist die infolge Undichtigkeiten entstehende Gefahr lc erheblich geringer. Dazu spielen die Gasverluste eine untergeordnete Rolle.

[1]) Z. Bd. 68 (1924) S. 1354 und Bd. 72 (1928) S. 869.

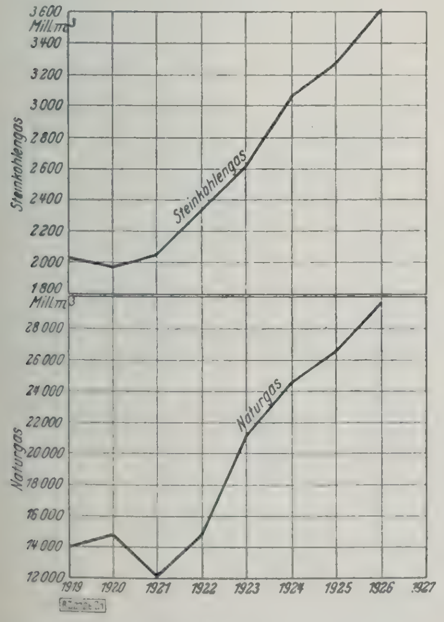


Abb. 1
Entwicklung des Industriegasverbrauches in Amerika.

Auf der andern Seite begünstigte die Entwicklung des Gasverbrauches, noch besser der Verwendungsmöglichkeit des Gases, den Aufschwung der Gasfernleitung. Die deutsche Industrie verlangt heute ihre Energie infolge der neuzeitlichen Fertigungsverfahren in verfeinerter Form. Die Bestrebungen, zu rationalisieren, bringen eine fast vollkommene Mechanisierung aller wärmeverbrauchenden Verfahren mit sich, wobei sich das aus Steinkohlen destillierte Gas als Träger der Wärmeenergie ganz ausgezeichnet bewährt hat. So begegnete die ausgedehnte Werbung der Gasindustrie einem technischen Bedürfnis, aber gleichzeitig auch technischen Aufgaben, die in andern Ländern mittels des Erdgases zum großen Teil bereits gelöst waren. Es entstand ein Gasbedarf von unerwartetem Ausmaß. Abb. 1[2]) zeigt die Entwicklung des Industriegasverbauches in Amerika von 1919 bis 1926. Der Verbrauch von Steinkohlengas und Naturgas ist in gleichem Verhältnis gestiegen und hat sich von 1921 bis 1926 fast verdoppelt.

Nachdem die Zechen des Ruhrgebietes sich vor etwa drei Jahren dazu entschlossen haben, das bei ihnen anfallende Kokereigas für den öffentlichen Gasverbrauch in weitestgehendem Maße nutzbar zu machen, war auch die nächstliegende Sättigungsmöglichkeit für diesen neu auftretenden Gasbedarf gegeben.

Die Entwicklung der Rohrleitungstechnik, sprunghafte Steigerung des Gasbedarfes und gleichzeitige Verfügbarkeit großer Gasmengen haben es also bewirkt, daß die Gasfernversorgung fast plötzlich von ihren verhältnismäßig kleinen Anfängen zu einer Aufgabe der Energieübertragung größten Ausmaßes geworden ist.

Es liegt nahe, die Gasfortleitung auf größere Entfernungen andern Energieübertragungsmitteln gegenüberzustellen, oder wenigstens die Beförderungskosten zu vergleichen. So hat *Smith*[3]) in seinem Beitrag zur Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz, London 1928, sich mit einem Vergleich der Beförderungskosten von Kohle, Gas und Koks, Öl und Elektrizität beschäftigt. Ein bemerkenswertes Ergebnis seiner Berechnungen sei hier kurz mitgeteilt. *Smith* hat zunächst den häuslichen Energieverbrauch in England und seine Zusammensetzung aus einzelnen Energiearten ermittelt, Zahlentafel 1.

Unter der Annahme, daß der durchschnittliche Beförderungsweg der Kohle von der Zeche zum Verbraucher rd. 80 km beträgt, berechnet er nun die Beförderungskosten,

[2]) Beitrag zur Weltkraftkonferenz, Sektion K 17 U. S. A. „Industrial gas in the United States — Growth and Trends" A co-operative paper prepared by the American Gas-Association. Erscheint in Kommission beim VDI-Verlag. [3]) s. Anm. [2]).

Zahlentafel 1
Häuslicher Energieverbrauch in England

Gedeckt durch	Kohlenverbrauch t	Verfügbare Wärme im Hause, umgerechnet auf gleichwertige Kohlenmengen t	Wirksame Wärme, umgerechnet a. entsprechende Kohlenmengen t
Kohlen	40 000 000	40 000 000	6 000 000
Gaswerke . . .	16 452 000	13 150 000	4 600 000
Elektr.-Werke	8 250 000	1 650 000	1 650 000
Gesamt	64 702 000	54 800 000	12 250 000

die entstehen würden, wenn der gesamte häusliche Energieverbrauch einmal durch Gas und Koks, das andre Mal durch Elektrizität befriedigt würde. Dabei unterscheidet er noch zwei Fälle, und zwar die Umwandlung der Kohle in Gas und Koks oder in Elektrizität in der Stadt und Umwandlung der Kohle auf der Zeche, wobei allerdings die Umwandlungskosten auf der Zeche und in der Stadt als gleich hoch angenommen werden. Die größte Ersparnis an Beförderungskosten gegenüber der jetzigen Verteilung der Energiearten ergibt sich bei dem Bezug der gesamten Energiemengen in Form von Gas und Koks bei Umwandlung der Kohle auf der Zeche, wogegen bei Bezug der gesamten Energiemengen in Form von Elektrizität die Übertragungskosten für die Kommunen praktisch die gleichen wie gegenwärtig bleiben, wenn die Elektrizität am Verbrauchsort erzeugt wird. Wird die Elektrizität dagegen auf der Zeche erzeugt, so erhöhen sich sogar noch die jetzt aufzuwendenden Beförderungskosten. Dieses Ergebnis der Rechnungen, auf englischen Verhältnissen fußend, darf zwar keineswegs verallgemeinert werden, es läßt jedoch einen Schluß auf die Beförderungskosten der verschiedenen Energiearten unter gewissen Verhältnissen (Beförderungsweg rd. 80 km) zu.

Die Möglichkeit einer Verbindung von Gasfernversorgung mit der Elektrizitätswirtschaft ist kürzlich von *Gosebruch*[4]) behandelt worden. Trotz der außerordentlich ungünstigen Bedingungen für die Umwandlung der im Gas befindlichen Wärmeenergien in elektrische Energie kommt er zu dem Schluß, daß auf große Entfernungen die Energie bei weitem wirtschaftlicher in Form von Wärmeenergie des Gases als in Form von Elektrizität übertragen werden kann, daß dagegen die örtliche Verteilung nach Umwandlung in Form von Elektrizität vorgenommen werden sollte.

Auch die neueren Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Chemie des Gases werden sicher für die Gasfernversorgung von Bedeutung sein. Soweit es sich bisher überblicken läßt, werden gerade durch sie die Vorteile einer billigen Übertragung von Energie in einer leicht wandelbaren und vielfach verwendbaren Form erst recht zur Geltung gebracht werden.

Wahl von wirtschaftlichem Anfangsdruck und Durchmesser

Wie bereits erwähnt, ermöglicht nur ein großer Gasbedarf im Zusammenwirken mit ergiebigen Gasquellen die wirtschaftliche Überbrückung größerer Entfernungen. Aber auch in der technischen Durchbildung der Leitung mit Rücksicht auf den zu wählenden Anfangsdruck und den Leitungsdurchmesser liegt ein wesentlicher Punkt für die Gestaltung der Beförderungskosten. In der Hauptsache setzen sich diese zusammen aus Kapitaldienst und Betriebskosten für Leitung und Kompressoranlage, Meßeinrichtungen, Druckregler, Gasspeicher, ferner aus Kosten für Verwaltung, Steuern, sonstigen jährlichen Abgaben, wie Wegeabgaben usw.

Die Ergebnisse der Berechnung der sich so zusammensetzenden Beförderungskosten verschiedener Fördermengen auf eine bestimmte Entfernung sind, unter Annahme verschiedener Durchmesser, in Abb. 2 dargestellt. Bei einer Beförderung von 100 Mill. m³ auf eine Entfernung von 10 km ist also ein Durchmesser von 600 mm am wirtschaftlichsten, während bei der Wahl eines Durchmessers von 400 oder 900 mm die Beförderungskosten um rd. 25 vH höher sind. Bei einer Fördermenge von 200 Mill. m³ man die Wahl zwischen 800 und 900 mm, wird praktisch einen Durchmesser von 850 mm wählen. sieht, von welch ausschlaggebender Bedeutung die W des richtigen Durchmessers und des damit verbunde Anfangsdruckes sein kann.

Die Umhüllungskurve dieser Kurvenschar veransch licht dann die Förderkosten verschiedener Gasmengen eine bestimmte Entfernung, in diesem Falle 10 km, Anwendung des jeweils wirtschaftlichsten Durchmess Bei Konstruktion der gleichen Umhüllungskurve für Reihe von Entfernungen ergibt sich Abb. 3. Es sind d die Kurven der Förderkosten eingetragen für Entfer gen von 10 bis 400 km, die wiederum durch steilverlaufe Kurven in Zonen eingeteilt sind, innerhalb deren jew ein bestimmter Durchmesser der wirtschaftlichste ist.

Es muß hierbei noch darauf hingewiesen werden, der Druck des Gases am Ende der Leitung 1 at abs trägt. Das Bild verschiebt sich, sobald ein wesent höherer Enddruck verlangt wird. Abb. 4 zeigt die schiebung des wirtschaftlichsten Durchmessers bei Fortleitung verschiedener Gasmengen auf eine sich gle bleibende Entfernung für Enddrücke von 1 bis 6 at Beträgt hierbei die zu befördernde Menge 200 Mill. m³ ist bei einem Enddruck von 1 at abs 800 der wirtsch lichste Durchmesser, während bei einem Enddruck von 6 at abs ein Durchmesser von 500 mm zu wäh wäre. Die Berechnungen sind auf den heutigen R und Maschinenpreisen, den zur Zeit geltenden Löh und den Kraftkosten für die Verdichtung aufgebaut, sie sich im rheinisch-westfälischen Industriegebiet Eigenerzeugung gestalten. Eine Übertragung auf and geartete Verhältnisse ist also auch hier nicht ohne teres möglich.

Die graphischen Darstellungen erfassen nur den fachsten Fall der Gasfortleitung, Verdichtung am Anf der Leitung auf den erforderlichen Druck, Entnahme Gases lediglich am Ende der Leitung. In der Praxis lie die Beförderungsverhältnisse natürlich verwickelter. besondere erfolgt die Abnahme an verschiedenen Ste der Leitung und in verschiedensten Mengen. Z. kann der Fall eintreten, daß in verhältnismäßig ku

4) *Gosebruch*, ETZ Bd. 49 (1928) S. 1465.

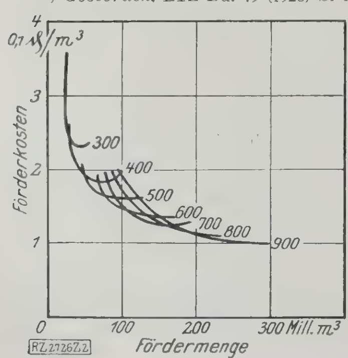


Abb. 2 (links) Wirtschaftlichkeit verschiedener Durchmesser bei einer Gasfernleitung von 10 km Länge.

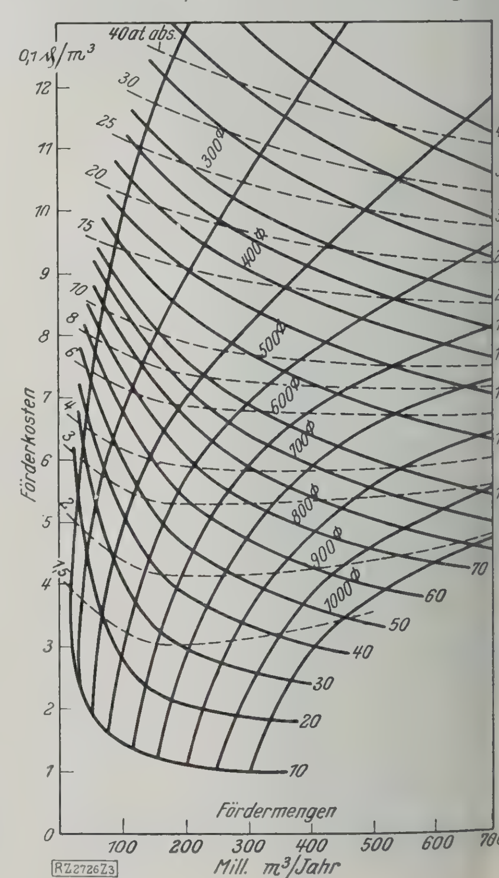


Abb. 3 (rechts) Verschiebung des wirtschaftlichen Durchmessers und des wirtschaftlichen Anfangsdruckes bei einer Gasfortleitung bis zu 400 km.

ntfernung vom Beginn der Leitung der größte Teil r gesamten Beförderungsmenge entnommen wird, während n kleiner Teil bis ans Ende der Leitung befördert wern muß. Nicht allein durch die Wahl verschiedener Durchesser ist unter diesen Verhältnissen die größte Wirthaftlichkeit zu erzielen, da ja sonst der größte Teil der förderten Menge im ersten Teil der Leitung mit einem nnötig hohen Druck zur Verfügung stehen würde, der angels geeigneter Verwendung nutzlos vernichtet werden uß, sondern man wird in einem solchen Fall außerdem ne Zwischenverdichtung des Gases vornehmen, derart, ß man die gesamte zu befördernde Menge mit niedrigem nfangsdruck durch eine Leitung mit großem Durchmesser s zur Hauptabnahmestelle befördert und erst dort das eiter zu leitende Gas auf den notwendigen Druck bringt, n es unter Benutzung des wirtschaftlichsten Durchmesrs bis zum Ende der Leitung zu befördern.

Die in der Praxis für solche Fälle erforderlichen irtschaftlichkeitsberechnungen werden weiterhin noch schwert durch den Umstand, daß die Belastung der Leing natürlich nicht sogleich hoch ist, sondern sich in den eisten Fällen erst im Laufe der Zeit entwickeln wird, oder ch, was die Verteilung der Abnahme längs der Leitung trifft, erheblich verschieben kann.

Auch die Verteilung des Gasverbrauches auf die einlnen Jahreszeiten oder Monate oder gar auf bestimmte gesstunden ist für die Durchbildung der Leitung und r Verdichteranlage von großer Wichtigkeit. Je nach öße und Dauer der Spitzenbelastungen müssen im Durchsser der Leitung oder in der Leitung der Verdichterlage entsprechende Reserven vorgesehen werden. Auch r müssen Rechnungen wirtschaftlicher Art ergeben, ob zweckmäßig ist, die Reserve durch Wahl eines größeren irchmessers oder in der Form bereitzustellen, daß der uck der Verdichteranlage gesteigert werden kann. Hier rd sich ein möglichst hoher Industrieverbrauch, der sich in der Hauptsache das ganze Jahr hindurch gleichßig gestaltet, besonders günstig auswirken.

Abb. 5 zeigt die Abgabeverhältnisse einer großen amenanischen Gaserzeugungsstätte an die Industrie[5]). Die Darstellung läßt deutlich erkennen, daß die Abnahme das ganze Jahr hindurch mit nur geringen Schwankungen verläuft. Je höher die sich gleichbleibende Belastung einer Gasfernleitung durch Industriegas ist, desto geringer werden sich die im häuslichen Verbrauch beobachteten Spitzen bemerkbar machen. Abb. 6 zeigt die Abgabeverhältnisse aus dem früher zur Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk A.-G. gehörenden, jetzt im Besitz der Ruhrgas A.-G. befindlichen Leitungsnetz, unterteilt in Industriegas und Kommunalgas für die Monate Juli 1928 bis Januar 1929. Während die Abgabe an die Industrie fast ständig gleich groß ist, zeigt die Abgabe von Kommunalgas erhebliche Schwankungen. Dabei ist zu bedenken, daß das Industriegas lediglich das unmittelbar an die Industrie abgegebene Gas darstellt, während das Kommunalgas noch eine große Menge Gas umfaßt, das von der Kommune an die Industrie abgegeben wird. Hierdurch werden die Schwankungen der reinen Kommunalabgabe schon etwas ausgeglichen.

[5]) Beitrag zur Weltkraftkonferenz K 17 U. S. A.; vergl. Anm. 2).

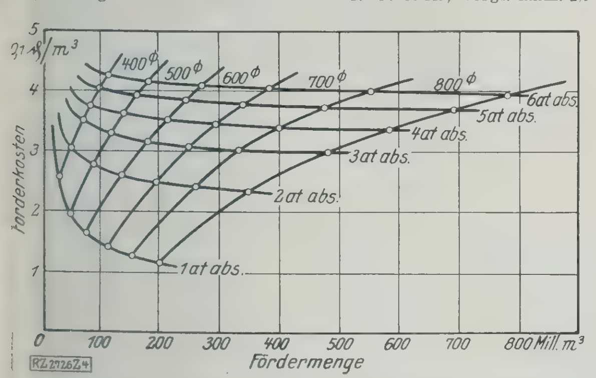


Abb. 4. Verschiebung des wirtschaftlichen Durchmessers bei einer Gasfortleitung über 10 km und bei Enddrücken von 1 bis 6 at abs.

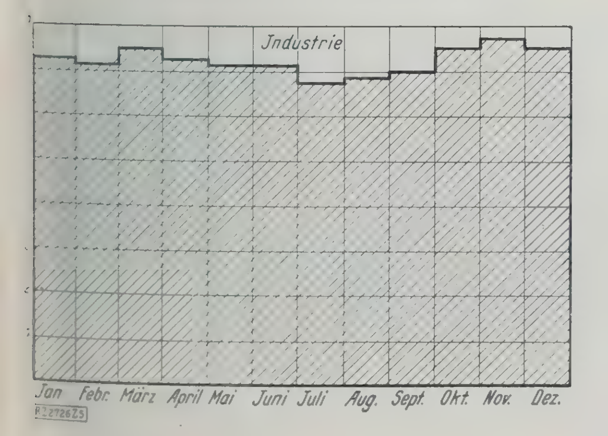
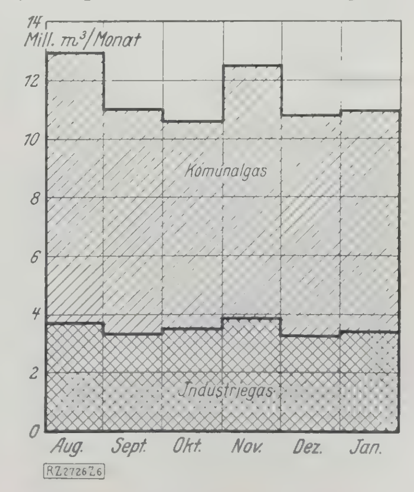


Abb. 5 (links) Abgabe einer amerikanischen Gasversorgung für Industrie. Jährlicher Tagesbelastungsfaktor 72 vH., höchste Anzahl der Verbrauchstage 262.

Abb. 6 (rechts) Abgabeverhältnis zwischen Industriegas und Kommunalgas aus dem Leitungsnetz der Ruhrgas-A.-G., Essen, Juli 1928 bis Juni 1929.



Technische Ausführung der Leitung

In Abb. 3 sind durch gestrichelt eingetragene Linien die Drücke gekennzeichnet, die für die Fortleitung des Gases mit den dort angegebenen Durchmessern erforderlich sind. Bei rein theoretischer Verfolgung der wirtschaftlichen Verhältnisse kommt man danach zu außerordentlich hohen Drücken von 30, ja sogar 40 at. Wie hoch man in der Praxis die Anfangsdrücke großer Gasfernleitungen wählen wird, kann der allmählichen Entwicklung überlassen bleiben. Immerhin werden aber schon bei den in der nächsten Zeit auszuführenden Gasfernleitungen Drücke in Frage kommen, die eine durchaus zuverlässige Ausführung der Leitung unbedingt erforderlich machen.

Gerade die durch den außerordentlich scharfen Frost des letzten Winters hervorgerufenen Undichtigkeiten in Stahl- und Gußrohrleitungen im In- und Ausland, sowohl in Hochdruck- als auch in Niederdrucknetzen, haben die Frage der Gasleitungen neu aufgerollt.

Über die technische Ausbildung und die Verlegung von Gasfernleitungen sind in der letzten Zeit so zahlreiche Veröffentlichungen[6]) erschienen, daß es sich erübrigt, hier ausführlich darauf einzugehen. Dagegen sei hier noch auf die durch die Vorfälle der letzten Zeit besonders in den Vordergrund gerückte Frage der Muffenverbindung und ihrer Schweißung eingegangen.

Abb. 7 bis 21 zeigen Schweißverbindungen, deren Zahl aber in den letzten Wochen noch durch viele neue Vorschläge vermehrt worden sind. Es wäre verfrüht, schon jetzt all die Neukonstruktionen zu behandeln. Sie müssen eingehend geprüft werden, wie dies bei den bisherigen Schweißverbindungen geschehen ist, und erst dann wird sich etwas über die Vorteile und Nachteile der Verbindungen sagen lassen. In einer ausführlichen Zusammenstellung hat *Weckwerth*[7]) nochmals einige der wichtigsten mit verschiedenen Rohrschweißungen gemachten Versuche behandelt.

[6]) „Stahl und Eisen" Bd. 48 (1928) F. 161; „Das Gas- und Wasserfach" Bd. (1928) S. 532 ff.: *Pott*, Beitrag zur Kohlenkonferenz Pittsburgh 1928.

[7]) „Autogene Metallbearbeitung" Bd. 22 (1929) Heft 3.

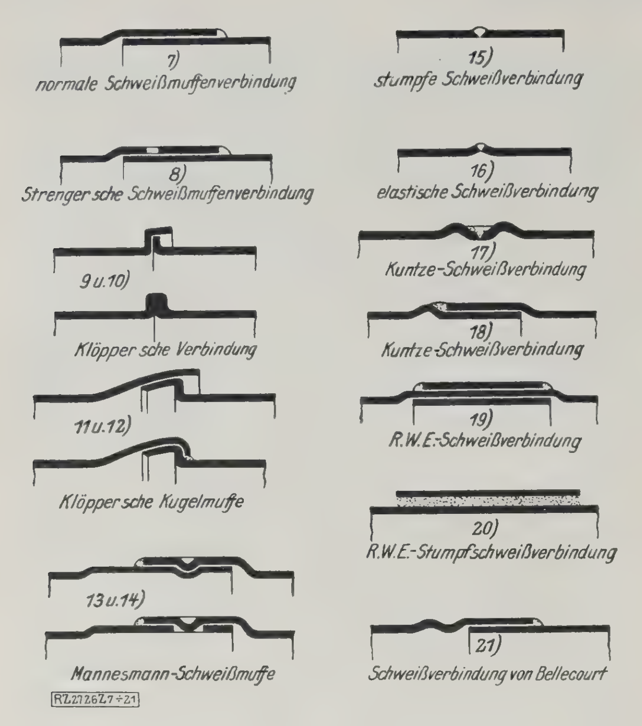


Abb. 7 bis 21
Schweißverbindungen.

Ganz allgemein kann gesagt werden, daß die Entwicklung der Schweißverbindungen dahin geht, daß man versucht, Verbindungen zu schaffen, bei denen die Schweißnaht selbst nach Möglichkeit von allen Beanspruchungen entlastet wird und in der Hauptsache lediglich als Dichtung dient. Dies kann dadurch erreicht werden, daß der Muffe eine Form gegeben wird, durch die die auftretenden Kräfte nicht die Schweißung sondern den Rohrwerkstoff selbst beanspruchen. Ferner kann man die Elastizität jedes einzelnen Rohres noch dadurch erhöhen, daß dem Rohr einzelne Wellen, sog. Siken, angewalzt oder angestaucht werden. Der erste Weg ist bei der *Klöpperschen* Schweißverbindung, Abb. 9 und 10, beschritten worden. Bei ihr wird das aufgebördelte Rohrende in das aufgemuffte offene Ende des Gegenrohres eingebracht und dann das überstehende Muffenende abschnittweise im rotwarmen Zustand umgekantet. Beim Erkalten tritt dann eine außerordentlich günstige axiale Schrumpfung ein, durch die ein sattes Ineinandergreifen der beiden Rohrenden herbeigeführt wird. In ähnlicher Weise ist auch die *Klöppersche* Kugelmuffe, Abb. 11 und 12, ausgebildet. Mittels der kugelförmigen Aufweitung des Rohrendes ist es sogar möglich, mit dieser Muffe durch Verschwenken Krümmungen bis zu 6° ohne Verwendung besonderer Krümmer auszugleichen.

Die zweite Form der Entlastung der Schweißnaht ist in verschiedenen Ausführungen, Abb. 13, 14, 16 bis 18 und 21, vorgeschlagen worden. Die Verbindung beider Formen zu einer Muffe dürfte dem Rohrstrang eine geradezu vorbildliche Sicherheit und Elastizität verleihen.

Aber auch die beste Muffenverbindung kann keine Gewähr für die Festigkeit der Rohrleitung bieten, wenn die dazugehörige Schweißung nachlässig und fehlerhaft ausgeführt wird. Daß gut geschweißte Muffenverbindungen ganz außerordentlich hohen Beanspruchungen standhalten können, geht aus Versuchen hervor, die im Dezember vorigen Jahres in dem Röhrenwerk des Hörder Vereins der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., folgendermaßen durchgeführt wurden. 16 m lange Rohre, in der Mitte mit einer Schweißverbindung, wurden am Ende unterstützt und bei der Schweißverbindung belastet. Abb. 22 zeigt die Versuchsanordnung. Die Ergebnisse der Versuche sind in Zahlentafel 2 bis 4 zusammengestellt.

Die gewöhnliche Schweißmuffe zeigte erst bei einer Gesamtbelastung von 14 722 kg eine Durchbiegung von 223,95 mm und stauchte sich auf der Druckseite um 10 mm an. Ein Abflachen auf der Zugseite war noch ni festzustellen. Erst bei einer Gesamtbelastung von 18 712 knickte das Rohr ein. Es bildete sich eine 40 mm ti

Zahlentafel 2 bis 4
Ergebnisse von Versuchen an Rohrverbindungen (Län 16 m, 600 mm Dmr., Wanddicke 8 mm, Gewicht 120 kg, Widerstandsmoment des Rohrquerschnitts 2300 cm³, Trä heitsmoment 72 500 cm⁴).

Zahlentafel 2
Gwöhnliche Schweißmuffe.

	Zusatzbelastung kg	Entlastung kg	Gesamtbelastung kg	Durchbiegung mm	Ble bend Dur biegu mm
Eigengewicht	1 920		1 920	0,65	
Sattelgewicht	552		2 472	0,95	
Plattengewicht	3 690		6 162	25,95	
Walze 1	3 990		10 152	48,95	
Entlastung		3990	6 162		32,
Walze 2	5 910		12 072	71,95	
Entlastung		5910	6 162		45,
Walze 3	8 560		14 722	223,95	
Entlastung		8560	6 162		179,
Walze 1 und 3	12 550		18 712	745,95	

Zahlentafel 3
Gewöhnliche Klöpper-Muffe.

	Zusatzbelastung kg	Entlastung kg	Gesamtbelastung kg	Durchbiegung mm	Ble bend Durc biegu mm
Eigengewicht	1920		1 920	0,65	
Sattelgewicht	552		2 472	0,95	
Plattengewicht	3690		6 162	30,95	
Walze 1	3990		10 152	130,95	
Entlastung		3990	6 162		110,
Walze 2	5910		12 072	219,95	
Entlastung		5910	6 162		286,
Walze 3	8560		14 722	740,95	

Zahlentafel 4
Wassergasgeschweißte Rundnaht.

	Zusatzbelastung kg	Entlastung kg	Gesamtbelastung kg	Durchbiegung mm	Blei bend Durc biegu mm
Eigengewicht	1 920		1 920	0,65	
Sattelgewicht	552		2 472	0,95	
Plattengewicht	3 690		6 162	22,95	
Walze 1	3 990		10 152	45,95	
Entlastung		3990	6 162		25,9
Walze 2	5 910		12 072	60,95	
Entlastung		5910	6 162		25,9
Walze 3	8 560		14 722	82,95	
Entlastung		8560	6 162		40,9
Walze 1 und 3	12 550		18 712	745,95	

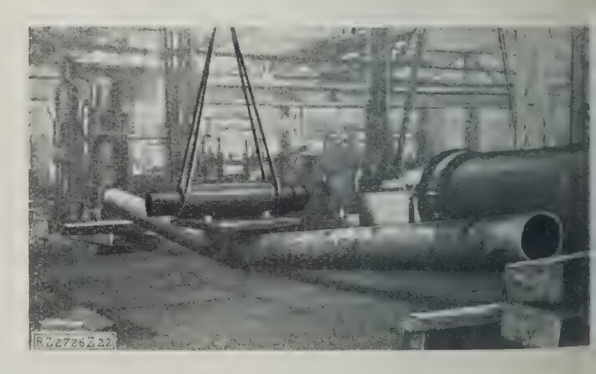


Abb. 22
Anordnung für Biegeversuche an 16 m langen in der Mitte geschweißten Rohren.

'alte auf der Schulter der Schweißmuffe, Abb. 23, ohne aß der Werkstoff im Rohrquerschnitt oder in der Schweißaht irgendwelche Anrisse zeigte. Dagegen war bei der löppermuffe bereits bei einer Gesamtbelastung von 0 152 kg eine merkliche Streckung der Muffe auf der nteren Seite festzustellen, die bei höherer Belastung noch eutlicher wurde. Bei einer Gesamtbelastung von 14 722 kg nickte die Muffe dann ein und bildete auf der oberen Seite ine Falte von 50 mm Tiefe, aber auch ohne jede Verletzung er Muffe an der Schweißung, Abb. 24. Die Wassergaschweißung war bei einer Gesamtbelastung von 14 722 kg och vollständig in Ordnung und knickte erst bei einer esamtbelastung von 18 712 kg ein, wobei starke Faltenildung und Verformung des Rohrquerschnittes eintrat. chweißnaht und Rohrwerkstoff zeigten auch hier keineri Anriß, Abb. 25. Besonders bemerkenswert ist, wie us Zahlentafel 4 hervorgeht, daß die durch Zusatzelastung von 5910 kg und eine Gesamtbelastung von 2 072 kg entstehende zusätzliche Durchbiegung von 35 mm i Entlastung vollständig auf den vorhergehenden Stand ırückging.

Die Ergebnisse dieser Versuche lassen erkennen, daß e in der Hauptsache zur Verwendung kommenden chweißmuffen bei sorgfältig ausgeführter Schweißung den lerschwersten Beanspruchungen gewachsen sind.

Nachdem es sich in der letzten Zeit gezeigt hat, daß ıs Abpressen der Leitung mit dem Betriebsdruck durchıs nicht immer fehlerhafte Schweißungen erkennen ßt, erhebt sich die Frage: wie können schlechte chweißungen vermieden oder wenigstens rechtzeitig erınnt werden? Die Haupthandhabe hierzu liegt immer ›ch in einer möglichst sorgfältigen Auswahl der chweißer. Jeder Schweißer muß unbedingt einer einehenden Prüfung unterzogen werden. Dabei genügt es cht, wenn die bisher in Schweißprüfungen üblichen robeschweißungen durchgeführt werden, sondern es ist forderlich, daß der Schweißer auch bei der Rohrchweißung selbst in der Werkstatt und auf der Strecke, sbesondere aber auch beim Überkopfschweißen einer inlichen Probe unterzogen wird. Aber auch später wähnd des Leitungsbaues ist er dauernd einer Überwachung unterwerfen. Auch der Beschaffenheit des zur Verendung kommenden Schweißdrahtes muß eingehende Beıhtung geschenkt werden. Jede Muffe ist so zu verhweißen, daß auf alle Fälle die Schweißung die volle 'erkstoffdicke des Rohres aufweist. Jede Schweißung ist ıbedingt unter Druck auf Undichtigkeit zu prüfen. Am isten geschieht dies durch Abseifen und gleichzeitiges ›hämmern.

In letzter Zeit ist man aber bestrebt, Schweißverfahın auszubilden, bei denen man von der persönlichen lgnung des Schweißers unabhängig wird. Die Verche über die Mechanisierung der Rohrschweißungen nd im Gange. Über die Ergebnisse läßt sich aber bisher ch nichts Abschließendes sagen.

Ist die Leitung starken Bodenbewegungen ausgesetzt, e dies in Bergbaugebieten immer der Fall sein wird, ist der Einbau von Dehnungsmuffen unbedingt notndig. Ebenso sind Freileitungen, auch wenn sie noch

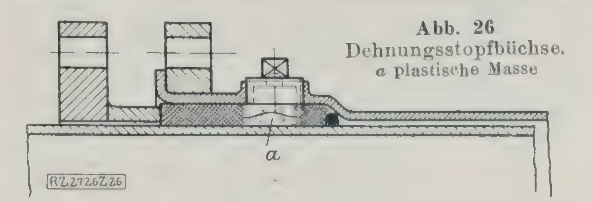


Abb. 26
Dehnungsstopfbüchse.
a plastische Masse

so gut isoliert sind, durch den Einbau solcher Dehnungsstücke vor den Beanspruchungen, die durch größere Temperaturunterschiede hervorgerufen werden, zu sichern. Auch die in die Leitung einzubauenden Schieber müssen unbedingt durch Dehnungsmuffen entlastet werden. In der Hauptsache weisen die Dehnungsmuffen die Form einer gewöhnlichen Stopfbüchse auf. Abb. 26 zeigt eine Dehnungsmuffe, bei der durch Einfüllen einer plastischen Masse die Dichtung noch besonders gesichert wird. Die Versuchsanordnung, mit der ein Versuch mit dieser Dehnungsmuffe durchgeführt wurde, zeigt Abb. 27. Ein besonders vorbereitetes Rohr mit Dehnungsmuffe wurde in eine Presse eingespannt und mittels Druckluft unter einen Druck von 8 at gesetzt. Daraufhin wurden die Rohre um 350 mm (einen größeren Hub ließ die Presse nicht zu) häufig auseinandergezogen und wieder zusammengeschoben. Während und nach dem Versuch wurde keinerlei Undichtigkeit festgestellt.

Bei Verlegung der Rohrleitungen durch die Ruhrgas-A.-G. im Ruhrgebiet sind solche Dehnungsmuffen in Abständen bis herunter zu 48 m in die Leitung eingebaut worden.

Welchen Beanspruchungen eine gut geschweißte Rohrleitung standhält, geht aus einer Veröffentlichung von *Smith*[8]) hervor. *Smith* berichtet von der Herstellung einer Leitung in Amerika, die für einen Betriebsdruck von 70 at ausgeführt ist und eine Länge von 72 km hat. Nach Fertigstellung der Leitung war ein außerordentlicher Temperaturabfall auf — 14,4 ° eingetreten, während die Leitung auf einer Länge von 32 km noch nicht mit

[8]) The Oil- and Gas-Journal 29. März 1928, Übersetzung: „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 72 (1929) Heft 4 S. 86.

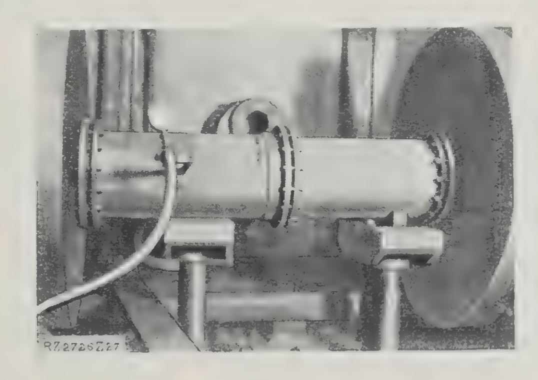


Abb. 27
Dichtigkeitsprüfung der Dehnungsstopfbüchse nach Abb. 26.

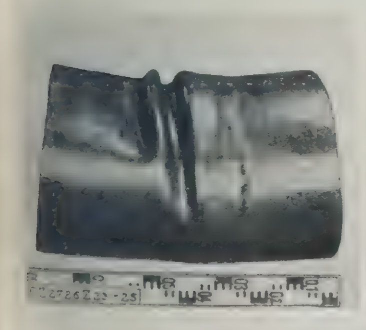


Abb. 23
Normale Schweißmuffe nach dem Biegeversuch mit 18 712 kg Belastung.

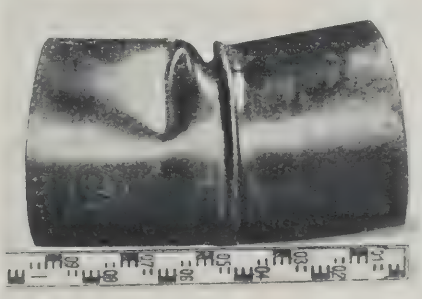


Abb. 24
Klöpper-Muffe nach dem Biegeversuch mit 14 722 kg Belastung.

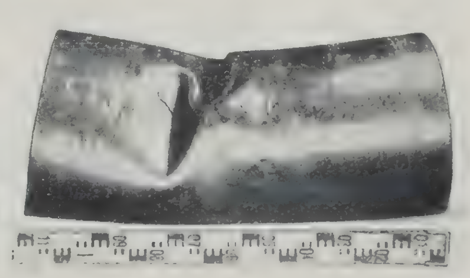


Abb. 25
Wassergasschweißung nach dem Biegeversuch mit 18 712 kg Belastung.

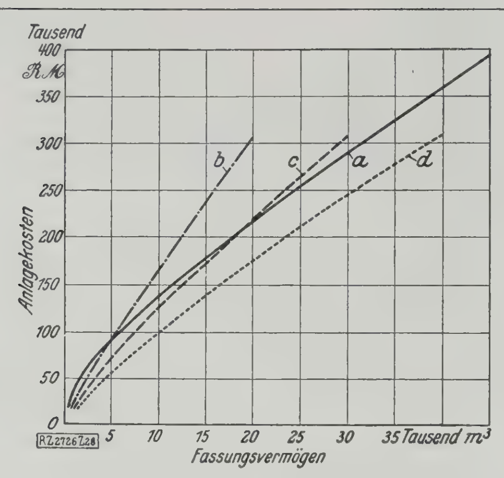


Abb. 28
Vergleich der Anlagekosten von Hochdruck- und Niederdruckbehältern.

a Niederdruckbehälter *b* Hochdruckbehälter 2 at abs *c* Hochdruckbehälter 3 at abs *d* Hochdruckbehälter 4 at abs

Erde bedeckt war. Trotzdem hat die Leitung diese außerordentlich hohe Beanspruchung einwandfrei ausgehalten, ein Beweis dafür, welchen Anforderungen eine geschweißte Leitung bei sorgfältiger Ausführung genügt.

Gasspeicher

Eine Speicherung des Gases wurde bisher nur an der Gaserzeugungsstelle und an der Gasverbrauchsstelle vorgenommen. Zur Verwendung kamen dabei Niederdruckbehälter in Form der Teleskopbehälter oder der wasserlosen Gasbehälter[9]), die sich in den letzten Jahren sehr stark eingeführt haben. Der Nachteil dieser Behälter besteht nun darin, daß sie nur mit verhältnismäßig geringem Druck betrieben werden können, und es lag zweifellos das Bedürfnis vor, auch Behälter zu schaffen, die im Zuge der Gasfernleitung und an den Nebenleitungen unmittelbar an den Rohrstrang angeschaltet werden können und somit das Gas unter dem Leitungsdruck aufspeichern. Auch hier ist in der letzten Zeit Abhilfe geschaffen worden.

Solche Hochdruckbehälter stehen jetzt in Walzenform mit Halbkugelböden oder in vollkommener Kugelform mit einem Rauminhalt bis zu 10 000 m³ und bis zu 7 at abs Betriebsdruck zur Verfügung. Welche Vorteile solche Hochdruckbehälter gegenüber den Niederdruckbehältern bieten, geht aus Abb. 28 hervor. Es sind darin die Anlagekosten für Behälter verschiedenen Inhalts eingezeichnet unter der Annahme, daß der Betriebsdruck 4, 3 und 2 at abs beträgt. Zum Vergleich sind die Anlagekosten des Niederdruckbehälters für den gleichen Fassungsraum eingezeichnet. Bei weitem am günstigsten für die Wirtschaftlichkeit des Hochdruckbehälters ist ein Druck von 4 at abs, während sich bei 3 at abs Niederdruckbehälter und Hockdruckbehälter die Waage halten. Bei der Konstruktion für höheren Druck als 4 at abs werden die Anlagekosten auch wieder etwas höher und nähern sich somit wieder dem Niederdruckbehälter. Kommen Speichermengen über 40 000 m³ in Frage, so werden sich allerdings die Verhältnisse zugunsten des Niederdruckbehälters verschieben, da die Grenze der Ausführbarkeit eines Hochdruckbehälters bei 40 000 m³ liegt, also mehrere Einheiten aufgestellt werden müßten.

Der Hochdruckbehälter wird aber in den meisten Fällen den Speicher für eine Reihe von Abnehmern bilden. Wollen diese Abnehmer sich denselben Speicher in Form von Niederdruckbehältern sichern, so können sie dies nur dadurch tun, daß jeder einzelne Abnehmer auf seiner Anlage einen Niederdruckbehälter in entsprechender Größe errichtet. Die Summe dieser Niederdruckbehälter wird natürlich ein bei weitem höheres Anlagekapital erfordern, als der in Abb. 28 zum Vergleich mit einem Hochdruckbehälter gleichen Speicherraums angeführte eine Niederdruckbehälter.

[9]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1248.

Durch ein Beispiel sei dies erläutert. Bei zehn A nehmern mit einer Entnahme von zusammen 1000 m³ entsprechend etwa 8 Mill. m³ in einem Jahr und einer g forderten Speichermenge für vier Stunden ergibt sich fo gendes Bild:

Niederdruckbehälter:

10 Behälter zu je 400 m³ Inhalt	156 600 RM
15 vH Kapitaldienst	23 490 RM
Speicherkosten	0,2936 ₰/

Hochdruckbehälter:

1 Behälter mit einem geometrischen Inhalt von 1000 m³ und einem entsprechenden Fassungsvermögen von 4000 m³ bei 4 at abs	45 000 RM
15 vH Kapitaldienst	6 750 RM
Speicherkosten	0,0844 ₰/

Zudem ist bemerkenswert, daß der Hochdruckbehälter i Gegensatz zum Niederdruckbehälter keine nennenswert Betriebskosten erfordert.

Ähnliche Behälter haben sich besonders in Ameri und England gut bewährt. In Deutschland sind ein dieser neuen Behälter im Bau.

Betriebsüberwachung

Für den Betrieb eines ausgedehnten Gasfernleitung netzes, besonders wenn es unter hohem Druck steht, i eine eingehende, möglichst lückenlose Überwachung d Leitung und des Betriebes eine Notwendigkeit. Für d Überwachung und Prüfung der Leitung wird zweckmäß das Netz in einzelne Abschnitte eingeteilt und mit d Überwachung eines jeden ein Beamter, der innerhalb sein Abschnittes wohnt, betraut.

Ferner ist dafür zu sorgen, daß der Beamte jede zeit von der Gaserzeugungsstelle oder der Hauptbetrie stelle zu erreichen ist und er diese auch von jed Stelle der Leitung aus erreichen kann. Dies geschieht a besten durch ein gleichzeitig mit der Leitung zu verlege des Fernsprechkabel, dessen Adern so geschaltet werde daß ein durchgehender Fernsprechverkehr, ein Abschnitt verkehr und von einer Stelle aus ein allgemeiner Anr ermöglicht wird, mit Hilfe dessen alle Überwachung beamten gleichzeitig eine gemeinsame Anweisung erhalte können. Auch auf der Strecke sind Steckkontakte ei zubauen, damit der Überwachungsdienst irgendwelch Störungen sofort an die Hauptbetriebstelle weitermelde kann. Handelt es sich um mehrere Gaserzeugungsanlage die gemeinsam ein Netz speisen, so ist die Fernsprech anlage natürlich auch auf diese auszudehnen, ebenso w es zweckmäßig ist, die Verbraucher selbst, wenigsten die Großverbraucher, an das Netz anzuschließen.

Die Überwachungsmöglichkeit wird noch vergrößer wenn die beim Gaslieferer und Gasabnehmer, gegebenen falls auch noch im Laufe der Leitung notwendigen Messur gen, wie Druckmessung, Mengenmessung und Heizwer messung, auf die Hauptbetriebstelle übertragen werde Diese erhält so ein lückenloses Bild über den auge blicklichen Betriebzustand des Netzes und ist jederzeit i der Lage, bei etwa eintretenden Störungen oder Änderur gen der Liefer- oder Abnahmemengen augenblicklich d notwendigen Anordnungen zu treffen. Die für die Fern meldeanlage erforderlichen Adernpaare werden zusamme mit den Fernsprechleitungen in einem Kabel untergebrach Für die Fernmeßanlagen kann allerdings eine bestimmt Reichweite nicht überschritten werden. Kommt dazu noch daß die Zahl der Fernmeßstellen sehr groß ist, wie die bei weiterem Ausbau der Gasfernversorgung zu erwarte ist, so wachsen die Leitungskosten ganz erheblich an. Ma müßte dann die Leitung wieder in mehrere Gruppe teilen, deren Meßergebnisse durch Fernsprecher zu Hauptbetriebstelle durchgegeben werden müßten.

Inzwischen ist aber ein besonderes Übertragungsve fahren von der AEG, Berlin, ausgearbeitet worden, dur das eine ganz außerordentliche Ersparnis an Leistung kosten erreicht wird und mit der die Überbrückung jede noch so großen Entfernung ohne weiteres möglich ist.

Das Verfahren der von der AEG verwendeten Fern meßeinrichtungen besteht darin, daß der Zeigerausschla

...nes beliebigen Meßgerätes durch einen mit gleichbleibender Geschwindigkeit angetriebenen Kontaktarm abgetastet wird und dadurch in einen Meßimpuls verhältnisgleicher Zeitdauer verwandelt wird. Der Kontaktarm macht zunächst an einer Nullmarke Kontakt und schließt dadurch den Signalstromkreis, gibt dann am Zeiger Kontakt und öffnet dadurch den Signalstromkreis, die Einschaltezeit ist also der Meßgröße verhältnisgleich. Die Art der Übertragungsströme ist dabei belanglos, es kann mit Gleichstromimpulsen, Wechselstromimpulsen usw., je nach Lage der Verhältnisse, gearbeitet werden; auch können die für die Fernmessung verwendete Adern gleichzeitig für den Fernsprechverkehr ausgenutzt werden.

Es ist nach diesem Verfahren möglich, eine große Zahl von Meßwerten nacheinander auf derselben Übertragungsleitung zu übermitteln. Besondere Schaltwerke, auf die hier im einzelnen nicht näher eingegangen werden kann, sorgen für die richtige Zuordnung der von den einzelnen Sendegeräten eintreffenden Meßimpulse zu den zugehörigen Empfangsgeräten. Die Schaltung der Verbindungsleitungen zwischen den einzelnen Sendestellen und der oder den Empfangstellen ist ohne Einfluß; so ist es z. B. möglich, die Meßwerte mehrerer in Reihe an derselben Leitung liegenden Sendestellen auf nur einer Leitung zu einer gemeinsamen Empfangstelle zu übertragen. Auch das Zusammenzählen gleichzeitiger Meßgrößen, z. B. von Gasmengen, ist möglich, auch wenn diese Meßangaben zeitlich nacheinander von verschiedenen Sendestellen eintreffen.

Infolge der Möglichkeit, dieselben Übertragungsleitungen vielfach auszunutzen, werden die Anlagekosten für die Fernmeßanlage wesentlich herabgesetzt; es wird dadurch erst die wünschenswerte zentrale Überwachung großer Ferngasnetze praktisch ermöglicht.

Zusammenfassung

Die Ausführungen geben nur einen kleinen Ausschnitt aus einer Reihe von Fragen technischer Art, wie sie durch den außerordentlich kräftigen Aufschwung der Gasfortleitung auf größere Entfernungen aufgeworfen worden sind. U. a. sind noch die besonderen Aufbereitverfahren des Steinkohlengases für die Fernleitung, wie wirtschaftliche Reinigung großer Gasmengen von Schwefelwasserstoff, Trocknung des Gases, Befreiung von Naphthalin, Einstellung des Heizwertes und spezifisches Gewicht von besonderer Bedeutung[10]). Zusammenfassend kann gesagt werden, daß es gelungen ist, in ganz kurzer Zeit eine große Zahl der mit der Gasfernleitung zusammenhängenden Fragen zu klären. Im Laufe der Entwicklung der Gasfernleitung wird die Technik auch sicher noch vor weitere Aufgaben gestellt werden. Es ist jedoch zu erwarten, daß auch diese, zumal sie nur noch von untergeordneter Bedeutung sein können, schnell und sicher gelöst werden.

[B 2726]

[10]) Vergl. *Pott* a. a. O.

Die Wanderausstellung „Technik im Heim“

Im Vorjahre war in München zum ersten Male der Versuch gemacht worden, die vielfachen Möglichkeiten einer Bessergestaltung des Haushalts durch Ausnutzung der Errungenschaften neuzeitlicher Technik und der Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung im Rahmen einer großen Ausstellung „Heim und Technik“ der Allgemeinheit nahezubringen. Gerade eine derartige Ausstellung, deren Gegenstand sich so unmittelbar an die weitesten Kreise der Bevölkerung wendet, wird ihre Aufgabe erst dann voll erfüllen, wenn sie die Anteilnahme an den Fragen, denen sie gewidmet ist, auch über die Dauer der Veranstaltung hinaus wachzuhalten weiß.

In klarer Erkenntnis der Notwendigkeit, die so zwischen Ingenieuren und Hausfrauen geschaffene Verbindung zu festigen, hat sich der Verein deutscher Ingenieure mit dem Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, der Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen, dem Reichsverband deutscher Hausfrauenvereine, dem Reichsverband landwirtschaftlicher Hausfrauenvereine, dem Deutschen Normenausschuß, dem Reichsverein Volksernährung, dem Lette-Verein und der Stadt Essen zur Veranstaltung einer Wanderausstellung „Technik im Heim“ zusammengeschlossen. Sie wurde am ... April in Essen zum ersten Male der Öffentlichkeit zugänglich gemacht und wird in der Folgezeit eine Reihe von deutschen Städten besuchen, um so das Wissen um die vielseitigen Einflußmöglichkeiten der Technik auf die Hebung der Wirtschaftlichkeit und Behaglichkeit im Haushalt in alle Kreise zu tragen. Die Form der Wanderausstellung gestattet es, ihren Wirkungsbereich beliebig zu erweitern.

Die Veranstaltung hat ganz unverkennbar ihre eigene Prägung. Sie verzichtet bewußt darauf, den Besucher durch ein Übermaß des Gebotenen zu belasten. Durch Beschränkung auf wenige, aber sorgfältig ausgewählte und überzeugende Anwendungsbeispiele aus dem weiten Gebiet der Hauswirtschaftstechnik vermag sie ihrer großen erzieherischen Aufgabe weit besser gerecht zu werden als durch eine messeartige Anhäufung von Gegenständen. Sie ist in fast allem, was sie zeigt, abgestellt auf die Kreise der Bevölkerung, denen die Technik ein Mittel an die Hand geben soll, den Haushalt nicht allein zu vereinfachen, sondern vor allem zu verbilligen.

Aus diesem Grunde redet die Ausstellung der Einführung neuer Apparate und maschineller Einrichtungen in den Haushalt keineswegs bedingungslos das Wort. Sie zeigt vielmehr, wie die Wirkung der bereits vorhandenen technischen Hilfsmittel durch zweckmäßigere Handhabung zu steigern ist, und veranschaulicht, daß sich allein schon die geistige Vertiefung in die Theorie gewisser physikalischer Vorgänge und Zusammenhänge in der Praxis der Haushaltführung durch eine Steigerung des Nutzeffektes rasch bezahlt machen kann. So verstanden, bedeutet Technik im Heim nicht so sehr die Werbung für technische Erzeugnisse, als das Bekenntnis zu technischer Betrachtungsweise. Die Hausfrauen zu veranlassen, auch die seit langem gewohnten Verrichtungen im Haushalt nach technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten auf ihre Zweckmäßigkeit hin zu überprüfen, und sie davon zu überzeugen, daß ingenieurmäßiges Denken mit den Forderungen der Hauswirtschaft wohl vereinbar sei: dies ist das große Ziel der Veranstaltung.

Die belehrende Einführung am Beginn jeder Abteilung bringt bereits eindeutig die Absicht der Ausstellungsleitung zum Ausdruck, die Schau in erster Linie zu einer Schule für die Hausfrau zu gestalten. Die Gliederung im einzelnen folgt den Hauptanwendungsgebieten der Hauswirtschaftstechnik selbst. Die Ausstellung umfaßt die Abteilungen Beleuchtung, Heizung, Lebensmittel und deren Erhaltung, Küchengeräte, Kocher und Herde, eingerichtete Küchen, Waschen, Reinigen, Baden, Belehrung, Hausfleiß und Unterhaltung, Haus und Wohnung. Die Einteilung läßt erkennen, daß man sich keineswegs darauf beschränken will, nur die vielen Möglichkeiten für die Einführung maschineller Einrichtungen im Haushalt zu zeigen; auch die Technik der Ernährung ist in den Kreis des Gebotenen einbezogen.

Gerade in denjenigen Darstellungen, die in der lehrhaften Form von Modellen, Wandtafeln und Statistiken die großen Zusammenhänge zwischen Hauswirtschaft und Volkswirtschaft, zwischen Energieaufwand und -bedarf veranschaulichen, die in Gegenüberstellungen von Falsch und Richtig unmittelbar zu verwertende praktische Hinweise auf zweckmäßige Benutzung technischer Einrichtungen geben, oder in solchen, die einen klaren Einblick in die physiologischen Vorgänge innerhalb des menschlichen Körpers vermitteln, bietet sich dem Besucher ein einzigartiger Anschauungsstoff von hohem Wert. Überall dort aber, wo Haushaltgeräte und -maschinen selbst vorgeführt werden, ist dafür Sorge getragen, daß jede Gattung nur durch ein Muster vertreten ist, das den Anforderungen der Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit auch wirklich in weitgehendem Maße genügt.

Wer offenen Auges durch die Ausstellung geht, kann mannigfache Anregungen aus ihr mitnehmen. Die Leiter der Veranstaltung haben das ihrige getan, den Besuchern ein möglichst abgerundetes Bild von den bisherigen Ergebnissen der gemeinsamen Arbeit von Ingenieuren und Hausfrauen zu vermitteln und den Einblick in das umfassende Gebiet neuzeitlicher Hauswirtschafts- und Ernährungstechnik zu erleichtern. An den Besuchern selbst, in erster Linie den Hausfrauen, wird es liegen, den reichen Wissensstoff, den ihnen die Ausstellung liefert, im eigenen Heim zu nutzen und auf diese Weise nicht nur sich selbst, sondern auch der Allgemeinheit einen wertvollen Dienst zu erweisen.

Berlin [N 2881] *Landsberg*

Der gegenwärtige Stand der Kohlenschwelung in Deutschland

Von Dr.-phil. R. HEINZE und Dr.-Ing. E. h. A. THAU, Halle a. S.

Begriff und Zweck der Schwelung von Stein- und Braunkohle — Wandlung im Verl der Zeit — Schwelöfen für Steinkohle: Drehrohr- und Rundzellenöfen — Englis und amerikanische Schwelverfahren für Steinkohlen — Aussichten der Ste kohlenschwelung in Deutschland — Braunkohlenschwelöfen mit Außenbeheizu Rolle, Honigmann-Bartling, Geißen. Spülgasöfen für Braunkohle: Lurgi, Seid schnur, Deutsche Erdöl-A.-G. — Wirtschaftsfragen — Verwendung von Bra kohlenschwelkoks — Feuerungen für Braunkohlenkoks — Brikettierung.

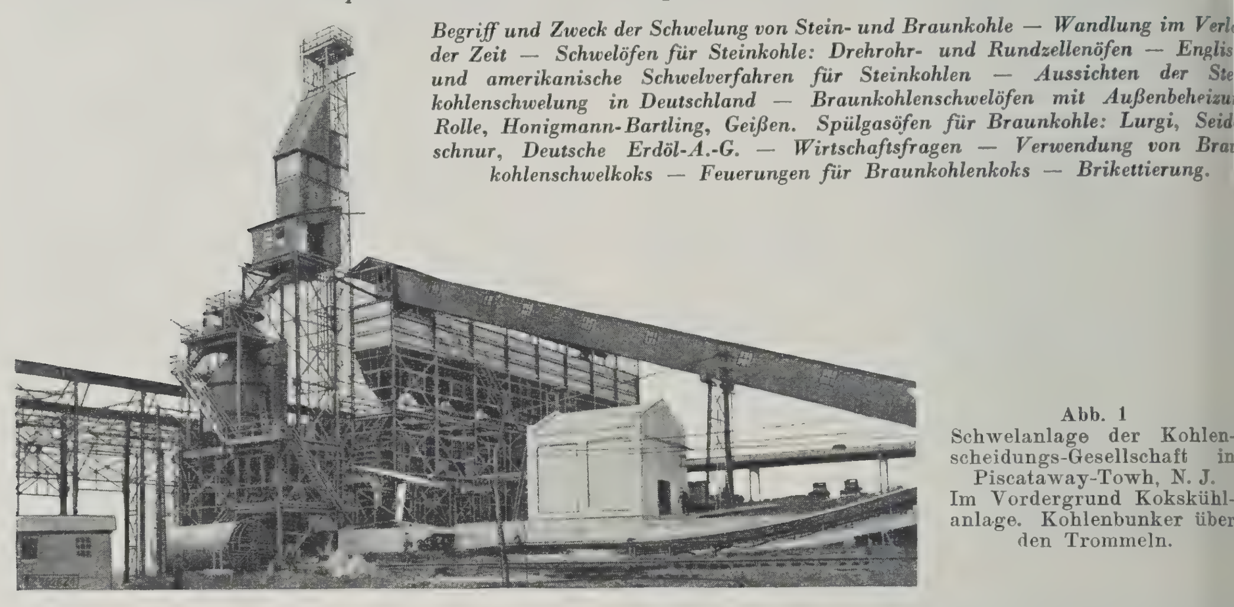


Abb. 1
Schwelanlage der Kohlen-scheidungs-Gesellschaft in Piscataway-Towh, N. J. Im Vordergrund Kokskühl-anlage. Kohlenbunker über den Trommeln.

Kein andrer Industriezweig hat während seiner Entwicklungsdauer so viele Wandlungen durchgemacht wie die kurz als Schwelung bezeichnete Destillation der Kohle bei tiefer Temperatur, d. h. bei einer Temperatur, die beträchtlich unter der in Koksöfen und Gasretorten angewendeten liegt. Diese Wandlungen beziehen sich nicht nur auf wirtschaftliche Anschauungen, sondern auch in technischer Beziehung haben die Fachleute ihre Ansicht oft ändern müssen, worauf in folgendem kurz eingegangen werden soll.

Zweck der Schwelung

Der Zweck der Schwelung hat sich im Laufe der Zeiten verschieden gewandelt. Als *Parker* Ende der 90er Jahre die ersten Anregungen gab, unter Anwendung niedriger Temperatur bei der Entgasung von Steinkohle einen teerfreien und daher bei der Verbrennung nicht mehr rauchenden, leicht entzündlichen Brennstoff zu erzeugen, bestand die mitteldeutsche Braunkohlen-Schwelindustrie bereits seit fast einem halben Jahrhundert. Die Wege beider Schwelindustrien mußten aber mit Rücksicht auf die verschiedene Beschaffenheit beider Ausgangskohlen so andersartig sein, daß sie nicht von einander lernen konnten; auch in neuerer Zeit sind die oft wiederholten Versuche, auf gleichen Wegen mit gleichen technischen Mitteln beide Kohlenarten behandeln zu wollen, häufig ergebnislos verlaufen.

Der Anfang der Braunkohlenschwelerei ging von den Bestrebungen aus, über den Braunkohlenteer Öle und Paraffine zu gewinnen, wobei der Koks zunächst als lästiger Abfallstoff auf Halden verbrannte. Eine Wirtschaftlichkeit der Betriebe war unter diesen Umständen nur so lange gewährleistet, wie man über Schwelkohlen verfügte, deren hoher Teergehalt Ausbeuten ermöglichte, die uns heute fast sagenhaft erscheinen.

Da jedoch die Teerpreise damals wie auch heute vom eingeführten Erdöl abhängig sind, ließ sich eine Wirtschaftlichkeit der Braunkohlenschwelereien nur dann aufrechterhalten, wenn sich für den Koks ein lohnender Absatz bot. Diese Bemühungen führten bald zur Entwicklung der heute noch sehr verbreiteten Grudeherde. Es gab dann eine Zeit, in der die Grudekokserzeugung der Nachfrage nicht gerecht zu werden vermochte, und es mag hier die vielfach unbekannte oder in Vergessenheit geratene Tatsache ins Gedächtnis zurückgerufen werden, daß Braunkohlengruben, die auf eine Teererzeugung gar keinen Wert legten, sich genötigt sahen, Schwelereien zu erbauen, um ihren Brikettabnehmern gleichzeitig Grudekoks liefern zu können. Den Vorzug, Grudekoks kaufen zu dürfen, genoß nur der Abnehmer, der sich zur glei zeitigen Abnahme einer entsprechenden Brikettmenge v pflichtete. Diese Verhältnisse haben sich mittlerwe völlig geändert. Aber es ist immerhin bemerkenswe feststellen zu können, daß auch bei der Braunkohle schwelerei eine Zeitlang die Schwelkokserzeugung Endzweck maßgebend und grundlegend war.

Obgleich bei der heutigen Braunkohlenschwelung Erzeugung flüssiger Brennstoffe der Hauptzweck ist, gibt sich eine Betriebswirtschaftlichkeit nur dann, we man es mit einer teerreichen Durchsatzkohle zu tun h und wenn sich der Schwelkoks für den Hausbrand o für industrielle Zwecke zu Preisen absetzen lä die seiner Bewertung als heizkräftiger Brennstoff e sprechen. Auf die dadurch notwendigen, vom bisherig abweichenden Betriebsbedingungen wird weiter unten no zurückzukommen sein. Fest steht jedenfalls, daß die B triebsweise weitaus der Mehrheit aller Braunkohle schwelereien in erster Linie heute noch auf die Erzeugu eines als Hausbrand absetzbaren Schwelkokses eingeste ist, während Teer und Leichtöl als allerdings meist b gehrte Nebenerzeugnisse anfallen. Anders ausgedrüc kann man sagen, daß in betriebstechnischer Hinsicht d Schwelkoks, betriebswirtschaftlich jedoch der Teer neb dem Leichtöl das Haupterzeugnis darstellt.

Bei der in England begründeten Steinkohlenschwele ging man lediglich von dem Zweck aus, einen geeignet Hausbrand zu erzeugen, um die Rauch- und Nebelpla der Großstädte zu mildern. Als hierfür geeigneter Bren stoff lag und liegt zwar der Gaskoks vor, jedoch ist zufolge seiner Graphithaut zu schwer entzündlich, um den offenen, ohne Zug brennenden Kaminfeuern der en lischen Haushaltungen verwendet werden zu können. D Kaminfeuer stellt, solange es mit Kohle beschickt ist, i sofern einen Gaserzeuger dar, als die auf das Glutb gelegte Kohle zunächst entgast und schließlich verga wird, so daß Gase und Teerdämpfe unverbrannt und unt Mitführung feiner Kohlenstaubteilchen durch den Scho stein entweichen, bis durch Randfeuer oder ein nach ob erfolgendes Durchbrennen des Glutbettes das noch v handene entweichende Gas zur Entzündung gebracht wi

Die Steinkohlenschwelerei verfolgte daher den Zwec einen diesen Umständen der Verbrennung Rechnu tragenden Brennstoff zu erzeugen. Da hierfür ein ga gewaltiger Bedarf vorliegt, hat sich die Schwelereitechn gerade in England besonders entwickelt. In den Versuch anlagen, die dort z. Z. betrieben werden, sind riesi Kapitalien angelegt worden, während die Zahl der a

›se Verfahren begründeten Gesellschaften und die von ıen ausgegebenen Summen fast märchenhaft erscheinen. ›r wirtschaftliche Erfolg der Steinkohlenschwelung steht ; jetzt allerdings noch aus. Da in Deutschland nur ge-ılossene Herde und Stubenöfen verwendet werden, die rch unmittelbaren Anschluß an die Schornsteine eine große Luftmenge bei so starker Strömungsgeschwindig-it einsaugen, daß die im Feuerbett einer Kohlenfeuerung ıitzte Luft das in der aufgelegten Kohlenschicht ent-:kelte Gas sehr schnell entzündet und auch die Ver-ndung von Gas- oder Zechenkoks ohne weiteres zuläßt, ;tand bei uns nie die dringende Notwendigkeit zur Er-ıgung eines besonderen für Hausbrandzwecke geeigneten ennstoffs, zumindest nicht in dem Maß wie in England. ın verhielt sich daher der Steinkohlenschwelung gegen-›r vollkommen ablehnend oder beachtete sie auf die An-ung von *H. Bunte* hin nur rein wissenschaftlich, e auch die grundlegend gebliebene ausführliche Arbeit ı *Börnstein*[1]) zeigt, die im Laufe der Jahre fast in rgessenheit geraten war.

Als der Weltkrieg Deutschland von der Zufuhr ssiger Brennstoffe abschnitt, wurde die Steinkohlen-welung als eine inländische Ölliefermöglichkeit vor-chlagen; sie wurde zunächst in Urteergaserzeugern an-rendet, auf die weiter unten noch kurz eingegangen rden soll, soweit es sich um die Schwelung von Braun-ıle handelt, wohingegen Urteergaserzeuger für Stein-ıle nur noch vereinzelt im Betrieb sind. Die Ergeb-se befriedigten nicht recht; um höhere Teerausbeute ie eine bessere Beschaffenheit des Schwelteers zu er-chen, wandte man sich dem Schwelofenbau zu. Seine ıktische Verwirklichung fiel schon in die Nachkriegs-: mit den beginnenden Inflationserscheinungen, die die infuhr fast ebenso erschwerten wie früher die Blockade. Neukonstruktionen standen unter dem Zeichen einer hstmöglichen Ölerzeugung. An eine Verwertung des welkokses dachte zunächst niemand, wenngleich *Thau* ı Grund seiner Erfahrungen in England wiederholt dar-ı hinwies, daß der Schwelkoks kein Nebenerzeugnis, son-ı das Haupterzeugnis sei und seine Beschaffenheit ohl als auch die damit zusammenhängende Verwertungs-Absatzmöglichkeit nicht vernachlässigt werden dürfe. jener Zeit hatte sich jedoch die Preisspanne zwischen ‹s und Teer derart außer allem Verhältnis zugun-des letzteren verschoben, daß die auf die Koksbeschaf-ıeit hinzielenden Warnrufe ungehört verhallten, zumal rdies auch noch eine gewisse Knappheit an festen ınnstoffen bestand, die selbst für den Schwelkoks wenn ıh beschränkte Absatzmöglichkeiten schuf. Der ige Brennstoffüberfluß hat freilich hierin wiederum Wandlung geschaffen.

Man kann also mit Recht annehmen, daß trotz der ıassenden, wissenschaftlichen Vorarbeit, die gerade in ›tschland auf diesem Gebiete geleistet wurde, und trotz technischen Höhe des deutschen Maschinenbaues die ıkohlenschwelung von abwegigen Grundlagen ausging; ie wirkten sich in schweren Nackenschlägen aus, zogen erhin jedoch eine Ernüchterung und Gesundung der terentwicklung nach sich, die der Fernstehende leicht Stillstand anzusprechen geneigt ist, die der Fachmann ch als eine natürliche und in gewissem Sinn als erüßende, gesunde Entwicklungsfolge einschätzt.

Die Steinkohlen-Schwelöfen in Deutschland

Wie bereits erwähnt, ist der Zweck der Schwelerei Erzeugung eines verwertbaren Brennstoffs, wohin-en man bei der Errichtung von Schwelereien eine stmögliche Teererzeugung in den Vordergrund stellte. ging zunächst daran, die Kohle bei größten Durch-ten unter einem Mindestaufwand von Handarbeit zu elen und verfiel so auf den Drehofen, den in kleinem stabe bereits *Franz Fischer*[2]) im Kohlenforschungs-ut Mülheim zu Schwelversuchen verwendet hatte; Bauart war als Agglomerier-, Zement- und Trocken-e der Maschinenindustrie seit vielen Jahren wohl be-nt, so daß es nur einiger auf die Entgasung zuge-schnittener Ergänzungen bedurfte, um den Drehofen den Zwecken der Schwelung anzupassen. Es entstanden zunächst zwei verschiedene Bauarten, und zwar der ein großes, glattes Blechrohr darstellende, geneigt verlegte Drehofen nach *N. Young* von Fellner & Ziegler[3]), Frankfurt a. M., sowie der wagerecht verlegte Drehofen nach *Roser*[4]) von Thyssen, Mülheim, die beide in mehreren Anlagen erbaut wurden. Die Einzelheiten beider Bauarten sind im Schrifttum oft behandelt worden. Diese Schwelanlagen vermochten jedoch infolge der ungünstigen Beschaffenheit und der dadurch hervorgerufenen mangelnden Absatzfähigkeit des Schwelkokses ihre Wirtschaftlichkeit nicht zu behaupten und wurden daher niedergerissen. Ein stehender Drehofen von der Maschinenfabrik Meguin[5]), Butzbach, als Versuchsanlage in Butzbach erbaut, kam überhaupt nicht zur Einführung in den praktischen Betrieb.

Diese Krisis der deutschen Steinkohlenschwelindustrie überlebte allein der geneigte Doppeldrehofen[6]) der Kohlenscheidungs-Gesellschaft, Berlin, der erstmalig auf der Zeche Mathias Stinnes I—II, Karnap bei Essen, erbaut wurde und heute noch als einziger Drehschwelofen Deutschlands in Betrieb ist. Der Erfolg dieser Anlage gründet sich neben günstigen örtlichen Bedingungen auf die bereits beim Bau in den Vordergrund gestellten Bemühungen, einen verkäuflichen Stückkoks zu erzeugen. Während der sechs Betriebsjahre, auf die diese Anlage nun zurückblicken kann, hat man unablässig daran gearbeitet, die Koksbeschaffenheit zu verbessern und dadurch die Wirtschaftlichkeit zu heben. Der Erfolg ist insofern nicht ausgeblieben, als z. Z. in den Vereinigten Staaten eine Großschwelanlage[7]) für einen Tagesdurchsatz von 650 t in Piscataway, New Jersey, Abb. 1, ihrer Vollendung entgegengeht und die Errichtung einer weiteren Schwelanlage für einen Tagesdurchsatz von 500 t in Coatesville im Staate Pennsylvania in Angriff genommen wird. Auch in England und Frankreich sind Großschwelanlagen nach diesem Verfahren im Bau, während z. Z. noch mit Japan, Australien, Südamerika, Indien und Spanien verhandelt wird. Die die deutschen Verhältnisse kennzeichnende abwartende Haltung im Schwelofenbau verhindert die Errichtung weiterer Schwelöfen dieser Art.

Je mehr sich die Erkenntnis Bahn brach, daß nur die Erzeugung eines stückigen Schwelkokses den wirtschaftlichen Erfolg und damit die Ausbreitung der Steinkohlenschwelerei zu sichern vermag, desto eifriger wurde an der Lösung dieser Frage gearbeitet. In seinem an dieser Stelle bereits beschriebenen Zellenofen mit wagerechter Achse, verband *Dobbelstein*[8]) in sehr sinnreicher Weise die Entgasung und Koksbildung bei ruhender Beschickung in einer ununterbrochenen Betriebsweise. Der Ofen wurde dreimal als betriebsmäßige Einheit ausgeführt, doch starb der Erfinder, ehe die Bauart in allen Teilen voll entwickelt war.

Inzwischen hatte *Plaßmann*[9]) einen ähnlichen Rundzellenofen mit senkrechter Achse erbaut, der bei backender Kohle ebenfalls einen stückigen Schwelkoks liefert. Nachdem an einer bei Duisburg erbauten Versuchseinheit in fast einjährigem Betriebe die nötigen Erfahrungen für den Bau und Betrieb einer solchen Anlage gesammelt worden waren, wurde im vorigen Jahre ein solcher Ofen auf der Zeche Prosper bei Bottrop errichtet, und dieser ist heute noch im Betrieb. Mit diesen beiden in Betrieb befindlichen Schwelöfen, die zusammen nicht viel mehr als 100 t trockene Steinkohle täglich durchsetzen, ist der heutige Stand der Steinkohlenschwelerei in Deutschland gekennzeichnet. Bei oberflächlicher Betrachtung mag dieser Umfang als ein im Vergleich zum Ausland bescheidenes Ergebnis anzusprechen sein. Bei näherem Zusehen wird man aber erkennen müssen, daß die gesunde Entwicklung solcher Verfahren geraume Zeit braucht, wenn man sich vor unange-

[1]) Journ. f. Gasbel. 1906, S. 627.
[2]) Ges. Abh. z. Kenntn. d. Kohle Bd. 1 S. 122; Bd. 3 S. 102 u. 248.
[3]) „Glückauf" Bd. 59 (1923) S. 29.
[4]) *Thau*, Die Schwelung von Braun- u. Steinkohle (Halle 1927, Knapp) S. 334.
[5]) „Entgasen und Vergasen" (Berlin 1926, VDI-Verlag) S. 57 und *Thau* a. a. O. S. 357.
[6]) ebenda S. 36.
[7]) Z. Bd. 73 (1929) S. 106.
[8]) „Entgasen und Vergasen" S. 86; *Thau* a. a. O. S. 399.
[9]) Z. Bd. 71 (1927) S 1783; *Thau* a. a. O. S. 404.

nehmen und kostspieligen Überraschungen sichern will, wie sie die deutsche Steinkohlen-Schwelindustrie, sofern man von einer solchen zu reden berechtigt ist, im Anfang ihrer reichlich überhasteten Entstehung im Übermaß erlebt hat.

Wenn man die Leistungen des Auslandes, wofür nur England und Amerika in Frage kommen, zum Vergleiche heranzieht, um für den deutschen Entwicklungsstand der Steinkohlenschwelerei einen Maßstab zu gewinnen, wird man zugeben müssen, daß die gegenwärtige deutsche Steinkohlenschwelerei von keinem andern Lande in Schatten gestellt wird. Nimmt man zunächst die Entwicklung in England zum Vergleich, so werden wir hier zwar von der Anzahl der verschiedenen Schwelofen-Bauarten bei weitem übertroffen, jedoch sind mehrfach ausgeführte Anlagen der gleichen Bauart dort nicht vorhanden. Am aussichtsreichsten steht immer noch das Coalite-Verfahren[10]), das bis zu seiner heutigen Entwicklung 30 Jahre gebraucht hat und das man sich jetzt bemüht, auch in Deutschland einzuführen.

Ein Vergleich mit amerikanischen Verhältnissen fällt für die letzteren sehr kläglich aus, wenn man die Mißerfolge der mit ungeheuren Mitteln erbauten Carbocoal-Anlage[11]) und der beiden großen von *Ford* erbauten Bleibadöfen[12]) in Betracht zieht, die inzwischen sämtlich abgebrochen wurden. Es mag uns zur Genugtuung gereichen, daß die mit bescheidenen Mitteln in Deutschland entwickelte Schwelanlage der Kohlenscheidungs-Gesellschaft nun in großem Maßstabe sowohl in Amerika als auch in England gebaut wird.

Aussichten für die Steinkohlenschwelung in Deutschland

Aus dem eingangs Gesagten geht hervor, daß bei der Verwendung unserer geschlossenen Stubenöfen und mangels einer Ruß- und Nebelplage die Erzeugung eines rauchfrei brennenden Hausbrandes nicht in dem Maße im Vordergrund steht, wie z. B. in England. Es wäre aber verfehlt, daraus ableiten zu wollen, daß bei uns in Deutschland für die lohnende Verwendung stückigen Schwelkokses keine Gelegenheit vorhanden sei. Bei den verhältnismäßig geringen Anthrazitmengen, über die wir verfügen, ist für einen in gleicher Weise brauchbaren, stückigen Schwelkoks jederzeit ein reichliches Absatzgebiet zu erwarten.

Unter den in Deutschland gegebenen Verhältnissen ist man gezwungen, die Aufgaben der Steinkohlenschwelerei vom andern Ende anzufassen und sie als ein Veredelungsverfahren von solchen Steinkohlen zu betrachten, die im Handel schwer oder nicht zu lohnenden Preisen unterzubringen sind. Dahin gehören alle backenden Kohlen, die sich zur Verarbeitung in Koksöfen nicht eignen, im besonderen aber der bei der Trockenaufbereitung der Kohle abgesaugte Kohlenstaub, sofern er eine genügende Backfähigkeit besitzt, um eine Stückkoksbildung beim Schwelen voraussetzen zu können. Die Verwendung stückigen Schwelkokses in Gaserzeugern ist zu oft erörtert worden, so daß sie hier lediglich erwähnt zu werden braucht.

Die Verwendung des feinen Schwelkoksanfalles in gemahlenem Zustande für Brennstaubfeuerungen hat nicht den erwarteten Erfolg gehabt. Wäre gemahlener Schwelkoks in gleichem Maße wie Kohlenstaub zur Brennstaubfeuerung geeignet, so hätten sich die Wege der Steinkohlenschwelung sehr leicht und ohne jede Schwierigkeit geebnet, weil dann der Schwelofen einfach in den Brennstoffweg zur Staubfeuerung als Erzeuger flüssiger Brennstoffe eingebaut worden wäre. Die zahlreichen, meist recht optimistisch gehaltenen Vorschläge, die in dieser Richtung gemacht wurden, sind inzwischen vollkommen verstummt, und es kommen nur noch Anregungen in dieser Hinsicht zum Vorschein, die darauf hinzielen, bei gleichzeitiger Erzeugung eines stückigen Schwelkokses diesen anschließend auf Wanderrosten zu verfeuern. Da aber ein stückiger Schwelkoks lohnenderen Absatz für sonstige Zwecke findet, haben auch diese Anregungen keine Gegenliebe gefunden. Immerhin sind Anzeichen genug vorhanden, die darauf hinweisen, daß sich die Steinkohlenschwelerei, auf den bisherigen Ergebnissen fußend, z langsam aber in sicherer Weiterentwicklung ausbre wird in dem Maße, wie die Absatzmöglichkeiten für Schwelkoks steigen und so weit man beabsichtigt, eine eignete Steinkohle zu veredeln, für die sonst kein M vorhanden ist.

Braunkohlen-Schwelöfen

Die Entwicklung der Braunkohlenschwelöfen, *Rolle* im Jahre 1871 abschloß, wird als bekannt vorau setzt. Wenn auch dieser Entwicklungsabschluß soweit rückliegt, so konnte doch in den folgenden Jahrzeh nichts grundsätzlich Neues auf diesem Gebiete gescha werden. Erst in der Nachkriegszeit kam man zu dem wußtsein, daß man allzu lange auf den Lorbeeren von *R* ausgeruht hatte und es höchste Zeit sei, an die Entw lung solcher neuer Verfahren heranzugehen, die hö Durchsätze und bessere Teerausbeute und Wärmew schaftlichkeit gewährleisten. Die Lösung dieser A gabe gestaltete sich aber wesentlich schwieriger als ursprünglich angenommen hatte, und die früher wenig achteten Leistungen *Rolles* mußten daher in einem g anderen Lichte erscheinen.

Die umfangreichen Versuche, einen einfachen, große Durchsätze zugeschnittenen, eine hohe Teerausb sicherstellenden Ofen zu entwickeln, sollen hier ü gangen und nur die Bauarten genannt werden, die w lich in den Großbetrieb eingeführt wurden.

Da die Aufgabe, mulmige Rohbraunkohle bei grö Durchsätzen und voller Teerausbeute zu schwelen, a heute noch nicht als vollkommen gelöst zu betrachten soll auf die vorhandenen, die Entwicklung hemmen Schwierigkeiten kurz eingegangen werden. Gegenüber Steinkohle ist die Rohbraunkohle kein einheitlicher I stoff und die physikalische Beschaffenheit der beiden K lenarten ist so verschieden, daß die Schwelöfen diesem I stoff von Fall zu Fall angepaßt werden müssen. Mulm Braunkohle setzt dem Wärmedurchgang große Widerstä entgegen, so daß hohe Temperaturen erforderlich sind, in einer von außen beheizten Retorte eine mehrere Z timeter dicke Kohlenschicht abzuschwelen. Dadurch w der Teer an der Retortenwand teilweise zersetzt und bi neben Gas festen Kohlenstoff, der sich auf dem Koksgef niederschlägt und die Verbrennlichkeit des Kokses be trächtigt.

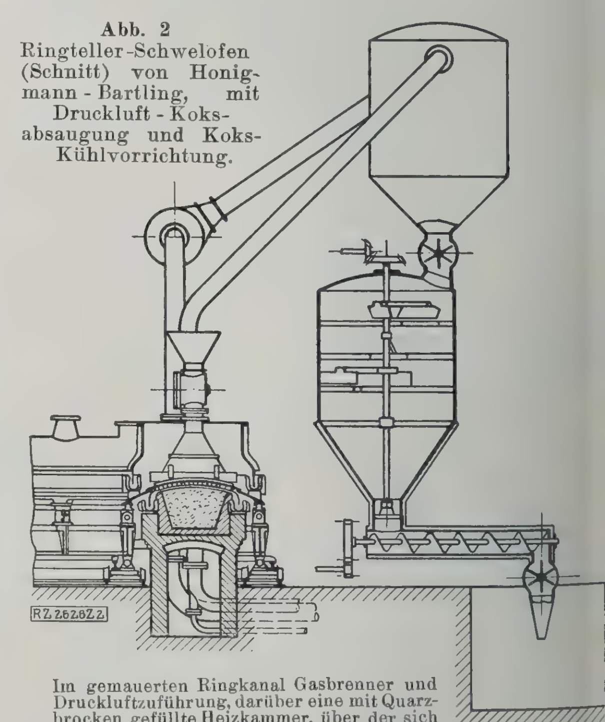


Abb. 2
Ringteller-Schwelofen (Schnitt) von Honigmann-Bartling, mit Druckluft-Koksabsaugung und Koks-Kühlvorrichtung.

Im gemauerten Ringkanal Gasbrenner und Druckluftzuführung, darüber eine mit Quarzbrocken gefüllte Heizkammer, über der sich der auf der Unterseite mit Verstärkungsrippen versehene Drehteller wölbt; seitlicher Abschluß hier sowie bei der über dem Teller befindlichen Gas Sammelhaube durch Ringtassen mit Sand. Hinter dem trichter förmigen Kohleneintrag saugt ein Lüfter (Umlaufgas) den Kok nach einem Zyklonabscheider, der durch Zellenradschleuse de Koks durch einen Tellerkühler in eine Austragschnecke entläß

[10]) Z. Bd. 69 (1925) S. 554; *Thau* a. a. O. S. 266.
[11]) „Brennstoff-Chemie" Bd. 2 (1921) S. 246, *Thau* a. a. O. S. 298.
[12]) „Glückauf" Bd. 61 (1925) S. 825, *Thau* a. a. O. S. 415.

Zur Beseitigung dieses Übelstandes hat man zwei schiedene Wege eingeschlagen. *Honigmann* und *Bart*[13]) in München haben ein Verfahren entwickelt, bei die vorgetrocknete Kohle in einer nur wenige Millier dicken Schicht auf eine von unten beheizte als Drehoder Schüttelrutsche ausgebildete Herdplatte aufgeren und der gebildete Koks mittels Druckluft abgesaugt r mechanisch ausgetragen wird, Abb. 2. Das vielversprende Verfahren hat indessen die Versuchsgrenzen noch t überschritten. Ein andrer Weg bietet sich in der Schwer mit entsprechend aufgeheizten Spülgasen, bei deren wendung der Wärmewiderstand des Schwelgutes weitend dadurch ausgeschaltet ist, daß jedes einzelne Kohlen von heißen Gasen allseitig getroffen wird. Diese fahren boten jedoch bei mulmiger Rohbraunkohle ine ihrer für Spülgas undurchlässigen Schichtung und infolge der auftretenden Staubentwicklung, durch die ein stark verstaubter Teer erzeugt wird, so große Schwierigkeiten, daß ihre Einführung in den Großbetrieb noch aussteht.

[13]) *Thau* a. a. O. S. 680.

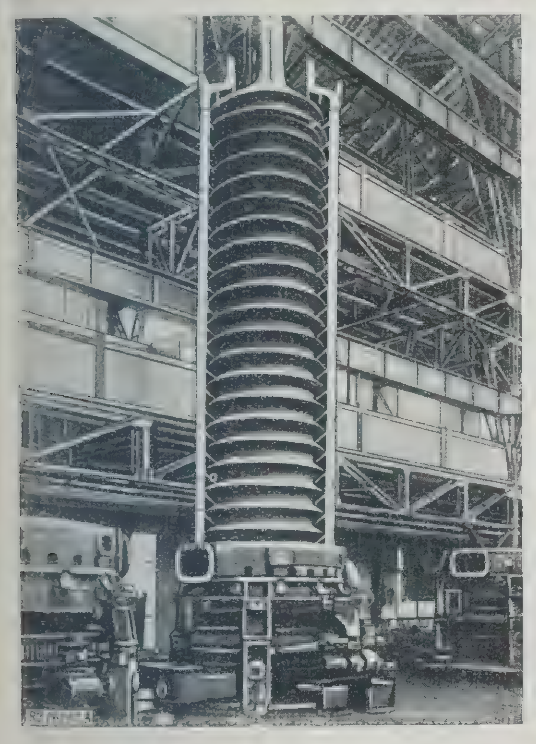


Abb. 3
Geißen-Ofen der Kohlenveredlungs-A.-G., Berlin, im Aufbau.

Eine neue, grundlegende Erkenntnis für den Schwelofenbau verdanken wir *Geißen*[14]), der zuerst darauf hinwies, daß der Schwelofen eine ungeeignete, unwirksame und zu kostspielige Einrichtung sei, um darin stark wasserhaltige Kohle zu trocknen. An die Trommel-, Teller- und Röhrentrockner[15]) reicht in der Leistung und trotz der viel höheren Temperaturen und größeren Wärmemengen die Trockenzone keines von außen beheizten Schwelofens heran. Nachdem auch die althergebrachte Überlieferung, daß der Wasserdampf im Schwelofen erforderlich sei, um die gebildeten Teerdämpfe vor Zersetzung zu schützen, den Erkenntnissen neuerer Forschung nicht standhalten konnte, schritt *Geißen* mit gutem Erfolg dazu, die Trocknung und Schwelung räumlich zu trennen, d. h. die Kohle wird in einer der bekannten Trockenvorrichtungen von der Hauptmenge des Wassers befreit und gelangt dann in den ausschließlich Schwelarbeit leistenden Ofen, dessen Durchsatz dadurch wesentlich erhöht wird, wobei außerdem die Kohle bei ihrer Wanderung durch den senkrechten Ofen von oben nach unten ständig bewegt wird und den beheizten Wänden immer neue Berührungsflächen bietet, Abb. 3 und 4. Da der von *Geißen* entworfene und in mehr als 30 Einheiten erbaute Schwelofen nicht für den Durchsatz von Rohbraunkohle zugeschnitten ist, liegen keine Vergleichswerte vor, um die durch die getrennte Trocknung verursachte Leistungsteigerung einschätzen zu können. Inzwischen hat aber *Bube*[16]) mehrere Rolleöfen mit einer Vortrocknung durch eine Büttnertrommel ausgerüstet, wobei es im Dauerbetriebe gelang, die tägliche Ofenleistung von 4 bis 5 t Rohbraunkohle ohne Verminderung der Ausbeute um das 2,5- bis 3fache[17]) zu steigern.

Während sich der Ofen von *Geißen*, der von der Firma Kohlenveredelung A.-G., Berlin, gebaut wird, hauptsächlich zum Durchsatz knorpeliger Kohle eignet, aus der der feinste Puderstaub nach der Trocknung entfernt wird, hat die Maschinenfabrik Sauerbrey, Staßfurt[18]), einen Trommelschweler entwickelt, der vorzugsweise auf den Durchsatz staubförmiger Schwelkohle zugeschnitten ist und an zwei Stellen erfolgreich arbeitet. Der erste Großofen dieser Bauart wurde zwecks guter Wärmeausnutzung mit vier Walzen ausgerüstet; in den

[14]) Z. Bd. 70 (1926) S. 219; *Thau* a. a. O. S. 148; *Heinze*, Über den gegenwärtigen Stand der Kohlenschwelung in Deutschland, Vortrag auf der Teilkonferenz der Weltkraft-Konferenz, London 1928, S. 17.
[15]) *Thau* a. a. O. S. 152 und 158.
[16]) Z. Bd. 72 (1928) S. 963.
[17]) „Braunkohle" Bd. 27 (1928) S. 718.
[18]) *Thau* a. a. O. S. 146.



Abb. 4
Groß-Schwelerei Gölzau. In diesem Werk sind acht Geißen-Öfen im Betrieb.

beiden oberen werden die Kohlen getrocknet. Auch hier hat man inzwischen eingesehen, daß es billiger ist und die Betriebsweise vereinfacht, wenn man sich mit zwei Schwelwalzen begnügt, die noch heißen Abgase in einer Trockenvorrichtung üblicher Bauart ausnutzt und den Ofen mit getrockneter Kohle beschickt. Eine zweite Einheit wurde daher nur mit zwei Schwelwalzen ausgestattet und hat sich durchaus bewährt. Bei dieser Bauart handelt es sich um den einzigen in den Großbetrieb eingeführten Schwelofen, der ausgesprochen staubförmige Kohle durchsetzt.

Neuere Entwicklung

Die neuere Entwicklung der Schwelöfen mit Außenbeheizung, soweit sie der Bearbeitung von Braunkohle dienen und in den Großbetrieb eingeführt sind, beschränkt sich auf die beiden genannten Ofenbauarten, wobei der in der Braunkohlenschwelindustrie heute noch am meisten vertretene Rolleofen außer Betracht bleiben soll, wie auch die in den letzten Jahren wiederholt gemachten Versuche, seine Leistung zu steigern. Zwar kann dadurch die Leistung bestehender Rolleschwelereien meist nur in geringem Maße gesteigert und verbessert werden, doch läßt sich die Tatsache nicht leugnen, daß der Rolleofen heute eine überlebte Bauart darstellt, die unter den jetzigen Verhältnissen bei Neubauten eine Wirtschaftlichkeit nicht mehr gewährleistet.

Von den Spülgasöfen sind drei verschiedene Bauarten in den Großbetrieb eingeführt; einer davon dient zum Durchsatz von Knorpelkohle, aus der feinster Staub entfernt ist, ein andrer zur Verarbeitung von abgesiebtem Mulm, während das dritte, älteste Verfahren, gewöhnliche Braunkohlenbriketts verarbeitet. Die erste Bauart ist im Lurgi-Schwelverfahren[19]) verwirklicht; eine Einheit ist seit zwei Jahren im Betrieb mit einem täglichen Durchsatz von 120 t Rohkohle, aus der die feinen Anteile entfernt sind. Im Gegensatz zur Schwelung mit Außenbeheizung läßt sich mit der Spülgasschwelung die Trocknung der Kohle in einer besonderen Zone der gleichen Einheit ohne weiteres verbinden, wodurch die Wärmewirtschaft des ganzen Verfahrens verbessert wird. Anlagen dieser Art, von denen nur eine in Deutschland auf der Grube Archibald des Kaliwerkes Westeregeln bei Magdeburg erbaut wurde, haben an mehreren Stellen des Auslandes erfolgreichen Eingang gefunden. Inzwischen ist die Anwendung des Lurgi-Verfahrens versuchsweise und, wie verlautet, mit Erfolg, auch auf den Durchsatz mulmiger Rohbraunkohle ausgedehnt worden, die wie bei den im folgenden beschriebenen Verfahren in einer Walzenpresse zu Eierbriketts verpreßt und dann ohne weiteres in einem Arbeitsgange getrocknet und verschwelt wird.

Nachdem *Seidenschnur*[20]) sein Spülgasschwelverfahren in Freiberg i. Sa. entwickelt und dabei erkannt hatte, daß die gleichmäßige Durchdringung mulmiger Kohle mit Spülgasen in dicken Lagen nicht möglich sei, andrerseits aber ein besonderes Bedürfnis für die Verarbeitung von mulmiger Braunkohle vorliegt, wurde dieses Verfahren insofern ergänzt[21]), als die rohe, mulmige Kohle in einer Walzenpresse zu Formlingen verpreßt wird, die dann auf einen ganz langsam bewegten Bandtrockner gelangen, der sie nach Absiebung zerfallener Preßlinge in den von Spülgasen durchströmten Schwelschacht befördert. Aus diesem wird unten der verhältnismäßig grobkörnige, leichtentzündliche Sc koks durch eine mechanisch betätigte Schleuse a tragen. Die nach Abschluß der in Freiberg dur führten Versuche auf der Grube Harbke im Magde Braunschweiger Braunkohlenrevier erbaute Sc anlage, ist seit etwa Jahresfrist mit guten Ergebn in Betrieb und setzt täglich 100 t Rohbraunkohle d

Das älteste während des Krieges entstandene fahren der Deutschen Erdöl-A.-G. (Dea), Berlin, in Großanlagen Rositz und Regis im Altenburger R verwirklicht, hat eine eigenartige Entwicklung h sich. Als man während des Krieges auf der in Lütz dorf im Geiseltal erbauten, großen, heute jedoch ni gerissenen Gaserzeugungs- und Teer-Destillationsa zu der recht kostspieligen Erkenntnis gekommen daß sich die dortige Rohbraunkohle im Groß-Gaserze unter Teergewinnung nicht durchsetzen lasse, ric die Dea ihre oben erwähnten Generatorenanlagen zu zeugung von Gas und Teer für den Durchsatz übli Braunkohlenbriketts ein[22]). Da aber die Leistung d die Abgabemöglichkeit des Generatorgases nicht e terungsfähig war, ging man später dazu über, einen des Grudekokses mittels mechanisch bewegter Kr durch seitliche Öffnungen im Gaserzeuger zwis Schwel- und Vergasungszone herauszuziehen[23]); d Koks findet unter dem Namen Briko-Koks als Hausb in Grudeöfen guten Absatz. Inzwischen ist man w dazu übergegangen, in mehreren zu Spülgasöfen[24]) gebauten Gaserzeugern auf die Teilvergasung gan verzichten und sie lediglich als Teer- und Kokserze zu verwenden, Abb. 5 und 6. Im übrigen hat die an technisch nicht schwierige, in wirtschaftlicher Hinsich umstrittene Schwelung von Braunkohlenbriketts keine N ahmer gefunden. Sofern es sich dabei jedoch gleichz um eine vollkommene oder teilweise Vergasung der ketts handelt, wird die Wirtschaftlichkeit durch Ammoniakgewinnung beträchtlich gehoben, die bei reinen Brikettschwelung nicht lohnend ist.

Eine ganze Anzahl weiterer Verfahren, die Schwelung der Braunkohle vorgeschlagen worden müssen in diesem Zusammenhange ausscheiden, weil den Versuchszustand noch nicht überschritten haben daher zur Kennzeichnung des gegenwärtigen Entw lungstandes nicht herangezogen werden können. Hi gehören neben den bereits erwähnten Bauarten *Honigmann* und *Bartling* der Ofen von *Heller-Bama* *Limberg*[26]), *Streppel*[27]) u. a., über deren Aussic auf eine Einführung in den Großbetrieb bestimmte gaben noch nicht gemacht werden können. Die wicklung auf diesem Gebiete wäre sicherlich noch

[19]) „Entgasen und Vergasen" S. 53, Z. Bd. 73 (1929) S. 229, *Thau* a. a. O. S. 195.
[20]) „Entgasen und Vergasen" S. 82, *Thau* a. a. O. S. 200.
[21]) *Thau* a. a. O. S. 651.

[22]) *Thau* a. a. O. S. 234.
[23]) *Thau* a. a. O. S. 235.
[24]) *Thau* a. a. O. S. 237.
[25]) *Heinze* a. a. O. S. 22.
[26]) *Thau* a. a. O. S. 189.
[27]) *Thau* a. a. O. S. 133.

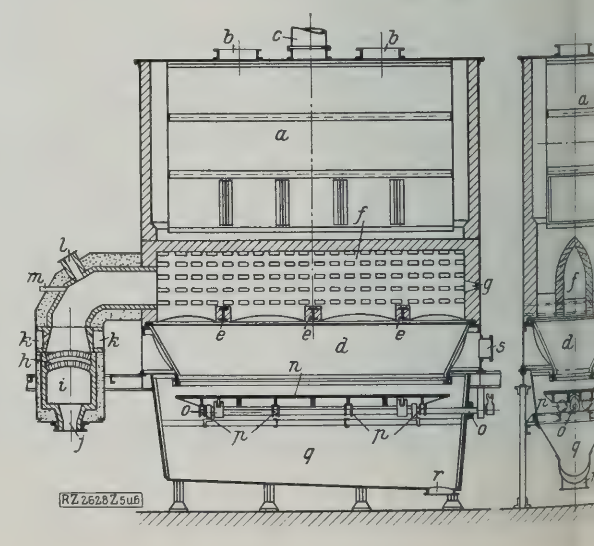


Abb. 5 und 6
Spülgas-Schwelofen für Briketts der Deutschen Erdöl A.-G.

a Schwelglocke
b Beschicköffnungen
c Gas-Abgang
d Korbrost
e T-Träger für
f gemauerte Gasverteilkammer
g Schauloch
h Feuerfestes Gewölbe
i Verbrennungsofen
k Zutritt für entteertes Spülgas
l Öffnung zum Anzünden des Gases
m Schauloch
n Schiebetisch für Koksaustrag
o Nockenwelle
p Tragrollen
q Sammelbehälter für Koks
r Austragvorrichtung für Koks
s Lufteintritt (abgeflanscht)

…er fortgeschritten, wenn nicht die praktische Ver-…lichung solcher Verfahren vom zeichnerischen Ent-…f bis zur Großbetriebseinheit mit kaum erschwing-…n Kosten verknüpft wäre, vor denen die Industrie …t zurückschreckt.

Wirtschaftsfragen

Die Schwelung der Braunkohle ist im Vergleich zur …ettierung ein viel wirtschaftlicheres Veredelungs-…ahren, sofern der Teergehalt der Rohkohle über-…t eine Schwelwürdigkeit voraussetzen läßt. In …her Weise ist der Gestehungspreis der Rohkohle in …acht zu ziehen, aber er scheidet bei einem Vergleich …der Brikettierung ebenso aus, wie der Kapitaldienst, …sich in beiden Fällen fast gleich stellen dürfte, sofern …ich um neu zu erbauende Anlagen handelt. Wenn … auch dort, wo schwelwürdige Braunkohle vorhanden …z. Z. mehr brikettiert als geschwelt wird, so ist das … allem darauf zurückzuführen, daß das Braunkohlen-…ett viel leichter Absatz findet als große Mengen … Schwelkoks. Die Absatzfrage für den anfallenden …velkoks, dessen Menge, auf die Rohkohle bezogen, …is 33 vH beträgt, ist bei weitem noch nicht endgültig …st. Dadurch sind der Weiterentwicklung der …nkohlenschwelung gewisse Grenzen gezogen. Man …bisher davon ausgegangen, daß zur Erzielung der …tschaftlichkeit einer Rolle-Ofenschwelerei der für … Schwelkoks erzielte Preis mindestens die durch-…tzte Rohkohle bezahlen muß, wenn sie 4 bis 5 vH …rünglichen Teergehalt aufweist, von denen betrieb-… jedoch nur 65 bis 70 vH gewonnen werden; Teer und …htöl haben demnach die sonstigen Kosten für Löhne, …rfeuerung, Instandhaltung, Kapitaldienst usw. zu …en, so daß der hier erzielte Überschuß den Gewinn dar-…n muß. Bei einem Einstandspreis der Rohkohle von …/t und bei 33 vH Koksausbeute könnte unter diesen …tänden der Koks nicht unter 9 RM/t abgegeben wer-… Ein solcher Preis ist beim Absatz als Hausbrand … weiteres zu erzielen.

Rosin[28]) setzt den jährlichen Verbrauch an Grude-…l mit 400 000 t ein und erwähnt, daß eine Steigerung …Absatzes unmöglich sei, ja daß sogar mit einem steten …gang im Verbrauch gerechnet werden müsse. Wenn … die gegenwärtig erzeugten Grudekoksmengen die Ab-…möglichkeiten bereits weit übersteigen, so scheint, so-… die Absatzfrage für eine Verwendung in der Groß-…dstrie nicht in irgendeiner Form gelöst wird, die …nkohlenschwelung in ihrer Weiterentwicklung ernst-… gehemmt. Grudekoksbestände in Mitteldeutschland …en heute auf Abruf. Während bei der Steinkohlen-…elung der Koksabsatz durch eine Verbesserung der …haffenheit in unbegrenztem Maße ohne weiteres ver-…ert werden kann, da sich ja der Steinkohlenschwel-… in jedem Ofen und in allen Feuerungen verwenden …ß treffen diese Voraussetzungen für den Braunkohlen-…elkoks nicht zu. Seine Verfeuerung in den Grude-… bindet seinen Absatz zunächst an Haushaltungen und …andwirtschaftsbetriebe, die solche Öfen bereits be-…n. Verbesserungen dieser Öfen werden jedoch den …lekoksverbrauch ebensowenig zu steigern vermögen, …etwa eine Herabsetzung des Preises. Deshalb bleibt …s andres übrig als ein Großabsatzgebiet für Grude-… auf industriellem Gebiete zu suchen. Die in den …n Jahren hierin gemachten Fortschritte waren teil-… erfolgreich, so daß hier kurz darauf eingegangen …en soll, um so mehr, als diese Fortschritte für die …erentwicklung der Braunkohlenschwelerei von aus-…ggebender Bedeutung sind.

Verwendung von Braunkohlenschwelkoks

Zufolge seiner kapillaren, holzkohleähnlichen Struk-… gehört der Braunkohlenschwelkoks zu den Stoffen mit …er Oberfläche; er hat in dieser Beziehung eine große …ichkeit mit aktiver Kohle[29]). Zufolge seiner Absorp-…fähigkeit ist er sehr pyrophor und muß daher zwecks …rloser Verfrachtung und Lagerung unter Verhütung …Selbstentzündung vollkommen in Wasser ertränkt werden, so daß er mit einem Wassergehalt von etwa 20 bis 25 vH anstandslos für Hausbrandzwecke in den Handel kommt.

In der Industrie kann der Braunkohlen-Schwelkoks jedoch nur auf besonderen Rostbauarten als Brennstoff verwendet werden, sowie als Brennstaub, wozu er sich gegenüber dem Steinkohlen-Schwelkoks infolge seiner großoberflächigen Eigenschaften sehr gut eignet, und schließlich in beschränktem Maße auch als Farbkoks zur Herstellung von Schwarzfarben. Besonders für die beiden letztgenannten Zwecke, die eine feine Vermahlung voraussetzen, darf indessen der Wassergehalt des Kokses 5 bis 6 vH nicht übersteigen. Da eine besondere Trocknung des naßgelöschten, 20 bis 25 vH Wasser enthaltenden Kokses zu große Kosten verursacht, ganz abgesehen von der zusätzlichen Leerfracht dieser Wassermengen, sah sich die Braunkohlen-Schwelindustrie vor die Aufgabe gestellt, die Selbstentzündlichkeit des Schwelkokses zu vernichten, um für diese Zwecke einen mahltrocknen Koks liefern zu können.

Von einer besonderen hierfür gebildeten Arbeitsgemeinschaft wurde Prof. Dr. *Rosin*[30]) mit der Lösung dieser schwierigen Aufgabe betraut, die ihm in verhältnismäßig kurzer Zeit glänzend gelang. Erwähnt sei hier nur, daß der den Schwelofen verlassende Koks unter Sättigung mit Luftsauerstoff behandelt wird, wodurch die Neigung zur Selbstentzündung aufgehoben wird. Auf diese Weise inertisierter Koks kann ohne die Gefahr einer Selbstentzündung verfrachtet und vermahlen werden, so daß durch diese Maßnahme das Verwendungsgebiet für Braunkohlenschwelkoks erheblich erweitert wurde.

Die normale Verfeuerung des Braunkohlenschwelkokses ist, abgesehen von höheren Verfrachtungskosten, nicht an einen bestimmten Wassergehalt gebunden; sie erfordert aber bei der Feinkörnigkeit und den sonstigen besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften des Kokses besondere Rostbauarten, um deren Entwicklung man sich besonders in den letzten Jahren erfolgreich bemüht hat. Ohne hier auf Einzelheiten näher einzugehen, sind zu erwähnen der Schirmventilrost der Kohlenveredlungs A.-G., Berlin[31]), der Wanderrost der Vereinigten Kesselwerke, Düsseldorf[32]), sowie die Bauart der Dampfkesselfabrik L. & C. Steinmüller, Gummersbach[33]). Dieser letztgenannte Rost ist mehrfach ausgeführt worden und in dem Kraftwerk Hungen der Frankfurter Gas-Ges., sowie auf dem Kaliwerk Westeregeln erfolgreich im Betrieb, so daß in diesen beiden Fällen die Schwelerei als ein in den Brennstoffweg eingeschaltetes Veredlungsverfahren angesprochen werden kann. Der Schirmventilrost der Kohlenveredlungs-A.-G. bewährt sich mit bestem Erfolg im Kraftwerk Breitungen und auf der Grube Edderitz. Bevor auf Kupplungsmöglichkeiten von Dampferzeugungsanlagen mit Schwelereibetrieben eingegangen wird, soll noch kurz eine andre Verwertungsmöglichkeit des Braunkohlenschwelkokses erwähnt werden, die aber noch in den Entwicklungsanfängen steckt, die Brikettierung des Schwelkokses.

Auf der Schwelerei Nachterstedt bei Aschersleben wurde bereits vor etwa 30 Jahren ein Teil der Grudekokserzeugung mit Sägemehl gemischt und mit eingedickter Zellstofflauge als Bindemittel zu backsteinförmigen Briketts verpreßt, die als verwendbarer Glühstoff vor der allgemeinen Einführung der Dampfheizung in Eisenbahnwagen benutzt wurden. In neuerer Zeit versucht man, den Grudekoks in Gestalt von Briketts in die Haushaltungen einzuführen, da seine Verfeuerung dann nicht mehr an besondere Grudeöfen gebunden ist, sondern der Koks in jedem normalen Heiz- und Kochofen verwendet werden kann. Die naheliegende Verpressung des Kokses mit Pech als Bindemittel ist nicht nur teuer, sondern verursacht auch bei der Verwendung solcher Briketts leicht Schwierigkeiten. Vor ihrer Verwendung in Dauerbrenner-Füllöfen oder in Zentralheizungen bleiben die Briketts oft längere Zeit geschichtet liegen, ehe sie zur Verbrennung kommen, das Pech erweicht, die Preßlinge zerfallen und verhindern den Luftdurchgang, so daß das Feuer verlöscht. Bemerkt

[28]) „Brennstoff-Chemie" Bd. 9 (1928) S. 182.
[29]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1731.

[30]) „Braunkohle" Bd. 27 (1928) S. 727, Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 9 (1928) S. 162 und 170.
[31]) Niederschrift der Schwelausschußsitzung am 30. Nov. 1928 in Halle, S. 1. Vgl. Archiv f. Wärmewirtschaft Bd. 10 (1929) S. 132.
[32]) ebenda S. 2.
[33]) ebenda S. 4.

sei hier, daß die Grudekokserzeugung einer Rolleofenschwelerei in Böhmen unter Pechzusatz auf Eierpreßlinge verarbeitet wird; sie werden zum Anheizen der Staatsbahnlokomotiven verwendet und sollen die Rauchbildung in den innerhalb der Städte gelegenen Lokomotivschuppen einschränken.

Unter Ausschaltung der mit der Pechbrikettierung verbundenen Nachteile hat *Weber*[34]) ein Verfahren angegeben, dessen Ausnutzung die Koks- und Halbkoks-Brikettierungs-G. m. b. H., Berlin, übernommen hat. Nach diesem Verfahren wird der Koks mit einer wässerigen Tonaufschlämmung und mit Zellstofflauge verpreßt, worauf die Eierbriketts in einem Schachtofen der Einwirkung heißer Gase bei 350° ausgesetzt und dadurch gehärtet werden, so daß sie wetterfest und hart zum Versand kommen und auch in der Wärme nicht erweichen oder auseinanderfallen, ehe ihre Verbrennung einsetzt. Das Verfahren wird gegenwärtig auf betriebsmäßiger Grundlage von einer neutralen Arbeitsgemeinschaft auf seine praktische Anwendbarkeit erprobt und in wirtschaftlicher Hinsicht überprüft.

Der Entwicklung der Braukohlenschwelung sind durch die Möglichkeit einer unmittelbaren Kupplung mit Kraftwerken, unter deren Kesseln der anfallende Koks als Staub oder auf besonderen Rosten verbrannt wird, neue Wege geebnet, die bereits an verschiedenen Stellen erfolgreich beschritten worden sind. „Über die Kupplungsmöglichkeiten zwischen Kohlenveredlung und Elektrizitätserzeugung" hat *Rosin*[35]) auf der Teilkonferenz der Weltkraftkonferenz, London 1928, ausführlich berichtet.

Zusammenfassung

Wenn es bei oberflächlicher Betrachtung auch scheinen mag, als sei in den letzten Jahren in der Entwicklung der Kohlenschwelerei Deutschlands ein Stillstand eingetreten, so wird doch mit zäher Energie im stillen daran gearbeitet, die Verfahren in technischer Hinsicht so zu ver kommnen, daß sie in wirtschaftlicher Beziehung best können. Diese Weiterarbeit erstreckt sich in erster I auf eine Durchsatzsteigerung je Ofeneinheit oder andern Worten auf eine Herabsetzung des Kapitaldien je t Durchsatz, da gerade dieser Posten die Wirtschaft keit der Schwelereien entscheidend beeinflußt. Die nische und volkswirtschaftliche Wichtigkeit der Sch industrie geht auch aus der umfassenden Behandlung vor, die sie meist an erster Stelle auf großen technis Tagungen der Welt erfährt. Eine Zeitlang hatte es Anschein, als wolle die Verflüssigung der Kohle[36]) Zwecke der unmittelbaren Gewinnung flüssiger Brenns der Schwelindustrie das Lebenslicht ausblasen, aber Ansichten haben sich als irrig erwiesen. Das Gege ist insofern eingetreten, als die Verflüssigung der K die Entwicklung der Schwelung neu befruchtet hat und sie keineswegs entbehren kann. Diese Zusammenh sind indessen gegenwärtig noch nicht hinreichend klärt, um darüber jetzt schon berichten zu können.

Auf ausführliche beschreibende Wiedergabe besti ter Ofenbauarten wurde in der vorstehenden A verzichtet, da seit den letzten Veröffentlichungen e Neues auf diesem Gebiet nicht vorliegt; es sei daher den Vortrag von *Heinze*[37]) auf der Teilkonferenz der V kraftkonferenz, London 1928, hingewiesen, worin die weise der einzelnen Öfen mehr in den Vordergrund stellt ist. Wenn auch die wenigen bei uns entwickelten schiedenen Verfahren gegenüber der im Ausland du geprobten Anzahl einen bescheidenen Eindruck macher kann man demgegenüber der deutschen Schwelindu die Anerkennung nicht versagen, schrittweise und bewußt vorgegangen zu sein und solche Erfolge bu zu können, die bisher keinem der im Ausland entwick Verfahren beschieden waren. [B 262

[34]) Niederschrift S. 7.
[35]) *Rosin.* Z. Bd. 73 (1929) Nr. 1 S. 9.
[36]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1313 u. f.
[37]) *Heinze* a. a. O. Vergl. auch Dr. *C. H. Lander* und Dr. *Sinnatt:* Low Temperature Carbonisation. Sektion Q, Weltkraftkon 1928, London.

Das neue Entgasungsverfahren beim Städtischen Gaswerk Jena

Mit dem Zwecke der Erhöhung der Gasausbeute unter Beibehaltung des Heizwertes ist beim Städtischen Gaswerk Jena ein neues Entgasungsverfahren ausgebildet worden, das sich im praktischen Betriebe seit längerer Zeit bewährt hat. Die Senkrechtretortenöfen mit je zwölf Retorten von 4 m Länge werden nicht vollständig mit Kohle gefüllt und darüber wird eine mindestens 700 mm hohe Koksschicht von 10 bis 20 mm Stückgröße aufgelagert.

Die Kokssäule soll ein Zusammenbacken der oberen Kohlenschichten und die dadurch bedingte Druckerhöhung in den Retorten zurückhalten und eine schnellere Übertragung der Ofenwärme auf den Retorteninhalt herbeiführen. Weiter werden durch den großen Porenraum und die damit zusammenhängende große Absorptionsfähigkeit des Kokses aus der Kohle aufsteigenden Teerdämpfe abgefangen und zur Gasmehrerzeugung mit Heizwertgewinnung nutzbar gemacht, so daß sich der Mengenanteil der schweren Kohlenwasserstoffe um 23,5 vH erhöht.

Der durchschnittliche CO-Gehalt des Gases beträgt bei dem neuen Verfahren 10,9 vH gegen 7 vH beim alten, der CO_2-Gehalt bei dem neuen Verfahren 3,02 vH gegen 2,74 vH beim alten, der O_2-Gehalt entsprechend 0,9 und 1,4 vH. Während beim alten Verfahren 390 m³ Gas aus 1 t Kohle mit einem Heizwert von 4670 kcal gewonnen wurden, beträgt die Gasausbeute beim neuen Verfahren 475 m³ mit 4600 kcal. Das spezifische Gewicht des Gases ist beim neuen Verfahren etwas niedriger als beim alten. Die Teerausbeute ist geringer. Dies ist auf ein Abfangen der flüchtigen Teerdämpfe durch die aufgelagerte Koksschicht und anschließende, stufenweise Zersetzung in gasförmige Erzeugnisse sowie wahrscheinlich auch auf eine durch katalytische Wirkung erfolgende Anlagerung von Kohlenwasserstoffen an ärmere Gase zurückzuführen. Die Koksausbeute wird beim neuen Verfahren mit 67,3 bis 69,1 vH angegeben[1]).

Der Vorteil des Verfahrens liegt in der bedeutenden Mehrerzeugung an Gas mit gleichem Heizwert aus derselben Menge Kohle. Man hofft bei den neuen Senkrechtkam öfen des Gaswerkes Jena auf 540 bis 560 m³ Gasausb Hieraus ergibt sich eine günstige Beeinflussung der K erzeugung. Ein gewisser Nachteil ist darin zu erblic daß die Ofeneinheit wegen der zusätzlichen Koksschicht solut genommen weniger Gas erzeugt, so daß der Kap dienst für die Öfen ungünstig beeinflußt wird. F [N 2668]

[1]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 71 (1928) S. 1117.

Neues Baseler Gaswerk

Das seit dem Jahre 1860 allmählich weiter ausgeba Gaswerk der Stadt Basel kann aus Platzmangel nicht n vergrößert werden. Im Dezember 1928 hat man aus die Grunde mit dem Neubau eines Gaswerks beim Rheinha Kleinhüningen[1]) begonnen, das vorläufig Anlagen 80 000 m³ Mischgas Tagesleistung umfassen soll. Nach gültigem Ausbau wird das Gaswerk täglich 300 000 m³ abgeben können. Gleichzeitig ist der Ausbau eines zwe Beckens des Baseler Rheinhafens in Angriff genommen, dem die Kohlenlagerplätze des Gaswerks liegen.

Neben dem Gas von 5300 bis 5800 kcal/m³, das im lichen Entgasungsverfahren erzeugt wird, wird mittels Vergasungsverfahrens Wassergas von rd. 2800 kcal/m³ H wert gewonnen. Das abzugebende Heizgas setzt sich 80 vH Steinkohlengas und 20 vH Wassergas zusammen hat rd. 5000 kcal/m³ Heizwert. Sollten aus irgend ei Grunde die Kohlenvorräte gestreckt werden müssen, so w man in der Wassergasanlage gleichzeitig Öl verdampf dann entsteht ölkarburiertes Wassergas von höherem H wert. In den Gaserzeugern gewonnenes Gas mit 1200 kcal Heizwert dient nur zum Heizen der Kammeröfen für Steinkohlengaserzeugung.

Nach den Berechnungsunterlagen sind für 80 000 täglich zu erzeugende Gasmenge 200 t Steinkohlen und Koks (für Wasser- und Generatorgas) erforderlich. Nebenerzeugnisse fallen 150 t Koks, 10 t Rohteer und Gaswasser an. [N 2878] Gi

[1]) Schweizerische Bauzeitung Bd. 93 (1929) Nr. 11 S. 135.

Gasprüfung

Von Dr.-Ing. A. SANDER, Berlin

Bei dem heutigen Mischgasbetrieb der Gaswerke wird auf die gleichmäßige Gasbeschaffenheit der größte Wert gelegt, die Überwachung des Betriebes hat hierbei wichtige Aufgaben zu erfüllen. Infolgedessen werden auch an die Meßgeräte erhöhte Anforderungen gestellt. Die Verfahren der Gasprüfung, die in den letzten Jahren sehr vervollkommnet worden sind, werden ausführlich besprochen.

-er Krieg und die durch ihn bedingte Kohlen- not haben auch den Betrieb der deutschen -swerke stark in Mitleidenschaft gezogen. So - sich denn der Deutsche Verein von Gas- und -sserfachmännern E. V. veranlaßt, im Jahre -1 auf seiner 62. Jahresversammlung in Krumm- -iel für die Gasbeschaffenheit Richtlinien[1]) auf- -ellen. Diese lauten:

„Das von den Gaswerken abzugebende Misch- - soll als normal betrachtet werden, wenn es -n oberen Heizwert von 4000 bis 4300 kcal/m³ -, 760 mm) besitzt. Dieses Mischgas hat sich - alle in Frage kommenden Verbrauchszwecke - gut geeignet erwiesen, wenn entsprechende -passung der Brenner erfolgt und wenn dieser -zwert durch Zusatz brennbarer Gase und nicht -ch übermäßige Beimischung von stickstoff- - kohlensäurereichen Gasen (Rauchgas, Gene- -rgas) erreicht ist.

Das spezifische Gewicht des Mischgases soll - 0,5 nicht überschreiten.

Sowohl für das gekennzeichnete Mischgas als -n für Steinkohlengas sollte nicht über einen -alt von 15 vH an unbrennbaren Gasen hinaus- -angen werden.

Reinheit von Schwefelwasserstoff, Ammoniak - Teer ist unbedingt zu fordern.

Unerläßlich ist vor allem, daß jedes Gaswerk -ernde Gleichmäßigkeit seines Gases in bezug auf -zwert, spezifisches Gewicht und Druck anstrebt.

Die dringend notwendigen Fortschritte in der kon- -ktiven Anpassung der Gasverbrauchapparate können -r nur erreicht werden, wenn die Gaswerke so bald als -lich e n t w e d e r Mischgas o d e r Steinkohlengas -n gekennzeichneter Art abgeben."

Die Richtlinien, die sich auch nach Überwindung der -lennot als technisch und wirtschaftlich richtig er- -iesen haben und deshalb auf der 66. Jahresversammlung -e Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern -.V. im Jahre 1925[2]) zur Norm erhoben wurden, ent- -en auch bereits die Grundlagen dafür, in welcher -itung man das Gas prüfen muß. Hierbei ist zu unter- -iden zwischen der p h y s i k a l i s c h e n Gasprüfung, -die Bestimmung des Heizwertes und des spezifischen -ichtes sowie die Druckmessung umfaßt, und der -m i s c h e n Gasprüfung, die zur Ermittlung der im - enthaltenen unbrennbaren Bestandteile sowie zum -weis von Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Teer -t. Die zur Ausführung der vorgenannten Unter- -ungen in neuzeitlich eingerichteten Gaswerken be- -uten Geräte und Verfahren sollen hier kurz erläutert -den, soweit sie für die Prüfung des fertig gereinigten -es, des Stadtgases, in Betracht kommen.

Bestimmung des Gasheizwertes

Obwohl sich der Heizwert aus der Gasanalyse mit ziem- -c hoher Genauigkeit berechnen läßt, bevorzugt man im -eiebe, namentlich wegen der rascheren Ausführbarkeit, -ie Heizwertbestimmung durch Versuch. Das im -a-e 1892 von Professor *Junkers*[3]) konstruierte Gas- -a-rimeter war fast drei Jahrzehnte lang das einzige -u-rlässige Gerät für diesen Zweck und hat daher -ol in sämtlichen Betrieben, die brennbare Gase erzeu-

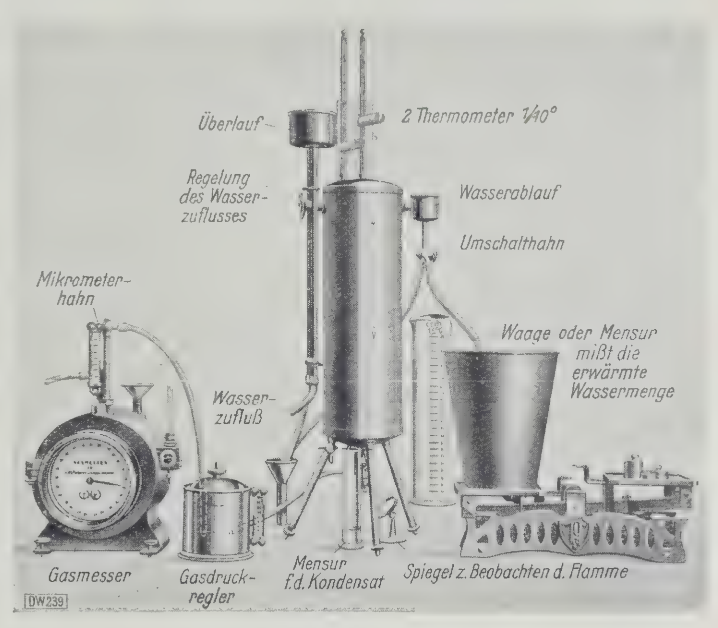


Abb. 1. Junkers-Handkalorimeter.

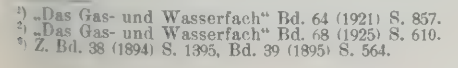
gen oder verwenden, Eingang gefunden. In seiner heute gebräuchlichen Ausführung besteht das Junkers-Handkalorimeter, Abb. 1, aus einem mit Manometer und Thermometer versehenen Versuchsgasmesser, einem Gasdruckregler und dem eigentlichen Kalorimeter, einem stehenden Röhrenkessel, der von einem sich gleichbleibenden Wasserstrom durchflossen wird und in dessen Innerem ein Bunsenbrenner brennt.

Die von der Flamme gelieferte Wärmemenge wird restlos von dem durch das Gerät hindurchfließenden Wasser aufgenommen, so daß man durch Messung der Temperaturzunahme des Wassers und des Gasverbrauchs sowie durch Wägung der ausgeflossenen Wassermenge während einer bestimmten Zeit den Heizwert des Gases nach der Gleichung

$$H = \frac{W}{G} T_d \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (1)$$

berechnen kann. Hierin bedeutet H den oberen Heizwert in kcal/m³, W die ausgeflossene Wassermenge in g, G die verbrannte Gasmenge in l und T_d den mittleren Temperaturunterschied des austretenden und des eintretenden Wassers.

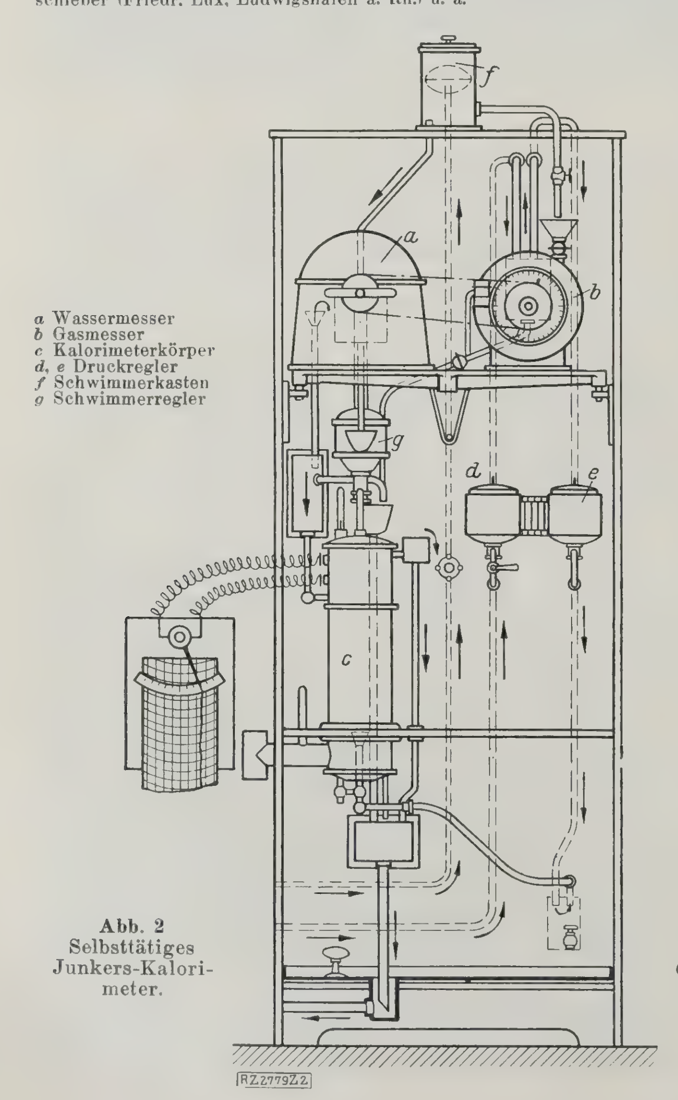
Wenn man genaue Werte erreichen will, muß zwischen der Temperatur des austretenden und der des eintretenden Wassers ein Unterschied von 12 bis 14° bestehen, ferner muß der Brenner mit straffer, blauer Flamme brennen und auf einen Gasverbrauch von 240 bis 250 l/h eingestellt sein. Für die Durchführung eines Versuches ist nach Eintreten des Beharrungszustandes die während der Verbrennung von genau 10 l Gas ausfließende Wassermenge in dem Auffanggefäß zu sammeln, das vorher und nachher auf einer genauen Dezimalwaage gewogen wird. Während des Versuches wird jeweils, wenn der Zeiger des Gasmessers einen vollen Liter anzeigt, zuerst die Temperatur des austretenden und dann die des eintretenden Wassers auf hundertstel Grade genau mit Hilfe einer Lupe abgelesen. Die Temperatur des eintretenden Wassers wird sich hierbei kaum ändern, sofern das Wasser


[1]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 64 (1921) S. 857.
[2]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 68 (1925) S. 610.
[3]) Z. Bd. 38 (1894) S. 1395, Bd. 39 (1895) S. 564.

nicht unmittelbar der Leitung, sondern einem im Versuchsraum angebrachten größeren Hochbehälter entnommen wird. Zur Ermittlung des unteren Heizwertes ist es nötig, das bei der Verbrennung von mindestens 50 l Gas gebildete Kondenswasser, das unten aus dem Gerät dauernd abtropft, in einem engen Meßzylinder aufzufangen. Weitere beachtenswerte Punkte für die Ausführung genauer Heizwertbestimmungen sowie Hinweise auf die Fehlerquellen enthält eine vom Gasinstitut, Karlsruhe, ausgearbeitete Anleitung[4]), auf die hier nur verwiesen werden kann. Die Umrechnung des durch den Versuch bestimmten oberen und unteren Heizwertes auf Normalzustand erfolgt nach den bekannten Formeln; zur Vereinfachung dieser Berechnungen gibt es verschiedene Behelfe[5]).

Eine Weiterentwicklung dieses Handkalorimeters stellt das selbsttätige Junkers-Kalorimeter dar, das ebenfalls in der Gasindustrie eine weite Verbreitung erlangt hat, und zwar nicht nur deshalb, weil es keinerlei Bedienung erfordert, sondern vor allem, weil es die einzelnen von ihm ausgeführten Heizwertbestimmungen auch fortlaufend aufzeichnet. Hierdurch geben sich Schwankungen in der Gaszusammensetzung sofort zu erkennen, so daß der Betriebleiter in der Lage ist, rasch die entsprechenden Maßnahmen zu treffen, was bei dem heutigen Mischgasbetrieb besonders wichtig ist. Die laufende Aufzeichnung des Heizwertes ist ferner sehr wertvoll für Ferngaswerke und Kokereien, die sich ihren Abnehmern gegenüber meist vertraglich zur Lieferung eines Gases von bestimmtem Heizwert verpflichtet haben.

[4]) Journ. f. Gasbeleuchtg. Bd. 62 (1919) S. 589.
[5]) *K. Ludwig*, Reduktionstabelle für Heizwert und Volumen von Gasen, 3. Auflage, München und Berlin 1928, R. Oldenbourg; *R. Michel*, Gastechnische Rechentafel, Ebenda 1926; Kalorimetrischer Rechenschieber (Friedr. Lux, Ludwigshafen a. Rh.) u. a.



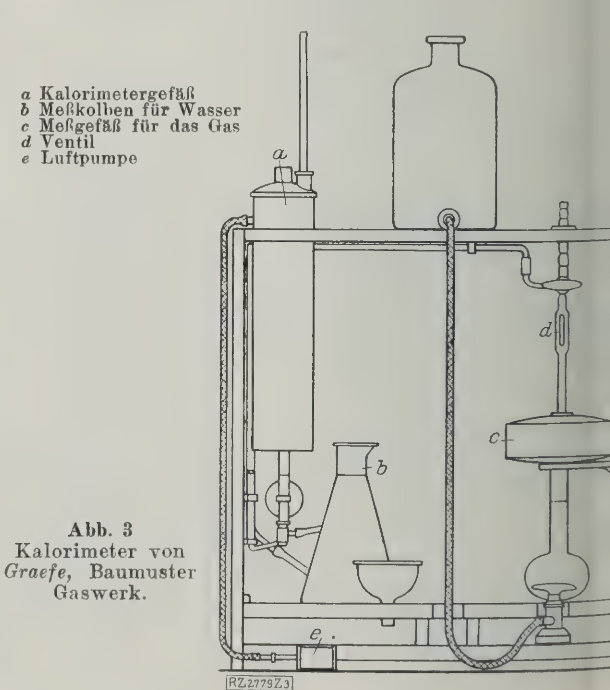
a Wassermesser
b Gasmesser
c Kalorimeterkörper
d, e Druckregler
f Schwimmerkasten
g Schwimmerregler

Abb. 2
Selbsttätiges Junkers-Kalorimeter.

Der Vorgang der Heizwertbestimmung ist bei d
selbsttätigen Kalorimeter genau der gleiche wie bei d
Handkalorimeter, doch ist jenes mit einer sinnreic
Vorrichtung ausgestattet, die es ermöglicht, das Verh
nis der Wassermenge zur Gasmenge dauernd gleich g
zu halten. Wenn in der Gleichung (1) der Quotient
ein Festwert ist, so wird der Heizwert eine lineare Fu
tion der Temperaturerhöhung, womit die Möglichk
einer selbsttätigen Arbeitsweise gegeben ist. Das V
hältnis der Wassermenge zur Gasmenge wird nun in
Weise gleich groß gehalten, daß bei dem selbsttäti
Kalorimeter, Abb. 2, der Wassermesser *a* mit dem G
messer *b* zwangläufig gekuppelt ist. Ferner ist in
oberen Teil des Kalorimeterkörpers *c* eine Thermosä
eingebaut, deren Lötstellen im Kalt- und Warmwas
strom liegen. Die erzeugte Thermokraft, die der Tem
raturerhöhung verhältnisgleich ist, wird an ei
empfindlichen Millivoltmeter abgelesen und zugleich a
gezeichnet. Die sorgfältig geeichte Kalorienskala
Galvanometers zeigt somit unmittelbar den oberen H
wert des Gases an. Zwei Druckregler, *d* und *e*, sor
für gleichbleibenden Gasdruck, während der Schwimm
kasten *f* und der Schwimmerregler *g* den Wasserzuf
regeln. Das ganze Gerät ist in einen verschließba
Schrank mit Glasfenstern eingebaut, so daß es vor
befugten Eingriffen geschützt ist. Ein besonderer V
zug dieses Gerätes ist, daß es auch als Handkalorime
verwendet werden kann, so daß sich die Richtigkeit
selbsttätigen Anzeige jederzeit durch einen Versuch na
prüfen läßt. Durch geeignete Aufstellung des Kal
meters an einem Ort, an den sämtliche Gasleitungen
verschiedenen Betriebstellen geführt werden könn
läßt sich mit dem Gerät je nach Bedarf abwechselnd
Heizwert des Stadtgases, des Produktionsgases oder a
des Wassergases vor der Zumischung zum Steinkohl
gas rasch und zuverlässig ermitteln[6]).

Neben dem Junkers-Kalorimeter benutzt man n
einige andre Bauarten, die weniger für die Üb
wachung des Betriebes, sondern vorwiegend für V
suchzwecke bestimmt sind. Für Versuche ist das Junke
Kalorimeter weniger geeignet, weil man bei ihm stets ü
eine Wasserleitung verfügen und zur Erreichung des
harrungszustandes, wie auch zur Heizwertbestimmu
selbst größere Gasmengen verbrennen muß. Für V
suchzwecke hat man daher kleinere, leicht beweglic
Kalorimeter geschaffen, in denen auch mit wenigen Lit

[6]) Über weitere Verbesserungen dieses Gerätes vergl. *Kranz*, „
Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 801.



a Kalorimetergefäß
b Meßkolben für Wasser
c Meßgefäß für das Gas
d Ventil
e Luftpumpe

Abb. 3
Kalorimeter von *Graefe*, Baumuster Gaswerk.

ıs eine hinreichend genaue Heizwertbestimmung ausgehrt werden kann. Von den mannigfachen Vorschlägen llen hier jedoch nur die Kalorimeter von *Graefe*, *Dom-r* und *Strache-Löffler* kurz besprochen werden.

Bei dem Kalorimeter von Prof. Dr. *Graefe*, Bauıster Gaswerk, Abb. 3, wird ebenfalls die von einem ısbrenner entwickelte Wärme restlos an Wasser abgeben. Das Wasser fließt jedoch hier nicht ständig, ndern das Kalorimetergefäß *a* ist mit einer abgewogen Wassermenge gefüllt, deren Temperaturerhöhung ıhrend der Verbrennung von 1 l Gas gemessen wird. ıs zu untersuchende Gas wird aus dem etwas mehr als l fassenden Meßgefäß *c* über das Ventil *d* dem Brenner geführt, indem nach Hochstellen der Niveauflasche die ıden Gashähne geöffnet werden. Vor und während r Verbrennung wird das im Kalorimetergefäß enthalne Wasser mittels einer kleinen Luftpumpe *e* gut durchrührt, damit der Wärmeausgleich rasch vonstatten at. Der schwenkbare Gasbrenner wird in das Kaloriıtergefäß in dem Augenblick eingeschoben, wo das rrwasser die untere Marke des Gefäßes c durchömt. Sobald 1 l Gas verbrannt ist, erlischt die Flamme n selbst, indem sich das Ventil *d* schließt. Zur Vereinhung der Berechnung ist die in das Gefäß *a* einzufülde Wassermenge so abgestimmt, daß sie zusammen mit Wärmekapazität des Metallgefäßes gerade 1 l Wasser spricht. Somit ergibt die abgelesene Temperaturöhung × 1000 unmittelbar den oberen Heizwert von m³ des untersuchten Gases.

Auf einer ganz andern Grundlage beruht das von -Ing. *Dommer*[7]) konstruierte Union-Gaskalorimeter, Ab. 4, das seit dem Jahre 1921 hergestellt wird und ebenls recht weit verbreitet ist. Dieses leicht bewegliche rät besteht aus einer mit Zahleneinteilung versehenen asröhre von ähnlicher Gestalt wie die Bunte-Bürette. der Röhre wird das zu untersuchende Gas abgemessen, ann mit Luft gemischt, durch einen Induktionsfunken ündet und verbrannt. Die Meßröhre ist von einem Petroleum gefüllten Glasmantel umgeben, an den ein pillarrohr mit Millimeterteilung angeschmolzen ist. Die der Verpuffung des Gas-Luftgemisches erzeugte rme wird auf das Petroleum in dem Mantelgefäß rtragen, das Petroleum dehnt sich aus und steigt in Ansatzröhre je nach dem Heizwert des Gases mehr r weniger hoch. Bei diesem Gerät wird also im Gegenz zu den beiden vorher besprochenen Kalorimetern e abgeschlossene Gasmenge explosionsartig verbrannt, d die hierbei erzeugte Wärme wird auf eine ruhende ssigkeitsmenge von hoher spezifischer Wärme überzen. Auf der gleichen Grundlage beruhte das bereits n Jahre 1910 von Prof. Dr. *Strache*, Wien, angegebene losionskalorimeter, bei dem jedoch die Verbrennungsme auf ein Luftpolster übertragen wurde, wobei man e sehr genauen Messungen erreichen konnte.

Das Union-Kalorimeter erfordert für eine Heizwerttimmung eine Gasmenge von nur 10 bis 20 cm³, es ist er für Versuche, bei denen nur geringe Gasmengen ldet werden, so z. B. für Schwelanalysen, besonders gnet. Allerdings muß jeder Reihe von Heizwertimmungen jeweils eine Eichung des Gerätes nachen, die man derart ausführt, daß durch elektrolytie Zersetzung der Sperrflüssigkeit (verdünnte Schweäure) in dem Meßgefäß selbst eine bestimmte Menge llgas erzeugt und sofort im Anschluß daran nach dünnung mit Luft verbrannt wird.

Da der Heizwert des Knallgases eine bekannte ße ist (2030 kcal/m³) und da die bei beiden Gasen elesenen Anstiege der Petroleumsäule den Gasheizten verhältnisgleich sind, so ist die Berechnung des zwertes, der hier unmittelbar auf Normalzustand ben gefunden wird, sehr einfach. Die Gleichung lautet:

$$H_o(\text{korr.}) = \frac{G_k A_v}{G_v A_k} 2030 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (2),$$

vei G_k und G_v die Knall- und Versuchsgasmengen in A_k und A_v die Ausschläge bei Knall- und Versuchsa in mm bedeuten.

[7]) Z. Bd. 65 (1921) S. 206.

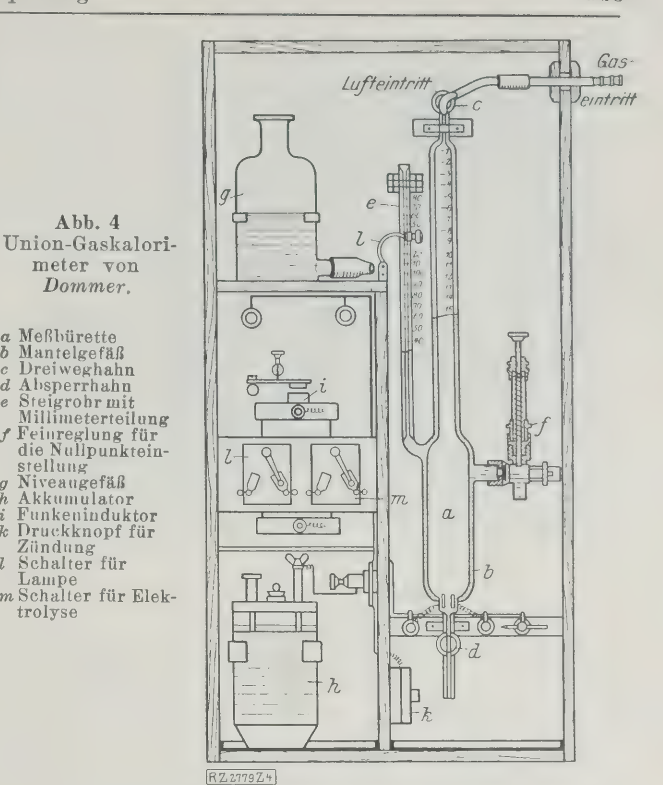


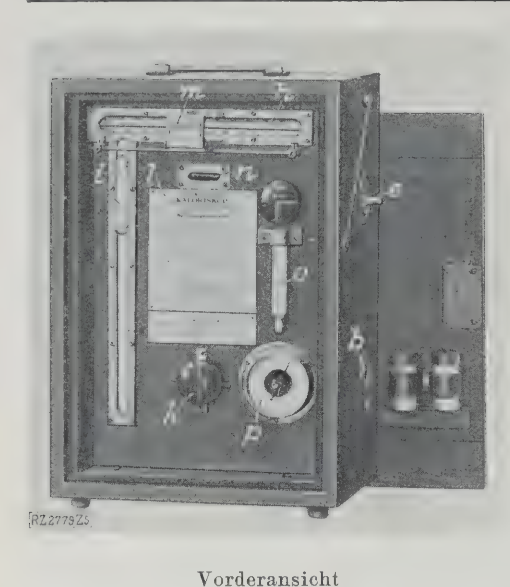
Abb. 4 Union-Gaskalorimeter von *Dommer.*

a Meßbürette
b Mantelgefäß
c Dreiweghahn
d Absperrhahn
e Steigrohr mit Millimeterteilung
f Feinreglung für die Nullpunkteinstellung
g Niveaugefäß
h Akkumulator
i Funkeninduktor
k Druckknopf für Zündung
l Schalter für Lampe
m Schalter für Elektrolyse

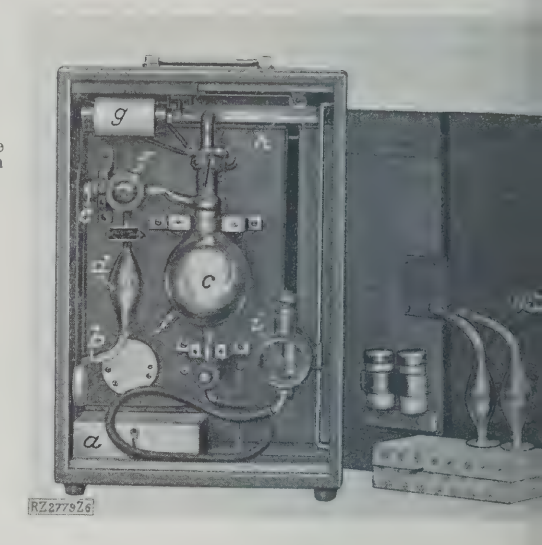
Die im Gasinstitut, Karlsruhe, und an andern Stellen ausgeführten Prüfbestimmungen[8]) haben ergeben, daß das Union-Kalorimeter, wenn es sich im Gleichgewichtszustand befindet und stärkere Temperatur- und Luftdruckschwankungen ausgeschlossen sind, sehr genaue Werte liefert.

Auch das Explosionskalorimeter von Prof. Dr. *Strache* wurde im Laufe der letzten Jahre so vervollkommnet, daß es heute ein sehr handliches und zuverlässiges Gerät für die rasche Heizwertbestimmung darstellt. Eine Zwischenstufe in dieser Entwicklung bildet das Kaloriskop von *Strache-Kling*[9]), das heute aber durch die neue Bauart nach Dr. *Löffler*[10]) überholt ist. Dieses mit allen notwendigen Hilfseinrichtungen ausgestattete neue Gerät, Abb. 5 und 6, zeichnet sich durch seine kleinen Abmessungen (35/24/16 cm) sowie durch sein geringes Gewicht von etwa 4 kg aus. Das zu untersuchende Gas wird in einer Pipette selbsttätig abgemessen, mit Luft gemischt, in ein doppelwandiges Explosionsgefäß mit luftleer gepumptem, versilbertem Mantel hinübergedrückt und hier durch einen Induktionsfunken zur Explosion gebracht. Die dabei erzeugte Wärme wird auf ein Thermometer übertragen, dessen große Quecksilberkugel sich im Innern des Explosionsgefäßes befindet und somit gleichzeitig als kalorimetrische und thermometrische Masse dient. Der Temperaturunterschied vor und nach der Zündung ist nur mit der Eichzahl der Gaspipette zu vervielfachen, wodurch sich der Heizwert des Gases ergibt, der dann noch auf Normalzustand umzurechnen ist. Dem Gerät werden drei leicht auswechselbare Pipetten verschiedenen Inhalts beigegeben, damit man auch Gase mit sehr hohem oder sehr niedrigem Heizwert mit gleicher Genauigkeit untersuchen kann. Eine Bestimmung erfordert je nach dem Heizwert des betreffenden Gases nur 50 bis 100 cm³ und ist innerhalb von 2 min mit einer Genauigkeit bis zu 0,3 vH leicht ausführbar. Eine Nacheichung mit Knallgas ist bei diesem Gerät nicht erforderlich. Durch seine handliche Form ist es vorzüglich geeignet, an jedem Punkte des Betriebes oder des Rohrnetzes Gasproben zu entnehmen und an Ort und Stelle ihren Heizwert zu ermitteln. Infolge dieses Vorzuges sowie wegen der hohen Genauigkeit der Anzeige hat auch dieses Gerät bereits eine recht weite Verbreitung in Betrieben und wissenschaftlichen Instituten erlangt.

[8]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 64 (1921) S. 83, Bd. 67 (1924) S. 393.
[9]) DRP 312 832.
[10]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 1073; Z. d. österr. V. Gas- u. Wasserfachm. Bd. 68 (1928) S. 12.



Vorderansicht



Rückansicht

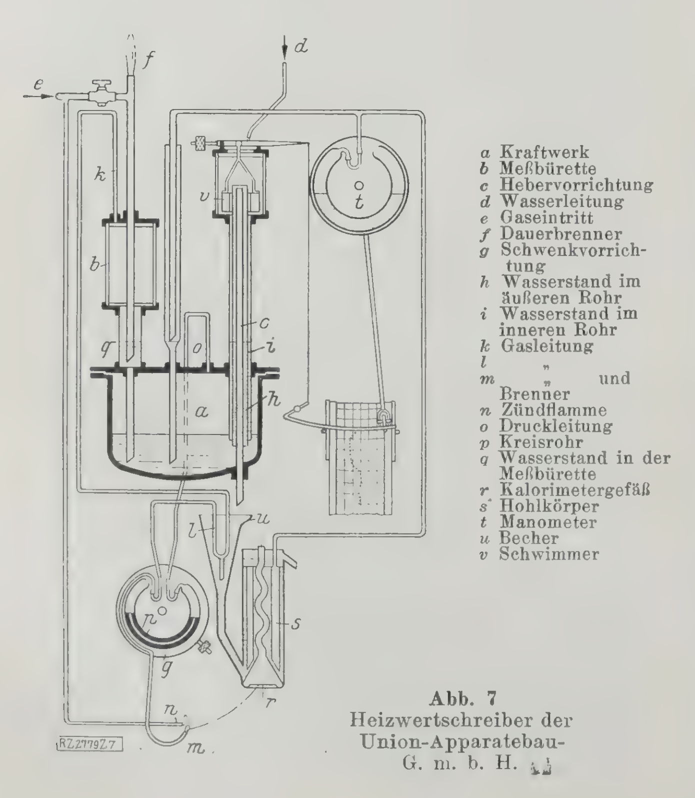
Abb. 5 und 6 Gaskalorimeter von *Strache-Kling*, Bauart *Löffler*.

a Batterie
b Kapillare der Pipette
c Explosionskugel in Dewarscher Luftleere
d auswechselbare Pipette
e Filter und Gasanschluß
f Hahn 1
g Induktionsspule
h Explosionsthermometer
i Wasserstandrohr für Niveaugefäß
k Hahn 2
l Gebrauchsvorschrift, Eichdaten
m Ableselupe, verschiebbar
n Kontrollämpchen (Argonröhre)
o Raumthermometer 1/10°
p Aneroidbarometer

Man hat natürlich auch auf Mittel und Wege gesonnen, das Junkers-Kalorimeter für solche Fälle zu verwenden, wo man nur über geringe Gasmengen für die Heizwertbestimmung verfügt. So haben *Strache* und *Glaser*[11]) bereits im Jahre 1915 vorgeschlagen, das dem Kalorimeter zuströmende Gas durch das aus dem Kalorimeter ausfließende Wasser aus einer 10 l fassenden Meßflasche zu verdrängen, wodurch die Gasuhr, zu deren Ausspülung stets eine größere Gasmenge erforderlich ist, entbehrlich wird; ebenso werden hierbei die durch ungenaue Anzeigen der Gasuhr bedingten Fehler vermieden. Dieses Meßflaschenverfahren wurde in neuerer Zeit von *Geipert*[12]) noch wesentlich verfeinert und vervollkommnet.

Zum Schluß sei noch ein neueres selbsttätiges Kalorimeter mit fortlaufender Aufzeichnung erwähnt, das auch keine Gasuhr erfordert, der von Dr.-Ing. *Dommer* konstruierte Union-Heizwertschreiber. Das Gerät, Abb. 7, beruht auf derselben Grundlage wie das Handkalorim von Prof. *Graefe*, denn auch hier wird die durch Verb nung einer bestimmten Gasmenge erzeugte Wärme einen mit Wasser gefüllten Kalorimeterkörper übertra Der Temperaturanstieg der Wasserfüllung wird geme und unmittelbar in kcal/m³ aufgezeichnet. Das Gerät, etwa alle 4 min selbsttätig eine Heizwertbestimmung führt, besteht aus folgenden Teilen: dem Kraftwerk *a*, von der Wasserleitung *d* dauernd gespeist wird; aus e in Abb. 7 nicht dargestellten Überlaufvorrichtung das Wasser gleichmäßig zu. Das Kraftwerk hat die gabe, in der Meßbürette *b* mittels der Hebervorrichtu jeweils eine bestimmte Gasmenge abzumessen, die b eintritt. Ein Teil des Gases wird in dem Brenn dauernd verbrannt, ein anderer Teil durch eine Zw leitung zu der kleinen Zündflamme *n* geleitet, die eben dauernd brennt.

[11]) Journ. f. Gasbeleuchtg. Bd. 58 (1915) S. 742.
[12]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 70 (1927) S. 15.



a Kraftwerk
b Meßbürette
c Hebervorrichtung
d Wasserleitung
e Gaseintritt
f Dauerbrenner
g Schwenkvorrichtung
h Wasserstand im äußeren Rohr
i Wasserstand im inneren Rohr
k Gasleitung
l „
m „ und Brenner
n Zündflamme
o Druckleitung
p Kreisrohr
q Wasserstand in der Meßbürette
r Kalorimetergefäß
s Hohlkörper
t Manometer
u Becher
v Schwimmer

Abb. 7 Heizwertschreiber der Union-Apparatebau-G. m. b. H.

Die in der Bürette *b* abgemessene Gasmenge unter dem Wasserdruck durch die Rohrleitung *k*, *l*, *m* leitet. Das bei *m* ausströmende Gas entzündet sich an Zündflamme *n*. In dem Augenblick, wo das Wasser Stand *q* in der Meßbürette erreicht hat, kippt die Schw vorrichtung *g*, indem sich die Quecksilberfüllung des K rohres *p* infolge der Druckzunahme in dem Gefäß *a* m und mehr verschiebt, um, wodurch der Brenner *m* u das Kalorimetergefäß *r* geschwenkt wird. Der Brenne erlischt, sobald der Gasinhalt der Bürette *b* vollstä herausgedrückt ist. Die bei der Verbrennung des G erzeugte Wärme wird von dem Kalorimeterkörper *r* au nommen. Der Temperatursteigerung entsprechend d sich die in dem Hohlkörper *s* enthaltene Luft aus, durch ein entsprechender Ausschlag des aufzeichner Manometers *t* bewirkt wird, dessen Schreibstift auf Papierrolle den Ausschlag aufzeichnet.

Das erwärmte Wasser wird aus dem Kalorim körper nach jeder Heizwertbestimmung in der Weise fernt, daß das beim Überfluten des Heberrohres *c* laufende Wasser in dem Becher *u* aufgefangen wird, dem es durch den Kalorimeterkörper *r* abfließt. Mit nehmendem Luftdruck in Gefäß *a* sinkt der Was spiegel in der Meßbürette *b*, die sich hierbei mit frisc Gas füllt; ebenso fließt das Quecksilber im Rohr *p* seine frühere Lage zurück, wodurch der Brenner *m* wi in die Anfangsstellung geschwenkt wird, so daß eine Heizwertbestimmung beginnen kann.

Der Heizwert wird auch hier nach der Gleichung berechnet. Da Gas- und Wassermenge gleich groß ist der Temperaturanstieg dem Heizwert verhältnisgl Der Temperaturanstieg wird auf dem Diagrammstre durch die Wirkung des Schwimmers *v* erst in dem Au blick aufgezeichnet, in dem die Verbrennung des Gases endet ist. Die Anzeige dieses Gerätes ergibt unmittelbar oberen, auf 0° und trockenes Gas bezogenen Heizw

Breite des Diagramms ist so gewählt, daß 100 kcal auf Diagramm 2 mm entsprechen; es ist somit eine recht ue Ablesung möglich. Das Gerät verbraucht nur etwa h Wasser und 80 l/h Gas; es nimmt nur wenig Raum nd hat ein Gesamtgewicht von 54 kg.

ine eingehende, über mehrere Monate sich erstreckende ung des Gerätes durch das Gasinstitut, Karlsruhe[13]), ergeben, daß das Gerät in dem üblichen Bereich von 3000 bis 5500 kcal/m³ richtig und verhältnisgleich gt. Für höheren oder niedrigeren Meßbereich muß andre Kompensation eingesetzt werden, worauf auch iesen Bereichen der Heizwert genau angezeigt wird. normalen Schwankungen von Raum- und Wassertem- ur sind durch die Bauweise ausgeglichen. Die Ab- ungen des Barometerstandes müssen wie üblich be- sichtigt werden. Der untere Heizwert kann durch en des Kondenswassers angenähert bestimmt werden.

Bestimmung des spezifischen Gewichtes

Auch zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes Gase benutzt man in der Praxis sowohl mit der Hand nte als auch selbsttätige, aufzeichnende Geräte. Zur n Gruppe gehört das seit langen Jahren eingeführte strömgerät nach *Bunsen-Schilling*, bei dem eine ab- essene Gasmenge aus einem Glaszylinder unter dem k einer bestimmten Wassersäule durch eine feine ndüse ausströmt. Die Messung des Gases erfolgt Hilfe zweier Marken, die oben und unten an dem nder angebracht sind, und zwar ermittelt man unter vendung einer Stoppuhr die Zeit, die erforderlich ist, das Wasser von der unteren zur oberen Marke ge- en ist. Das Gerät wird geeicht, indem man unter elben Bedingungen die gleiche Menge Luft aus der ausströmen läßt und wiederum die Zeit mißt. Eine esserte Bauart dieses Gerätes nach Dr.-Ing. *Zippe-* zeigt Abb. 8. Hierbei ist an Stelle der in die Glas- l eingravierten Marken, die nach längerem Gebrauch immer deutlich sichtbar sind, ein Metallstab mit Spitzen in dem Meßzylinder befestigt.

Setzt man das spezifische Gewicht der Luft gleich 1, so ergibt sich das spezifische Gewicht des Gases nach der Gleichung

$$s_g = \left(\frac{t_g}{t_l}\right)^2 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3),$$

worin t_g die Ausströmzeit des Gases und t_l die Ausströmzeit der Luft in s bedeuten.

Da das spezifische Gewicht des Gases dem Betriebleiter sehr wichtige Aufschlüsse über die Gasbeschaffenheit gibt, hat man schon frühzeitig versucht, diese Bestimmung laufend mit Hilfe selbsttätiger Schreibgeräte auszuführen. Von den mannigfachen Bauarten dieser Geräte können hier nur einige der wichtigsten angeführt werden. In vielen Gaswerken trifft man die von *Simmance* und *Abady* konstruierte Gaswaage, Abb. 9, an. Das Gerät[14]) besteht aus einem engen, vom Gas dauernd durchflossenen Rohr, an dessen unterem erweiterten Ende sich eine reibungslos befestigte Tauchglocke befindet, die mit einem an einem Waagebalken angebrachten Zeiger oder einer Schreibvorrichtung verbunden ist. Solange das Rohr von Luft durchströmt wird, befindet sich die Waage in der Nullage, sobald jedoch durch das Rohr ein Gas hindurchgeht, dessen spezifisches Gewicht von dem der Luft verschieden ist, hebt oder senkt sich die Tauchglocke und nimmt hierbei den Waagebalken mit, wodurch der Zeiger oder der Schreibstift mehr oder weniger weit ausschlägt. Das Gerät spricht sehr leicht an und liefert infolgedessen recht zuverlässige Werte; es ist daher namentlich in Verbindung mit den Anzeigen des selbsttätigen Kalorimeters für den Betriebleiter von großem Nutzen, da diese beiden Geräte die Erzeugung eines Gases von gleichmäßiger Beschaffenheit außerordentlich erleichtern. Die Gaswaage bewährt sich besonders zur Überwachung der Gassauger.

Noch einfacher ist die Bauart des Gasdichteschreibers der Firma Union-Apparatebau-Gesellschaft m. b. H., Karlsruhe i. B. Bei diesem Gerät, Abb. 10, lastet das Gewicht einer Gassäule von 2 m Höhe auf einer Flüssigkeit mit

[13]) „Das Gas- und Wasserfach" Bd. 67 (1924) S. 780 und 788.

[14]) Journ. f. Gasbeleuchtg. Bd. 62 (1919) S. 168.

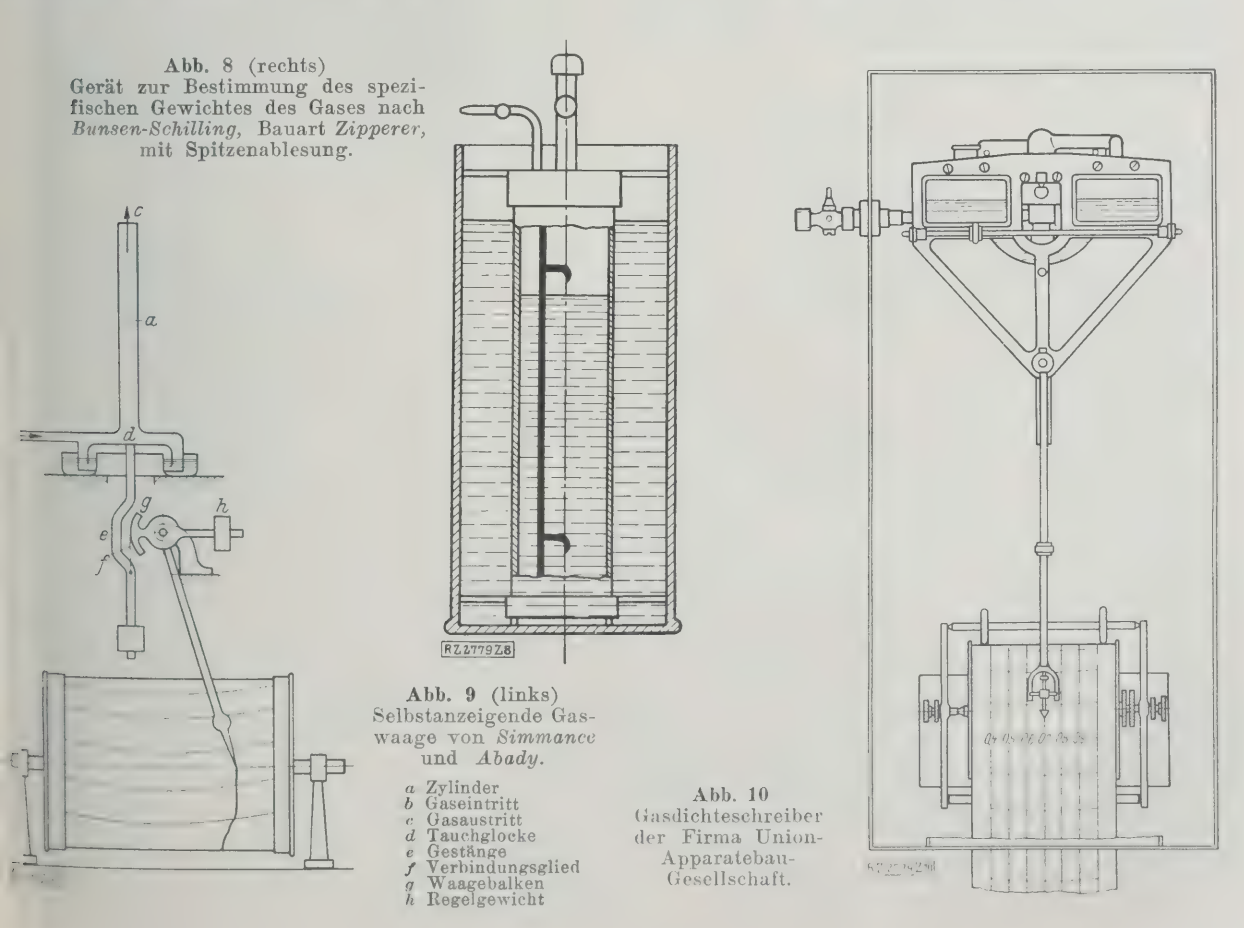


Abb. 8 (rechts)
Gerät zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Gases nach ***Bunsen-Schilling,*** **Bauart** ***Zipperer,*** **mit Spitzenablesung.**

Abb. 9 (links)
Selbstanzeigende Gaswaage von *Simmance* und *Abady*.

a Zylinder
b Gaseintritt
c Gasaustritt
d Tauchglocke
e Gestänge
f Verbindungsglied
g Waagebalken
h Regelgewicht

Abb. 10
Gasdichteschreiber der Firma Union-Apparatebau-Gesellschaft.

großer Oberflächenbegrenzung. Diese Flüssigkeit ist in zwei kommunizierenden Gefäßen von gleicher Größe enthalten, von denen das eine mit der Gassäule und das andre mit der Atmosphäre verbunden ist. Beide Gefäße sind auf einem drehbar gelagerten Rahmen befestigt. Sobald sich nun das Gasgewicht ändert, so verschiebt sich die Flüssigkeit in den Gefäßen und dreht den Rahmen um einen gewissen Winkel, der dem spezifischen Gewicht entspricht. Ohne jede mechanische Zwischenübersetzung zeichnet der Stift auf, so daß das Gerät sehr betriebsicher ist. Es ist im Gegensatz zu der vorher beschriebenen Gaswaage völlig unempfindlich gegen Zugluft und Erschütterungen und kann daher in allen Betriebräumen Aufstellung finden.

Messung des Gasdruckes

Von der Druckmessung wird in jedem Gaswerk in großem Umfang Gebrauch gemacht. Bei der Gaserzeugung, wo es sich nur um geringe Über- oder Unterdrücke handelt, benutzt man hierfür gewöhnlich einfache Glasmanometer, die mit gefärbtem Wasser oder Petroleum gefüllt sind. Der bequemeren Ablesung wegen verwendet man vorwiegend einschenkelige Manometer, die alle nebeneinander auf einer Tafel befestigt werden, so daß an einer Stelle alle in Frage kommenden Drücke gleichzeitig überwacht und aufgezeichnet werden können.

Für die Druckmessung des Stadtgases benutzt man dagegen fast ausschließlich Geräte mit fortlaufender Aufzeichnung, ebenso wendet man in Großstädten vielfach zur Überwachung des Druckes im Rohrnetz Gasdruckfernmelder an. Einen Gasdruckschreiber der Union-Apparatebau-Gesellschaft m. b. H., Karlsruhe, zeigt Abb. 11. Das Gerät ist ähnlich gebaut wie der Gasdichteschreiber, Abb. 10, der gleichen Firma. Der Gasdruck wirkt auf eine Flüssigkeitssäule, die in einem kreisrunden, um seine Achse drehbar gelagerten Rohr eingeschlossen ist. Jede Druckänderung hat eine Verschiebung der Flüssigkeit zur Folge, wodurch sich das Manometersystem um einen entsprechenden Winkel dreht. Durch eine am Hebelarm befestigte Schreibfeder wird diese Drehung unmittelbar aufgezeichnet. Je nachdem zur Füllung des kreisförmigen Rohres Öl, Glyzerin oder Quecksilber verwendet wird, läßt sich der Meßbereich in weiten Grenzen verändern.

Bestimmung der nichtbrennbaren Gasbestandteile

Die nichtbrennbaren Bestandteile des Stadtgases, deren Höchstgehalt in den Normen auf 15 vH festgesetzt ist, während der tatsächliche Gehalt jedoch im Durchschnitt bei 10 bis 11 vH liegen dürfte, setzen sich aus Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff zusammen. Von diesen drei Gasen lassen sich nur die beiden ersten unmittelbar analytisch bestimmen, während der Stickstoff nur als Restglied ermittelt werden kann, indem man die Summe aller bestimmten Einzelgase von 100 abzieht. Hieraus folgt, daß für die Bestimmung des Stickstoffgehaltes eine vollständige Untersuchung des Gases notwendig ist; ferner sieht man, daß alle im Laufe dieser Untersuchung etwa vorkommenden Fehler und Ungenauigkeiten sich bei der Berechnung des Stickstoffgehaltes recht stark bemerkbar machen werden, sofern sie sich nicht zufällig gegenseitig aufheben.

Um also den Stickstoffgehalt mit möglichster Genauigkeit zu ermitteln, wird man solchen gasanalytischen Verfahren den Vorzug geben, bei denen der nach Absorption der Kohlensäure, der schweren Kohlenwasserstoffe, des Sauerstoffs und des Kohlenoxyds verbleibende Gasrest in seiner Gesamtheit und nicht nur zum Teile weiter untersucht werden kann. Letzteres trifft für die altbekannten und bewährten Verfahren nach *Bunte* und *Hempel* zu, die also im vorliegenden Falle weniger zu empfehlen sind, zumal sie auch für Untersuchungen im Betriebe zu viel Zeit brauchen. Das ebenfalls seit langen Jahren gebräuchliche Orsatgerät[15]) ist nun in letzter Zeit sehr wesentlich vervollkommnet worden, so daß es auch für die Ausführung der vollständigen Analyse von Heizgasen recht gut verwendbar ist.

15) Vergl. Z. Bd. 55 (1911) S. 472 und Bd. 57 (1913) S. 955.

Eine Ausführungsform, die von Dr. *Brüggem* angegeben worden ist, zeigt Abb. 12. Das Gerät b aus einem leicht tragbaren Holzgestell mit Zwis wand. In der rechten Hälfte sind die Meßbürette der Druckausgleichflasche sowie die Absorptionspi für Kohlensäure (*b*), schwere Kohlenwasserstoffe Sauerstoff (*d*) und Kohlenoxyd (*e*) eingebaut, wä in der linken Hälfte ein Verbrennungsofen (*f*) zu trennten Bestimmung von Wasserstoff und Methan dem Kupferoxydverfahren von *Jaeger* untergebrach In diesem Öfchen befindet sich ein dünnes mit K oxyd gefülltes Quarzröhrchen *g*, an das über den wegehahn *i* die Überführungspipette *h* angeschlosse Zur Absorption des Sauerstoffs wird Phosphor be während die mit flüssigen Absorptionsmitteln gef Pipetten *b*, *c*, *e* mit Rohrschlangen versehen durch die die Absorption der einzelnen Gasbestan sehr wesentlich beschleunigt wird. Der Dreiwegeh dient dazu, nach der Verbrennung des Methans durc Quarzröhrchen *g* Luft hindurchzusaugen, damit da bildete Kupfer für die folgende Analyse wieder in verwandelt wird, ohne daß das Röhrchen ausgeba werden braucht.

Eine andre Ausführungsform, die von der W stelle des Gasinstituts[17]), Karlsruhe, in jüngster ausgebildet worden ist, zeigt Abb. 13. Um das auch auf Reisen bequem mitführen zu können, sin verschiedenen Teile in zwei getrennten Kasten gebracht, und zwar ist der rechte Kasten für sich zur Ausführung von Rauchgasanalysen ausreichend, rend für die Bestimmung von Wasserstoff und M noch wie oben der Verbrennungsofen sowie die führungspipette hinzukommt. Die Meßbürette ist a halb des Kastens an einer Klammer befestigt, wo ein genaues Ablesen des jeweiligen Flüssigkeitst erleichtert wird. Die Pipetten haben auch Rohrschlangen, und zwar sind insgesamt acht Pi vorhanden.

Die Bestimmung des Stickstoffgehalts läßt sich übr mittels des *Jägerschen* Verfahrens auch wesentlich abkü wenn man eine abgemessene Gasmenge unmittelbar (getrennte Ermittlung der Einzelbestandteile) über rotglühende Kupferoxyd leitet und nach beendeter brennung die hierbei gebildete Kohlensäure absorb der danach verbleibende Gasrest ist lediglich Stick

16) „Glückauf“ Bd. 64 (1928) S. 1394.
17) „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 72 (1929) S. 59.

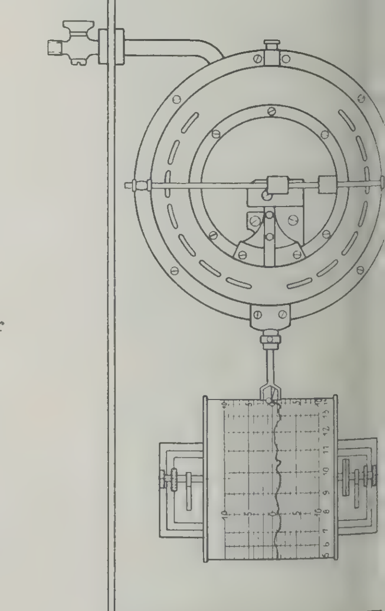


Abb. 11
Gasdruckschreiber der Union-Apparatebau-Gesellschaft.

weis von Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Teer

)er Schwefelwasserstoff wird aus dem Roh- fast überall mit Hilfe von Raseneisenerz oder ähnlich nmengesetzten Abfallstoffen (Luxmasse, Lautamasse) trockenem Wege entfernt; die schon oft versuchte hwefelung des Gases auf nassem Wege hat bisher auf einer deutschen Kokerei Eingang gefunden. Von n Verfahren wird verlangt, daß sie den Schwefel- erstoff restlos aus dem Gas entfernen. Zum Nach- etwa noch vorhandenen Schwefelwasserstoffs benutzt mit Bleiazetatlösung getränktes Filtrierpapier, das durch Spuren von Schwefelwasserstoff gebräunt geschwärzt ist. Zur fortdauernden Prüfung des Gases einen etwaigen Gehalt an Schwefelwasserstoff die- die Schwefelprober, von denen eine von *Raupp* an- ene, weit verbreitete Ausführungsform Abb. 14 . Hierbei wird mittels eines Uhrwerks ein mit Stun- inteilung versehenes Papierband zunächst durch eine zetatlösung und hierauf durch ein ständig von Gas nströmtes Gefäß hindurchgeführt. Man kann daher genau feststellen, zu welchem Zeitpunkt das Gas ganz frei von Schwefelwasserstoff war, und den igerbetrieb dementsprechend ändern.

ie Bestimmung der sehr geringen Mengen von Am- niak, die im Stadtgas noch enthalten sind, erfolgt aboratorium, indem man 100 l Gas durch eine Wasch- he leitet, die 5 cm³ 1/20 normale Schwefelsäure und 100 cm³ destilliertes Wasser enthält. Nach Durch- der angegebenen Gasmenge, die durch eine hinter Waschflasche geschaltete Gasuhr gemessen wird, ti- t man die Säure mit 1/20 normaler Natronlauge unter endung von Methylorange als Indikator zurück. Ge- lich werden nicht mehr als 0,2 g Ammoniak in 100 m³ gefunden, sofern die Gaswascher richtig arbeiten.

Zum Nachweis von Teerspuren im Stadtgas be- t man sich eines besonderen Probierhahnes, aus dem einen kräftigen Gasstrom auf ein in bestimmtem and davor angebrachtes Blatt Papier auftreffen läßt. ält das Gas Teer, so färbt sich das Blatt durch dar- niedergeschlagene Teertröpfchen alsbald schwarz.

Schließlich müssen hier noch zwei Prüfverfahren er- nt werden, die, wenn sie auch in den eingangs be- chenen Normen nicht besonders angeführt sind, in ssen Fällen doch für die Überwachung des Betriebes Wichtigkeit sind; dies ist die Bestimmung des Ben- lhaltes und die Ermittlung des Gesamtschwefels.

Die Bestimmung des Benzolgehaltes im Stadt- hat in erster Linie den Zweck, die Wirksamkeit der Waschtürme, in denen durch Teerölberieselung dem Gase das Benzol entzogen wird, zu überwachen, darüber hinaus ist die Kenntnis des Benzolgehaltes auch insofern von Wichtigkeit, als das Auftreten von Anfressungen im Rohrnetz auf die völlige Entfernung der Benzolkohlenwasserstoffe aus dem Gase zurückgeführt wird. Zur Bestimmung des Benzolgehaltes benutzte man bis vor wenigen Jahren ein Verfahren, das sich an die Gewinnung des Benzols im Betrieb anlehnte, d. h. man leitete das Gas zunächst durch mit Eis gekühlte Trockenrohre und danach durch mehrere Waschflaschen, die mit Paraffinöl gefüllt und durch eine Kältemischung auf — 15 bis — 20° abgekühlt waren. Die Gewichtzunahme dieser Waschflaschen ergab dann den Benzolgehalt der durchgeleiteten Gasmenge, die mit einer nachgeschalteten Gasuhr gemessen wurde. Dieses recht umständliche und nicht sehr genaue Verfahren ist heute vollkommen verdrängt durch

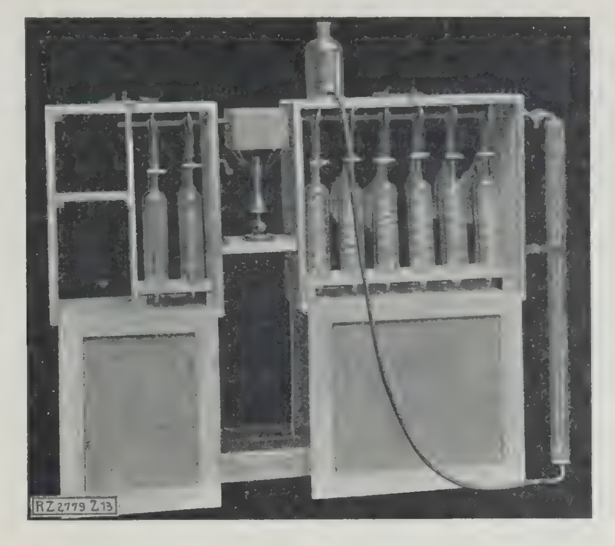


Abb. 13. Vorrichtung für die technische Gasanalyse vom Gasinstitut (Wärmehalle), Karlsruhe.

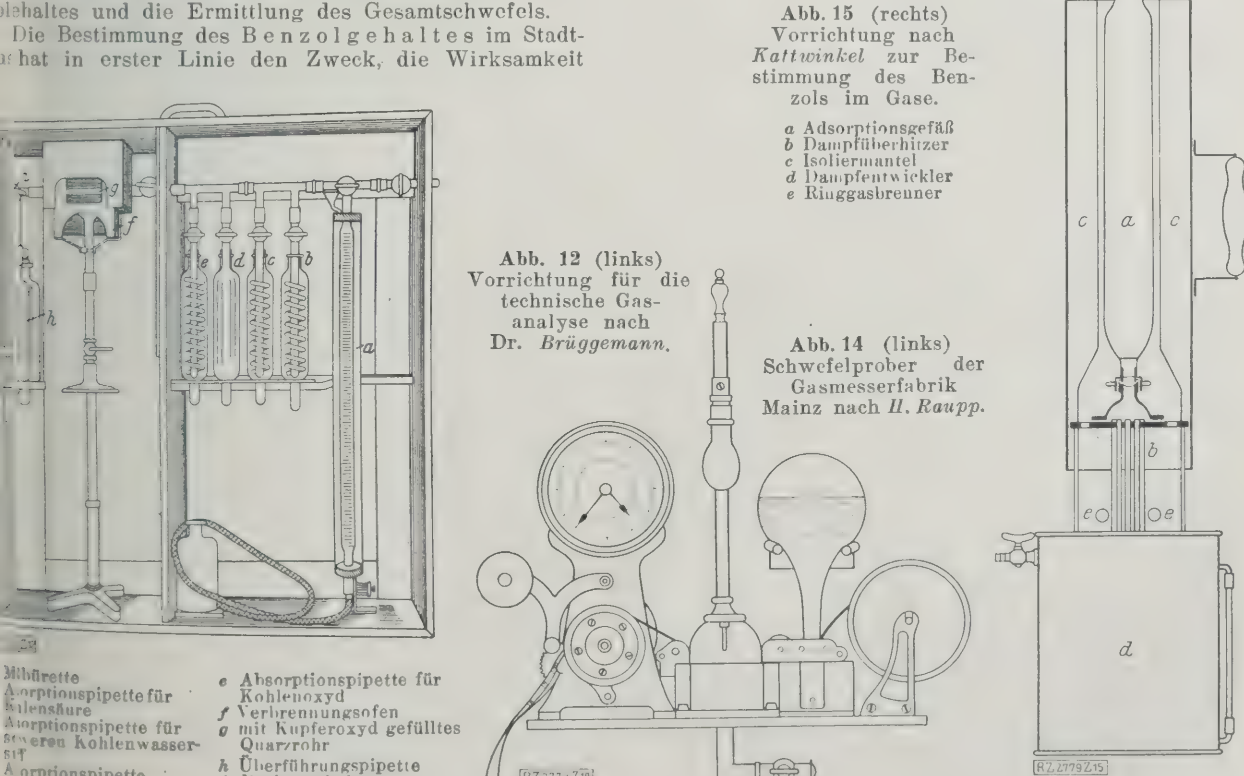


Abb. 12 (links) Vorrichtung für die technische Gasanalyse nach Dr. *Brüggemann*.

Meßbürette
Absorptionspipette für Kohlensäure
Absorptionspipette für schwere Kohlenwasserstoff
Absorptionspipette für Sauerstoff
e Absorptionspipette für Kohlenoxyd
f Verbrennungsofen
g mit Kupferoxyd gefülltes Quarzrohr
h Überführungspipette
i Dreiwegehahn

Abb. 14 (links) Schwefelprober der Gasmesserfabrik Mainz nach *H. Raupp*.

Abb. 15 (rechts) Vorrichtung nach *Kattwinkel* zur Bestimmung des Benzols im Gase.

a Adsorptionsgefäß
b Dampfüberhitzer
c Isoliermantel
d Dampfentwickler
e Ringgasbrenner

die Anwendung von aktiver Kohle[18]), die sich für diesen Zweck vorzüglich eignet. Von den vielen hierfür vorgeschlagenen Geräten sei nur das von Dr. *Kattwinkel*[19]) hier erwähnt, das auch ich bei meinen eigenen Untersuchungen mit bestem Erfolg benutzt habe. Das Gerät, Abb. 15, besteht aus einem für die Aufnahme der aktiven Kohle bestimmten zylindrischen Gefäß *a*, einem Dampfüberhitzer *b* und dem kupfernen Dampfentwickler *d*, die zusammen ein Ganzes bilden. Nachdem durch die aktive Kohle eine gemessene Gasmenge hindurchgeströmt ist, wird das Rohr *c* auf den Überhitzer aufgeschraubt, worauf das von der Kohle aufgenommene Benzol durch überhitzten Wasserdampf von etwa 250 ° wieder ausgetrieben, in einem Glaskühler niedergeschlagen und in einem Meßgefäß aufgefangen wird. Durch die Abgase des den Überhitzer heizenden Ringbrenners *e*, die an dem Rohr *a* entlanggeführt werden, wird dieses auf der notwendigen Temperatur gehalten, so daß das Benzol in sehr kurzer Zeit restlos aus der Kohle ausgetrieben wird.

Zur Bestimmung des Gesamtschwefels, der fast vollständig aus solchen organischen Schwefelverbindungen besteht, die die übliche Trockenreinigung nicht

[18]) Z. Bd. 71 (1927) S. 457.
[19]) „Glückauf" Bd. 63 (1927) S. 1787.

zu entfernen vermag, benutzt man einen besonders struierten Gasbrenner mit übergestülpter Glasglock daß die Verbrennungsgase restlos aufgefangen w können. Man leitet sie durch drei hintereinanderge tete, mit Kalilauge und etwas Wasserstoffsuperoxy füllte Waschflaschen und bestimmt schließlich die h aufgenommene Schwefelsäure. Bei reinem, d. h. nich Wassergas vermischtem Steinkohlengas findet man Gesamtschwefelgehalt von 30 bis 40 g in 100 m³; be Entgasung englischer Steinkohlen, die meist höheren Schwefelgehalt aufweisen als die deut Kohlen, liegt dieser Wert um etwa 50 vH höher.

*

Die eingangs erwähnten Normen über die beschaffenheit werden heute von der Mehrzahl der schen Gaswerke streng eingehalten, ja man kann feststellen, daß die Werke von sich aus die Grenze ihnen die Normen geben, noch enger gezogen haben auf die gleichmäßige Beschaffenheit des von ihne gegebenen Gases den größten Wert legen. Wenn Ziel in so verhältnismäßig kurzer Zeit erreicht w konnte, so haben die ständig verfeinerten Verfahre Gasprüfung an diesem Erfolg einen nicht geringen A
[B 27

Die Gaswirtschaft auf deutschen Hüttenwerken

Als Überschußbrennstoff verfügen die Hütten über Hochofen-Gichtgas, dessen Wert ein Sechstel bis ein Siebentel der Roheisenselbstkosten beträgt. Die Zusammensetzung des Gases ändert sich, je nachdem es sich um Reduktionsgas oder Verbrennungsgas handelt. Kennzeichnend ist steigender Stickstoff- und Kohlensäure-, fallender Kohlenoxydgehalt bei der Abnahme der unmittelbaren Reduktion. Da schon kleine Änderungen in der Zusammensetzung des Möllers tiefgreifend auf den Ofengang einwirken können, ergeben sich Streuungen in Zusammensetzung und Heizwert des Gases zwischen ± 5 und 20 vH. Die Gasanalyse ist also ein vorzügliches Mittel zur Beurteilung des Hochofengases, namentlich unter Berücksichtigung des Stickstoff- und des Kohlensäuregehaltes.

Die aus dem Hochofen mit 12 bis 60 g Staub auf 1 m³ Gas kommenden Gichtgase werden in zwei Abschnitten entstaubt. Die Grobentstaubung, die auf 5 bis 15 g Staub auf 1 m³ Luft durchgeführt wird, gelangt in Standrohren von 5 bis 10 m Dmr. und 10 bis 20 m Höhe bei Geschwindigkeiten von möglichst unter 0,5 m/s zur Anwendung. Bei der Naßreinigung werden zur Vorkühlung von 150 bis 250 ° auf 30 bis 40 ° Hordenwascher verwendet. Die Feinreinigung des noch etwa 0,5 bis 1,5 g Staub auf 1 m³ enthaltenden Gases geht in Theisenwaschern mit einem Kraftbedarf von 5 bis 6 kWh je 1000 m³ Gas auf eine Reinheit von unter 0,01 g/m³ vor sich. Bei der trockenen Gasreinigung durch Filterschläuche nach *Hallberg-Beth* läßt sich eine Reinigung auf 0,004 g/m³ erreichen; wegen des großen Druckverlustes von 200 mm W.-S. ist eine nachträgliche Druckerhöhung mit einem Kraftbedarf von 2,2 bis 3,2 kWh/1000 m³ notwendig[1]). Die Verwendung gereinigter Gichtgase gibt die Möglichkeit, beim Winderhitzerbetrieb mit gutschließenden Schieberarmaturen und kurzen Aufheizzeiten zu arbeiten. Durch die Anwendung von engen Kanälen können größere Heizflächen in einem Winderhitzer untergebracht werden, so daß man für hohe Erzeugungen mit einem Apparat auf Gas und einem auf Wind auskommen kann.

Zur Aufrechterhaltung des notwendigen gleichmäßigen Gasdruckes sind mehrfach Druckregler einzubauen. Man kommt in diesem Fall auch mit geringerem Luftüberschuß aus, der im Höchstfall nur 10 vH auszumachen braucht. Zur Vervollkommnung der Verbrennung und Verkleinerung des Brennraumes bei gesteigerten Flammen- und Ofentemperaturen ist die Verwendung von Drallbrennern zu empfehlen, mit denen man Brennraumbelastungen bis zu $15 \cdot 10^6$ kcal/m³h bei bereits 40 bis 50 vH Verbrennung am Brennermund und völliger Verbrennung nach einem Meter erhält. Durch Vorwärmen von Luft oder Gas mittels der Abgaswärme erreicht man bei Blechwärmöfen Gesamtwirkungsgrade von 50 bis 55 vH und Wärmeverbrauchzahlen von 350 000 bis 400 000 kcal/t kalten Einsatzes. Die Verwendung von Koksofengas zur Anreicherung gibt die Möglichkeit, jede Feuerung auf Gas umzustellen und durch

[1]) Archiv f. d. Eisenhüttenwesen Bd. 2 (1923) S. 812.

Steigerung des Zusatzes auf jede gewünschte Tempe und Leistung zu bringen.

Nach Abzug des Eigenverbrauches des Hochofen Winderhitzung und Gebläse bleiben noch 50 bis 55 v Gaserzeugung entsprechend 1800 bis 2000 m³ Gas a Roheisen für andre Zwecke verfügbar. Bei zielbewußte wirtschaft soll dieses Überschußgas allen Stellen zug werden, in denen mit dem Gas hochwertige Energie Wärmegefälle erzeugt werden. Hierzu gehören Sie Martin-Öfen, Wärmeöfen und Gasfernleitungen.

Zur Kraft- und Winderzeugung macht die Dampftu trotz 25 bis 50 vH höheren Wärmeverbrauchs der maschine den Platz streitig und ist dieser bei Wärmeverbrauch von 4500 kcal/kWh und einem Gas von 0,233 ₰/1000 kcal gleichwertig, so daß sie im G satz zur Ansicht früherer Jahre[2]) bei Werken mit gasüberschuß allein in Frage kommt. Wegen des Drehzahlregelung erreichbaren gleichen Wärmeverbra bei Belastungsschwankungen liegen die Verhältniss Verwendung der Dampfturbine zum Antrieb von Ge maschinen besonders günstig.

Eine größere Heizflächenbelastung als bei den ä Flammrohrkesseln kann bei einer Kesselbauart ange werden, die aus einem Oberkessel mit fünf Flammr und einem Unterkessel mit Rauchrohren und eingeb Überhitzer[3]) besteht. Für größere Einheiten kommen rohr-Strahlungskessel mit einer Heizflächenbelastung etwa 80 kg/m² bei 80 bis 86 vH Wirkungsgrad und Dampftemperatur von 400 ° in Frage. Die Anlagek für eine 35 at-Anlage betragen etwa 800 ℛℳ/m² Heizf

Bei den Siemens-Martin-Öfen wird die Wärme im raum hauptsächlich durch Strahlung übertragen. Am b und mit geringstem Temperaturgefälle strahlt fein ve ter Kohlenstoff die Wärme an Bad und Ofenwände Hierzu ist besonders weitgehende Vorwärmung des aus ofen- und Hochofengas bestehenden Mischgases erforde da sich bei Temperaturen über 1100 ° fein verteilter Ko stoff bei der Umsetzung von Methan mit Kohlensäure Wasserdampf in großer Menge abspaltet. Bei Verwen von Gichtgas setzt man zur Erhöhung der Wärmestra 10 bis 20 vH Generatorgas zu oder stäubt 5 bis 10 g je 1000 kcal Gas in den Gaszug ein. Bei Mischgasb beträgt der Wärmeverbrauch 1,25 bis $1{,}4 \cdot 10^6$ kcal/t.

Zur Erreichung hoher Ofenleistungen und gleichmä Durchwärmung muß bei Stoßöfen die Abgastemperatur 600 ° gehalten werden. Wärmewirtschaftlich beso günstig ist es, Luft oder Gas vorzuwärmen und eine kuperator zu benutzen. Eine wesentliche Vereinfac des Ofenbaues ist durch Koksofengaszusatz möglich. Sc rigkeiten durch die stoßweise Beanspruchung des W ofenbetriebes im Walzwerk lassen sich durch Misc druckbeheizung, Vergrößerung der Abzugsquerschnitte Saugzug überwinden. Der Gasverbrauch beträgt bei k Einsatz 350 000 bis 450 000 kcal/t, bei warmem Ei 200 000 bis 300 000 kcal/t. [N 2704] *Proc*

[2]) Z. Bd. 58 (1914) S. 1217.
[3]) „Stahl und Eisen" Bd. 46 (1926) S. 1383.

Wasserhebung und Wasserspeicherung

Von Dipl.-Ing. S. BAER, Berlin

Es wird dargelegt, welche Richtung in den letzten Jahren die Entwicklung der Hebewerke in den größeren deutschen Wasserwerken genommen hat, in welchem Maße die Kreiselpumpen an Vorrang gewinnen, wie neben Dampfkolbenmaschinen Dampfturbinen mit Zwischengetriebe, Verbrennungskraftmaschinen und größere Elektromotoren als Antriebkräfte zu finden sind, an welchen Orten, mit welchen Abmessungen und welchen Wirkungsgraden. Die Eigentümlichkeiten neuerer Erdbehälter werden erörtert und ein Beispiel eines neuzeitlichen großen Wasserturmes wird angeführt.

W Wasser *D* Dampf
VM Verbrennungskraftmaschinen *E* Elektromotoren

	Kreiselpumpen 1905	Kreiselpumpen 1928	Kolbenpumpen 1905	Kolbenpumpen 1928
Anzahl	9	64 vH	91	36 vH
Leistung	4,2	57,8 vH	95,8	42,2 vH

Abb. 1 und 2 Anzahl der Pumpen nach Art und Antrieb.

Abb. 3 und 4 Leistung der Pumpen nach Art und Antrieb.

Die Entwicklung der deutschen Wasserwerke ist stärker als die andrer Betriebe durch die Zeit der Geldentwertung gehemmt worden. Das ergab sich teils aus der öffentlichen, meist kommunalrechtlichen Stellung der Wasserwerke, teils aus dem Zwang, unter dem Druck der Öffentlichkeit, von verwaltungsmäßigen oder rechtlichen Maßnahmen den Wasserpreis an der untersten Papiermarkgrenze zu halten, schließlich aus dem auffälligen Minderverbrauch von Wasser. Alle diese rückhaltenden Einflüsse sind seit einem Jahrfünft weggefallen. Die Wasserwerke Deutschlands suchen, ungeachtet der Knappheit an Geldmitteln, vom Großteil der Techniker wenig beachtet, in gründlicher Arbeit nachzuholen, was versäumt war. Sie haben ausgeführt. was seit langem, oft seit der Zeit vor dem Kriege 1914 bis 1918 geplant, hier und da vielleicht trotz der Ungunst der Zeiten bereits teilweise in Angriff genommen war, und gelten damit jetzt auch im Auslande wieder als mustergültig. So bildet die Entwicklung der letzten fünf Jahre einen Ausfluß der Erwägungen und Vorarbeiten. die länger zurückliegen. Deshalb soll der hier zu gebende Überblick etwa den Zeitraum von 15 Jahren, seit 1914, umfassen.

Wasserhebung und Wasserspeicherung stehen in einem inneren Zusammenhang. ergänzen einander. Sie geben dem Wasserwerkingenieur die Möglichkeit, technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu folgen, in höherem Maß als die Wassergewinnung und die Wasserreinigung, bei denen naturgebundene Voraussetzungen gegeben oder gesundheitliche Rücksichten entscheidend sind. Deshalb eignen sich Wasserhebung und -speicherung besonders gut als Prüfstein und Spiegelbild des jeweiligen Standes der Technik.

Die folgenden Ausführungen sind. um das Thema zu begrenzen. in erster Linie auf großstädtische Wasserwerke beschränkt. Bei diesen ist es den Ingenieuren selten vergönnt, von Grund auf neue Werke zu bauen. Beim Umbau muß man sich nach Bestehendem richten und es benutzen; dies möge man nicht außer acht lassen.

Wasserhebung

Allgemeines

Man hat heute eine weit größere Auswahl an Antriebmaschinen als um die letzte Jahrhundertwende, wo in Wasserwerken nur Kolbendampfmaschinen, Leuchtgasmotoren, hier und da Elektromotoren, Kraftgasmotoren und Wasserturbinen zu finden waren. Jetzt stehen Elektromotoren und Kolbendampfmaschinen, Dampfturbinen und Ölmaschinen verschiedenster Art, nebenbei Wasserturbinen in Wettbewerb, bisweilen die schon früher verwendeten Leuchtgas- und Sauggasmotoren.

Wertet man, wie es hier geschehen ist, das Verzeichnis von Neuanlagen in der Statistik der deutschen Wasserwerke, herausgegeben vom Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern, vergleichsweise für das Jahr 1905 und für das Jahr 1927/28 aus, so erhält man die in Abb. 1 bis 4 dargestellten Schaubilder.

Es zeigt sich deutlich, wie der Anteil der Dampfanlagen der Zahl nach gesunken ist, wie diese aber der Leistung nach noch einen bedeutenden Platz einnehmen. Ferner ergibt sich ein ziemlich bedeutendes Anschwellen der elektrisch betriebenen Anlagen. Die Dieselmaschinen sind neu aufgetaucht, haben indessen mit den Gas- und Ölmotoren zusammen einen nicht wesentlich größeren Anteil als vor etwa 25 Jahren. Ganz auffällig ist das Ansteigen der Zahl der Kreiselpumpen.

Dampfpumpwerke

Die Kolbendampfmaschine ist Jahrzehnte hindurch fast die einzige und lange Zeit für Großwasserwerke die wirtschaftlichste Antriebmaschine gewesen. Die unmittelbare Übertragung der Bewegungskraft auf die Pumpe ergab einen äußerst günstigen Wirkungsgrad. Die unverwüstliche Betriebsicherheit und die hohe Lebensdauer der Kolbendampfmaschine sind für Wasserwerke von überragender Wichtigkeit. Alte Schwinghebelmaschinen sind Jahrzehnte lang im Betrieb gewesen, so von 1859 bis 1926 in Altona, von 1875 bis heute in Magdeburg, wo sie demnächst neuen Maschinen Platz machen sollen. Manche Maschine hat über zehn Jahre hindurch keine Sekunde stillgestanden. Es ist kein Wunder. wenn Kolbendampfpumpen, die ihre Dauerhaftigkeit in einer Weise bewiesen haben, wie es andre Maschinenarten erst tun müssen, auch jetzt in deutschen Wasserwerken noch hundertfach laufen.

Bereits vor 1914 hatte man Sattdampfmaschinen öfter zu Heißdampfmaschinen und für höhere Spannungen umgebaut. Der Kohlenmangel von 1916 bis 1923 begünstigte derartige Änderungen. Als Beispiel sei das Wasserwerk Geestemünde (Wesermünde) angeführt. Dort wurden 1920/21 zwei Dampfkessel mit 10 at anstatt bisher 6 at Überdruck eingebaut und an den beiden Dampfmaschinen die Sattdampfzylinder gegen

Zahlentafel 1. Neuere Pumpenanlagen mit Dampfkolbenpumpen.

Wasserwerk	Jahr der Inbetriebnahme	Lieferer der Antriebmaschinen und Pumpen	Dampfüberdruck at	Dampftemperatur °C	Wassermenge m³/h	Manom. Förderhöhe m	Umlaufzahl der Antriebmaschinen und Pumpen U/min	Spez. Förderarbeit des Dampfes mt/kg	Bemerkungen
Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft (Mülheim-Ruhr)	1915	Demag, Werk Mülheim (Thyssen & Co.)	13,5	325	5000 bis 6000	136	50 bis 60	60,4 gewährl.	Liegende Zwillings-Tandemmaschine mit 4 Zyl., 2 liegen doppeltwirkende Tauchkolbe pumpen
Hamburg (Rothenburgsort) Maschinen VII u. XII	1922	Ascherslebener Maschinenbau-A.-G.	12,0	350	1500 bis 1800	65	75 bis 90	53 erreicht	Stehende Zweifach-Verbundmaschine, je 2 stehende Tauc kolbenpumpen Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 277
Frankfurt a. M. (Hattersheim)	1928	Demag, Werk Mülheim	19,0	350	1880 i. max.	112	25 bis 60	56,3 im Mittel (erreicht)	Stehende Dreifach-Expansion maschine von 490, 830, 1300 m Zyl.-Dmr., 3 Differentialpump 900 mm Hub
Charlottenburger Wasser- und Industriewerke (Tiefwerder)	1928	A. Borsig	22,0	375	1100 bis 1400	55 bis 110	70	64 gewährl.	Liegende Zweifachverbundmaschine, liegende doppeltwi kende Zwillingspumpe, 1000 m Hub mit federbelasteten Rin ventilen u. Lenkerführung (Ba art *Schoene*)

gleich lange Gleichstrom-Heißdampfzylinder der Hanomag (jetzt Braunschweigische Maschinenbauanstalt, Abteilung Pumpenbau) umgetauscht.

Wo man nicht nur Teile von Dampfmaschinen, sondern ganze Dampfanlagen umbaut, sind die Dampfspannungen, gegenüber den vor einem Vierteljahrhundert üblichen, wie ein Blick auf die Zahlentafeln 1 und 2 lehrt, nicht in dem zu erwartenden Maße gestiegen. Der naheliegende Vergleich mit den Schwesterunternehmungen der Wasserwerke für die städtische Versorgung, den Elektrizitätswerken, würde sehr zu ungunsten jener ausfallen; er ist indessen abwegig, nicht nur, weil der erforderliche Kraftbedarf der Elektrizitätswerke viel höher ist, sondern weil die Rücksicht auf bestehende Anlagen von überragendem Einfluß bleibt.

Trotz dem Vordringen der Dampfturbopumpe weisen die Zugänge an neuen Kolbendampfpumpen einige stattliche Vertreter auf. Zahlentafel 1 gibt hierfü Beispiele. Die gewaltigste Pumpmaschine für kommuna Versorgungszwecke in Deutschland, vielleicht in Europa, i wohl heute noch die 1915 in Betrieb genommene 6000 m³ auf 136 m manom. Förderhöhe hebende Pumpmaschi für 3000 PS der Rheinisch-Westfälischen Wasserwerk Gesellschaft in Mülheim-Styrum, die die Demag, We Mülheim (früher Thyssen), in liegender Anordnung m rd. 34 m Gesamtlänge gebaut hat[1]).

Die allgemeine Anordnung der Kolbenpumpen h sich wenig geändert. Nur die Pumpenventile sind ve bessert worden. Große Ringventile werden häufig a Ventile mit Lenkerführung nach Bauart Dr.-Ing. *Schoe* gebaut. Diese Konstruktion gestattet den Ventiloberte mit möglichst geringem Gewicht auszuführen, so da

[1]) Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorgung Bd. 60 (1917) S. 125.

Zahlentafel 2. Neuere Pumpenanlagen mit Dampfturbopumpen.

Wasserwerk	Jahr der Inbetriebnahme	Lieferer der Antriebmaschinen	Lieferer der Pumpen	Dampfüberdruck at	Dampftemperatur °C	Wassermenge m³/h	Manometr. Förderhöhe m	Umlaufzahlen der Turbinen U/min	Umlaufzahlen der Pumpen U/min	Übersetzungsverhältnis	Spez. Förderarbeit des Dampfes gewährl. mt/kg	Spez. Förderarbeit des Dampfes erreicht mt/kg	Bemerkungen
Breslau Weidendamm	1924	Wumag, Görlitz	Wumag, Görlitz	6,8	240	1800	42,5	9000	1800	5 : 1	42,5	42,7	
Dortmunder Wasserwerke	1926	Maffei-Schwarzkopff		15	350	1380	82	5800	1450	4 : 1			Turbine 536 PS
Hamburg (Rothenburgsort)	1926	MAN	Amag-Hilpert	15	350 bis 375	4000	60	5400	855	6,32 : 1		60	einstufige Pumpe
Berl Städt. Wasserwerke (Tegel)	1926	AEG	AEG	15	350	1800 bis 2000	40 bis 60	7850	725	10,8 : 1	54,5 bei 2000 m³/h u. 50 m man.	54,6	zweistufige Pumpe
Berl. Städt. Wasserwerke (Lichtenberg)	1927	AEG	AEG	15	350	5000	20 bis 32	5470	710	7,7 : 1	52,5 bei 5000 m³/h u. 32 m man.	62,5	einstufige Pumpe
Berl. Städt. Wasserwerke (Stolpe)	1928	AEG	AEG	15	350	2000	60 bis 90	5460	780	7 : 1	56,3 bei 2000 m³/h u. 70 m man.	60,1	dreistufige Pumpe
Charl. Wasserwerke (Johannisthal)	1926	AEG	AEG	11	350	3000	65 bis 95	3015	590	5,13 : 1	54,5 bei 3000 m³/h u. 65 m man.	56,9	
Charl. Wasserwerke (Tiefwerder)	1928	AEG	AEG	22	350	3000	65 bis 95	3400	665	5,13 : 1	54,6 bei 3000 m³/h u. 95 m man.	60,2	
Wasserwerk Deutsch-Oberschl.	1929	A. Borsig	Gebr. Sulzer	32	380	2400	180	5000	1060	4,72 : 1	57,2		

h bei erhöhter Umlaufzahl ein ruhiges eiten erreicht ist.

Die Vorzüge der Dampfturbo-mpen, Zahlentafel 2, sind geringe chaffungskosten und geringer Platz-rf, Ersparnis an Schmieröl, einfachere enung. Dem stand von vornherein ein ngerer Wirkungsgrad als bei Kolben-pen gegenüber. Als die Dampfturbo-pe 1908 zunächst in dem Wasserwerk itzhof der Charlottenburger Wasser- und istrie-Werke auftauchte, betrug der Un-hied im Wirkungsgrad beinahe 20 vH; Pumpe diente daher nur zum Spitzenaus-h.

Den Vorsprung der Dampfkolbenpumpen n die Turbopumpen in den letzten ren recht weitgehend eingeholt, teils in-e Verbesserung der Dampfturbinen, teils lge Fortbildung der Kreiselpumpen. verbesserte Technik im Fertigen von nrädern erlaubt es, Zwischengetriebe schen Turbine und Pumpe einzuschalten. it kann man zwar nicht, wie bei Dampf-enpumpen einer wirtschaftlich günstigen aufzahl in weiten Grenzen folgen, ch eine für die Antriebmaschine für die Pumpe jedes Mal möglichst geeignete naufgeschwindigkeit suchen. Die Zahnradgetriebe den als Pfeil-, Schräg- oder neuerdings wieder von AEG als gerade Zahnräder ausgeführt, die Über-ngsverhältnisse gehen bis 1 : 10 hinauf, der Kraft-ust überschreitet nicht 2 bis 3 vH. Das früher oft agte starke Geräusch ist bei den neuesten Ausfüh-ren bedeutend eingeschränkt. Die Ausbildung der schengetriebe kommt außer Dampfturbinen auch an-n schnellaufenden Antriebmaschinen, wie den neu-ichen Dieselmaschinen, zugute.

Ein Beispiel für ein neuzeitliches Dampfturbowerk et das 1927 in Betrieb genommene Werk Lichtenberg Berliner Städtischen Wasserwerke, Abb. 5. In einem

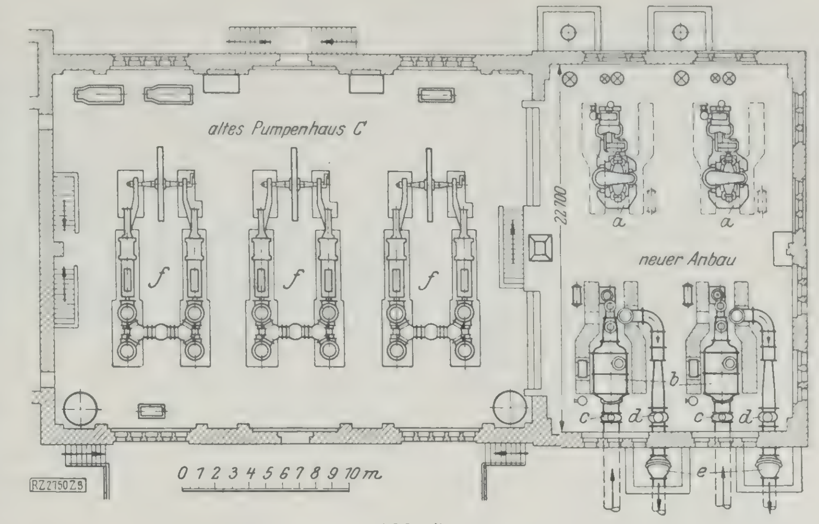


Abb. 5
Wasserwerk Berlin-Lichtenberg

a Dampfturbopumpen für Reinwasserförderung
b Kondensatoren, unter *a* aufgestellt
c Saugschieber
d Druckschieber
e Rückschlagklappen
f Dampfkolbenpumpen für Reinwasserförderung

Erweiterungsbau, der an das alte Kolbenpumpenhaus *C* anstößt, stehen vier von der AEG erbaute Dampfturbopumpen mit Getriebeübersetzung. Jede fördert rd. 5000 m³/h auf 20 bis 32 m für das sogenannte Tiefdruckgebiet. Die Anordnung der einzelnen Maschinensätze im Maschinenraum ergab sich im vorliegenden Fall aus der durch die vorhandene Kolbenpumpenanlage bedingten Raumbreite; bei völligem Neubau hätte man die Breite kleiner wählen können. Zum Vergleich sei auf die 1899 erbaute Dampfkolbenpumpenanlage verwiesen[2]). In dieser damals stattlichen Anlage leistete jede der drei Dampfkolbenpumpen bei gleicher Förderhöhe, wie sie heute die Turbinen haben, 1250 m³, so daß

[2]) Z. Bd. 35 (1901) S. 7.

Zahlentafel 3. Pumpenanlagen mit Antrieb durch Verbrennungskraftmaschinen.
ämtliche Pumpen sind Kreiselpumpen, mittels Zahnradgetriebe gekuppelt, bis auf die der Berl. Städt. Wasserwerke, die unmittelbar gekuppelt sind.

Wasser-erk	Jahr der Inbetriebnahme	Lieferer der		Kennzeichnung der Antriebmaschine	Leistg. der Antriebmaschine PS	Wassermenge m³/h	Manom. Förderhöhe m	Umlaufzahlen der		Übersetzungsverhältnis	Gewährleistete spez. Förderarbeit d. Brennst. mt/kg	Bemerkungen
		Antriebmaschinen	Pumpen					Antriebmaschinen U/min	Pumpen U/min			
ettin (Pomerensdorf)	1927	Mannheimer Motorenwerke	Maffei-Schwartzkopff	6-zylindriger Viertakt-Dieselmotor	270	600 650	70 15	225	1480 995	1 : 6,58 1 : 4,42	1090	eine Hoch-, eine Niederdruckpumpe
Be. Städt. aerwerke Mggelsee)	1927	Motorenfabrik Deutz	Maffei-Schwartzkopff	6-zylindriger Viertakt-Dieselmotor	394 bis 612	3000	28 bis 44	225 bis 265	225 bis 265	1 : 1	1350 (bei 33 m Höhe)	zweistufige Pumpen
Be. Städt. aerwerke Mggelsee)	1927	Motorenfabrik Deutz	Maffei-Schwartzkopff	6-zylindriger Viertakt-Dieselmotor	201 bis 345	1500	28 bis 44	268 bis 315	268 bis 315	1 : 1	1265 (bei 33 m Höhe)	zweistufige Pumpen
omunder aerwerke	1928	Gebr. Körting A.-G.	Escher-Wyß	6-zyl. 4-Takt-Dieselmotor	650	1296	95	225	850	1 : 3,78	1156	
omunder aerwerke	1928	Gebr. Körting A.-G.	Escher-Wyß	6-zyl. 4-Takt-Dieselmotor	360	702	95	275	850	1 : 3,09	1120	
Köln Flingen)	1929	Motorenfabrik Deutz	Jaeger & Co.	3-zyl. 4-Takt-Dieselmotor	270	1020	53	250	1200	1 : 4,8	1153	(im Bau)
Köln Flingen)	1929	Motorenfabrik Deutz	Jaeger & Co.	8-zyl. 4-Takt-Dieselmotor	1200	3360	53	200	650	1 : 3,25	1120	
ettin (Echow)	1929	Motorenfabrik Deutz	Deutsche Werke Kiel	3-zylindriger Viertakt-Dieselmotor	95	450	36	300	865	1 : 2,88		einstufige Pumpe (im Bau)
ettin (Echow)	1929	Motorenfabrik Deutz	Deutsche Werke Kiel	3-zylindriger Viertakt-Dieselmotor	63	300	34	300	1015	1 : 3,38		(im Bau) für Wechselbetr. Gas/Öl

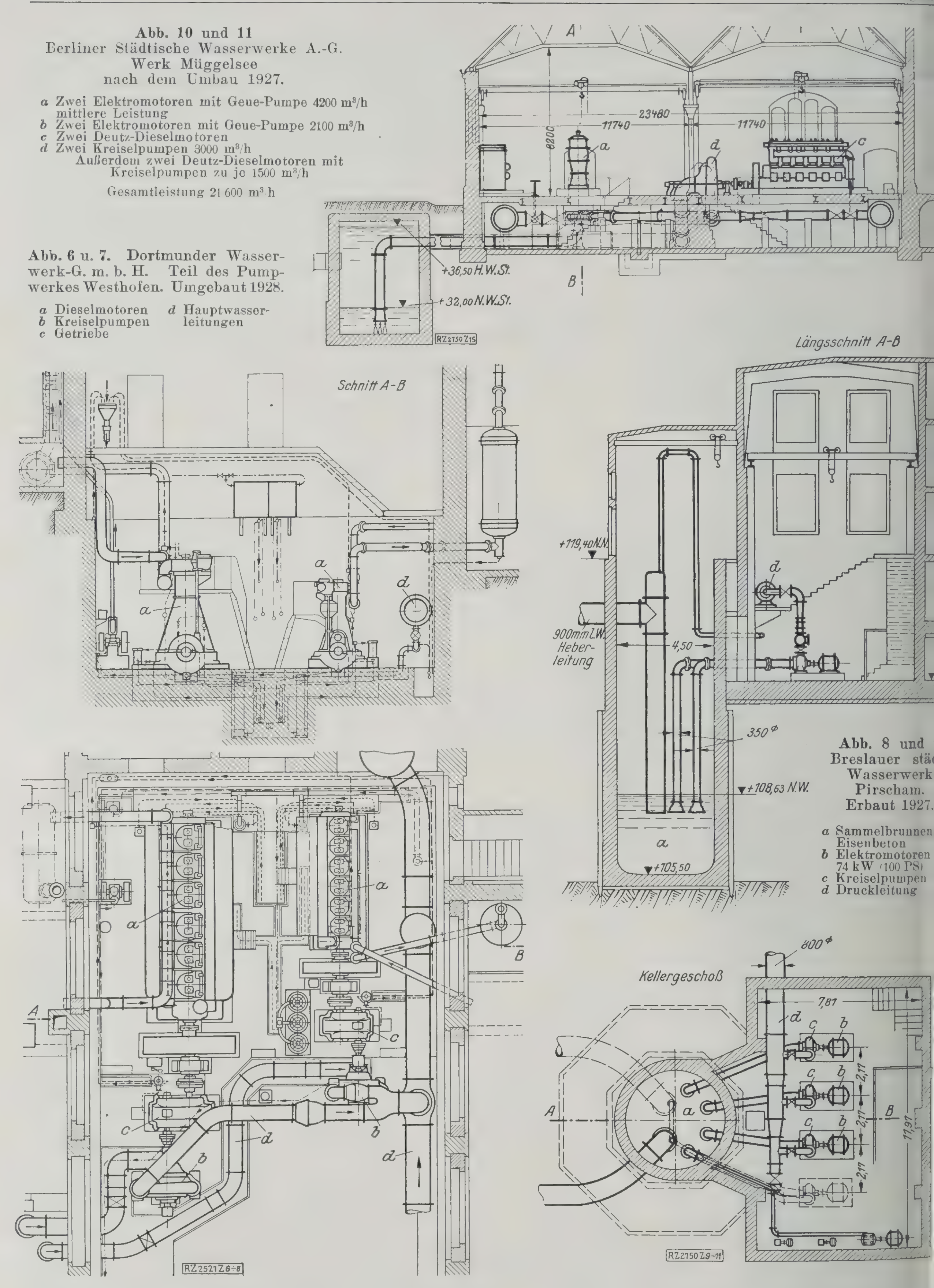


Abb. 10 und 11 Berliner Städtische Wasserwerke A.-G. Werk Müggelsee nach dem Umbau 1927.

a Zwei Elektromotoren mit Geue-Pumpe 4200 m³/h mittlere Leistung
b Zwei Elektromotoren mit Geue-Pumpe 2100 m³/h
c Zwei Deutz-Dieselmotoren
d Zwei Kreiselpumpen 3000 m³/h
Außerdem zwei Deutz-Dieselmotoren mit Kreiselpumpen zu je 1500 m³/h

Gesamtleistung 21 600 m³/h

Abb. 6 u. 7. Dortmunder Wasserwerk-G. m. b. H. Teil des Pumpwerkes Westhofen. Umgebaut 1928.

a Dieselmotoren
b Kreiselpumpen
c Getriebe
d Hauptwasserleitungen

Abb. 8 und [...] Breslauer stä[dtische] Wasserwerk[e] Pirscham. Erbaut 1927.

a Sammelbrunnen [...] Eisenbeton
b Elektromotoren [...] 74 kW (100 PS)
c Kreiselpumpen
d Druckleitung

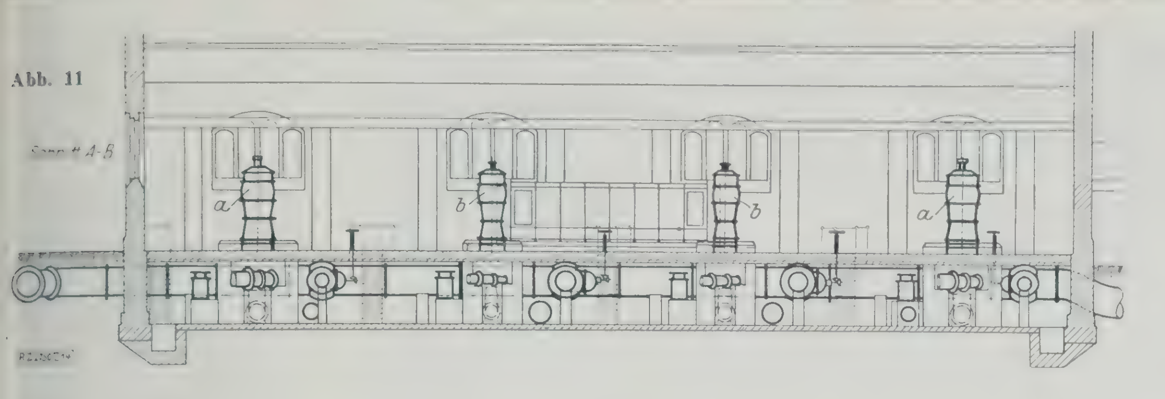
damals 3750 m³/h Förderleistung eine Grundfläche von 610 m² beanspruchten, während heute für 20 000 m³ 530 m² genügen.

Der Aufbau der Maschinensätze in Lichtenberg gleicht im wesentlichen dem im Wasserwerk Tegel der Berliner Städtischen Wasserwerke[3]).

[3]) s. *Kurzack*, Z. Bd. 70 (1926) S. 1521.

Ein ähnliches Bild wie Tegel und Lichtenberg bi[etet] das 1928 in Betrieb genommene Werk Stolpe der Berl[iner] Städtischen Wasserwerke A.-G., wo drei neue Da[mpf]turbopumpen der AEG von je 2000 m³/h Leistung au[f] bis 90 m Höhe als Ausbau einer früheren Kolbenda[mpf]maschinen-Anlage von 2 × 700 m³/h Förderung un[ter]gebracht sind. Wenn man diese Dampfkolbenpum[pen]

Abb. 11



Zahlentafel 4

Neuere Pumpenanlagen mit elektrischem Antrieb.
Sämtliche Pumpen sind mit dem Motor unmittelbar gekuppelte Kreiselpumpen.

Wasserwerk (Zahl gleichartiger Pumpen)	Inbetriebnahme	Lieferer		Art der Motoren	Stärke	Wassermenge	Manom. Förderhöhe	Umlaufzahl der Motoren und Pumpen	Gesamtwirkungsgrad des Pumpensatzes (berechn.)	Bemerkungen
		Motor	Pumpen		kW	m³/h	m	U/min	vH	
Mannheim (Rheinau)	1926	BBC	Gebr. Sulzer			2500	60	970		einstufige Mitteldruckpumpe
Altona (3)	1927	AEG	Weise Söhne	Drehstrom-Hochspannungsmotor	440 (598)	1000	100	1485	62	Pumpen einstufig
Breslau Pirscham) (3)	1927	AEG	Escher-Wyß	Drehstrom-Asynchron-Motor	74 (100)	650	28	1460	68	
Berliner Städt. Wasserwerke Müggelsee) (2)	1927	SSW	Vereinigung deutscher Pumpenfabriken	Drehstrom-Asynchron-Motor mit stehender Welle	488 (663)	4400 oder 4200 oder 3000	28 oder 33 oder 44	735	69 77,5 74	Senkrechte Kreiselpumpen, Schraubenpumpen (Geue)
Berliner Städt. Wasserwerke Müggelsee) (2)	1927	SSW			251 (341)	2200 oder 2100 oder 1500	28 oder 33 oder 44	980	67 75 72	
Dresden (Tolkewitz)	1927	AEG	Gebr. Sulzer	Drehstrom-Hochsp.-M.	730 (990)	2844	74	1480		einstufige Pumpe
Berliner Städt. Wasserwerke Kleistpark) (2)	1928	Maffei-Schwartzkopff		Drehstrom-Asynchron-Motoren liegend	270 (300)	2500 oder 2000 oder 1500	20 oder 25 oder 30	730	62 62 56	
Berliner Städt. Wasserwerke Kleistpark) (2)	1928	Maffei-Schwartzkopff			114 (155)	1200 oder 1000 oder 800	20 oder 25 oder 30	985	57 60 57	
Görlitz (2)	1928		Wumag			625 oder 170	95 95	1450 1450		zwei- und vierstufige Pumpen,
Königsberg i. Pr., Pregelwerk (2)	1928	Maffei-Schwartzkopff			75 (102) 46 (63)	360 bis 400 240 bis 260	48 bis 44 50 bis 46	1460 1470	65 72	einstufige Pumpe zweistufige „
Leipzig (Kanitz) (1)	1928	SSW	Gebr. Sulzer	Drehstrom-Asynchron-Motor	640	2300		1440	61	
Mainz Hof Schönau) (1)	1928		Gebr. Sulzer		(302)	1300	46	1470	69	einstufige Pumpe
Mainz Hof Schönau) (3)	1928		Gebr. Sulzer		(140)	600	46	1470	73	zweistufige Pumpe
Halle a. S. (1)	1929	SSW	Weise Söhne	Drehstrommotor	400 (540)	1080 oder 1200 oder 1260	84 80 76	1450	62 66 65	im Bau

später ebenfalls durch Turbopumpen ersetzen wollte, könnte man in den Raum, den sie einnehmen, drei weitere Dampfturbopumpen mit zusammen 3 × 4000 m³ unterbringen.

Die in das Werk Tiefwerder der Charlottenburger Wasser- und Industriewerke A.-G. von der AEG eingebaute Dampfturboanlage entspricht dem Aufbau nach den bisher erwähnten Anlagen, unterscheidet sich jedoch dadurch, daß sie die ungewöhnlich hohe Dampfspannung von 22 at Überdruck aufweist.

Pumpwerke mit Verbrennungskraftmaschinen-Antrieb

Bis um das Jahr 1920 herum waren Verbrennungskraftmaschinen bis zu rd. 120 PS mit einem Zylinder als Antriebmaschinen in Wasserwerken zahlreich zu finden, jedoch kaum größere. Entsprechend der Entwicklung der Dieselmaschinen tauchen heute mehrzylindrige starke kompressorlose Motoren in stehender Bauart auf. Zahlentafel 3 (S. 541) gibt hierfür einige Beispiele.

Wie bereits angedeutet, hat das Zahnradgetriebe auch zwischen Dieselmaschine und Kreiselpumpe als Zwischen-

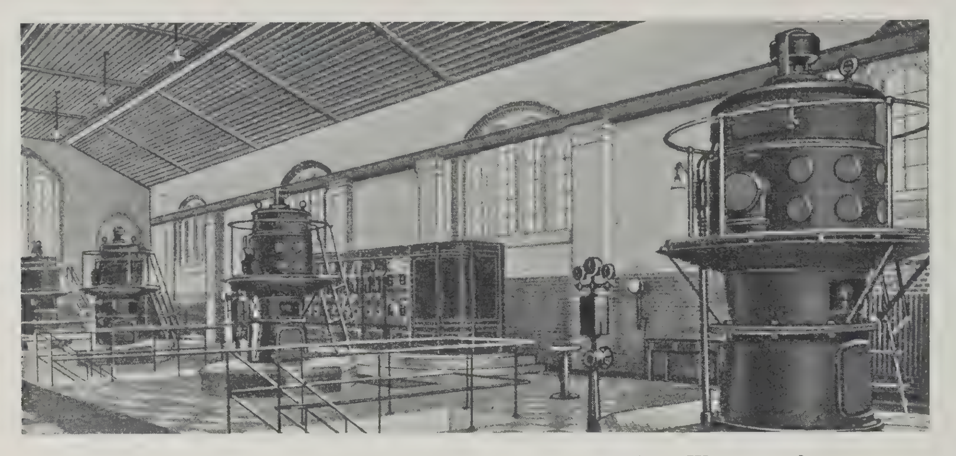


Abb. 12. Werk Müggelsee der Berliner Städtischen Wasserwerke.

glied Verwendung gefunden. Neuerdings hat man sogar im Werk Müggelsee der Berliner Städtischen Wasserwerke, A.-G., Dieselmotoren der Motorenfabrik Deutz unmittelbar mit Hochdruck-Kreiselpumpen gekuppelt, ohne daß die niedrige Umlaufzahl dem Wirkungsgrad abträglich ist.

Eine Kolbenpumpe in unmittelbarer Kupplung mit einem Dieselmotor mit Ventilen besonderer Konstruktion nach Dr. *Schoene* versehen, wird die Firma Freund-Starke-Hoffmann (Hirschberg) auf der Ausstellung „Gas und Wasser“ in Berlin im Frühjahr 1929 zeigen.

Bei Riemenübertragung ist die Kupplung zwischen Motor und Pumpe schon öfter so eingerichtet worden, daß die Pumpe abwechselnd von der Dieselmaschine oder von einem Elektromotor angetrieben werden kann. Die Anlage in Stettin-Pommerensdorf (Zahlentafel 3 Nr. 1) erreicht dasselbe mittels Zahnradgetriebes. Die Kreiselpumpe kann entweder unmittel bar gekuppelt mittels Dreh strommotors von 180 kW ode mittels Zahnradgetriebe de Demag, A.-G., in Schrägver zahnung laufen.

Die zur Zeit im Bau be findliche Anlage Stettin-Pol chow, von der Motorenfabri Deutz herrührend, sollte di Kraftversorgung des Wasser werkes besonders vom Brenn stoffmarkt sowie von Elektr zitäts- oder Gaswerken unab hängig machen. Sie erhält ei Gaskraftwerk, das abwechseln mit kleinkörnigem Gas- ode Zechenkoks, englischem ode deutschem Anthrazit oder abe mit Gasöl (Rohöl) arbeite kann. Da man die Gaskraftanlage für wirtschaftlich de Rohölbetrieb überlegen hält, zumal der Brennstoff i eigenen Betrieb anfällt, soll in der Regel mit Koks ge arbeitet werden. Alle Motoren sind jedoch in wenige Stunden von Gasbetrieb auf Dieselbetrieb umzuändern.

Die stattlichsten Abmessungen für den Wasserwerk betrieb mittels Dieselmaschinen wird wohl das im Ba befindliche Wasserwerk der Stadt Köln in Fühlinge (Zahlentafel 3) mit seinem 1200 PS-Motor der Motoren fabrik Deutz aufweisen.

In Abb. 6 und 7 sind die von der Firma Gebr. Körtin für das Wasserwerk Westhofen der Dortmunder Wasse werk-G. m. b. H. gelieferten Dieselmotoren von 650 P und 360 PS mit je einer Kreiselpumpe der Firma Esche Wyß & Cie. dargestellt, während Abb. 10 das Wasse werk Müggelsee der Berliner Städtischen Wasserwerke A.-G., mit vier Pumpensätzen: Deutz Dieselmotoren und Kreiselpumpen von Ma fei-Schwartzkopff, zeigt.

Abb. 13. Werk Blankenese der Altonaer Wasserwerke.

Elektrischer Antrieb

Schon seit Jahren hat sich der elek trische Antrieb das Großwasserwerk erober Das Pumpwerk Niederstotzingen der Wür tembergischen Landeswasserversorgung[4] bietet dafür ein klassisches Beispiel. Mehrer neue größere Anlagen sind in Zahle tafel 4 (S. 543) gekennzeichnet. Der Nach teil des elektrischen Antriebes, die Abhängig keit von einer fremden Kraftanlage, schein nicht mehr so ausschlaggebend wie frühe in Betracht gezogen zu werden, obwohl die ser Nachteil nicht nur betrieblicher, son dern auch wirtschaftlicher Natur ist. Den wenn die Elektrizitätswerke auch ihrerseit die Wasserwerke als sichere Abnehme außerhalb der Spitzenbelastung schätzen, s bleibt doch die Wirtschaftlichkeit des Werke mit der Tarifgebarung des Elektrizität werkes verknüpft, was besonders ins Ge wicht fällt, wenn beide Werke in verschie denen Händen liegen. Oft wiegen dann gün stige Tarife, gegebenenfalls für Nachtstrom das Hörigkeitsverhältnis auf. Die gewaltig Verbreitung des elektrischen Betriebes en springt nur teilweise der Ersparnis an Raun und an Bedienung.

Viel mehr empfiehlt dem Wasserwerk ingenieur den elektrischen Betrieb sein große Wendigkeit. Der elektrische Stron läßt sich fernlenken, läßt sich selbsttätig ab stellen, wenn Hochbehälter gefüllt sind ode wenn selbsttätige Schaltvorrichtungen an springen, läßt sich sogar bei kleinere Werken für bestimmte Stunden ei

[4]) Z. Bd. 66 (1922) S. 1093.

Abb. 14 (links)
Geue-Pumpe.

a Elektromotor
b Pumpe

Leistung: 3000 bis 4400 m³/h bei 44 bis 28 m man. Förderhöhe.
Kraftbedarf 620 PS.

Abb. 15 und 16
(rechts)

Dortmunder Wasserwerks-G. m. b. H.
Pumpwerk Hengsen.

a Dampfturbine
b Kreiselpumpe
c Elektromotoren
d Kreiselpumpen
e Windkessel

ellen, etwa zur Nachtzeit, und erleichtert die Überachung der Tätigkeit des Pumpwerkes. Steht dieses einem Park oder an ähnlicher bevorzugter Lage, so ört es nicht durch Dämpfe und Abgase. Motor und Pumpe ssen sich in Schächten zusammenbauen, in Tiefbrunnen lbst unter Wasser versenkn, ersparen so Heberleitungen der Saugleitungen und erweisen ch damit als hervorragend geznet zum Fördern des Rohassers.

Als Beispiel elektrischen Beiebes zeigen Abb. 8 und 9 das erk Pirscham der Breslauer ädtischen Wasserwerke.

Ein elegantes Beispiel bietet s Werk Müggelsee der Berler Städtischen Wasserwerke, bb. 10 bis 12. Abb. 12 zeigt die rnehme Wirkung des Innenumes und der Maschinen. Es nd von der Vereinigung deutcher Pumpenwerke gebaute eue-Pumpen, eine Schraubenimpe mit senkrechter Welle bst stehenden Motoren der Siems-Schuckertwerke. Das Wasr tritt bei der Geue-Pumpe an ner Seite aus. Die Schaufeln aus ronze sind räumlich gekrümmt. in Leitrad ist nicht vorhann, s. Abb. 14. Zusammen mit er von Deutzer Dieselmotoren angetriebenen Pumpen vereinigen sich im alten Maschinenhaus C 21 600 m³/h mittlerer Förderleistung nach dem 1927 erfolgten Umbau in 8 Maschinen, was 16 liegende Dampfmaschinen und Kolbenpumpen leisteten, als das Werk 1893 nach damals neuzeitlichsten Gesichtspunkten errichtet wurde. Das recht ansehnlich wirkende Werk von Blankenese der Altonaer Wasserwerke, letzteres mit AEG-Motoren und Pumpen von Gebr. Weise, zeigt Abb. 13.

Gleich dem Werk Berlin-Müggelsee betreibt auch das 1924/26 umgebaute Werk Hengsen der Dortmunder

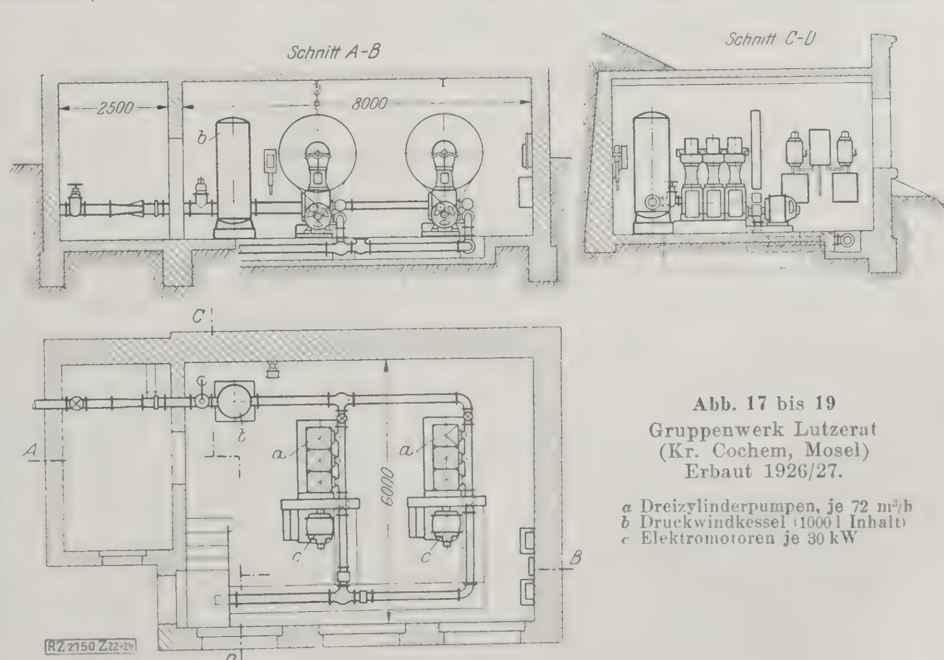


Abb. 17 bis 19
Gruppenwerk Lutzerat
(Kr. Cochem, Mosel)
Erbaut 1926/27.

a Dreizylinderpumpen, je 72 m³/h
b Druckwindkessel (1000 l Inhalt)
c Elektromotoren je 30 kW

Wasserwerks-G. m. b. H. seine Pumpen mit Maschinen verschiedener Art. Eine Dampfturbopumpe von 1100 m³/h, Abb. 15 bis 16, und zwei Elektrokreiselpumpen von je 500 m³/h heben das Wasser auf 90 m. In dem 220 m² großen Raum ist Platz für mindestens eine Verdoppelung der Elektropumpen vorhanden. Abb. 17 bis 19 zeigen als Beispiel für ein Kleinwasserwerk das Gruppenwasserwerk der Bürgermeisterei Lutzerath in Kreis Cochem a. d. Mosel. Das nach Entwürfen von Kreisbaumeister *Momm* durch die Vereinigung deutscher Pumpenwerke errichtete Pumpwerk beweist zugleich, wie der elektrische Betrieb notwendigenfalls auch gut mit Kolbenpumpen arbeiten kann. Man hätte dort in den ersten Jahren die Leistungen der Kreiselpumpen zunächst stark drosseln müssen und entschied sich nach genauer Prüfung für Tauchkolbenpumpen. Örtliche Verhältnisse zwangen dazu, die Maschinenanlage möglichst wenig sichtbar (weil Naturschutzgebiet) und auf kleinem Raume unterzubringen. Es wurden Pumpen stehender Bauart mit drei Zylindern, Bauart Henry-Hall Nachf. in Fürstenwalde (Spree) gewählt. Zum Antrieb der Pumpen dienen zwei AEG-Drehstrommotoren mit je 30 kW Leistung und 725 U/min. Die Pumpen laufen mit 110 U/min und fördern 72 m³/h auf 83 m Förderhöhe. Sie werden durch den Wasserstand im Hochbehälter selbsttätig ein- und ausgeschaltet.

Diese selbsttätige Schaltung elektrischer Pumpen hat in den letzten Jahren das Entstehen vollkommen selbsttätiger Pumpwerke ohne Hochbehälter vermehrt. Namentlich bei Erweiterungen, mit denen z. B. neue hoc gelegene Stadtteile anzuschließen sind, erspart man d durch Hochbehälter oder Wassertürme.

Wasserspeicherung

Die selbsttätigen Pumpwerke haben zwar dazu be getragen, die Speicherung in Behältern vielfach entbeh lich zu machen, also die Zahl derartiger Bauten zu ve mindern. Andere Umstände jedoch, wie die in Zukun zweifellos steigende Versorgung mittels Gefälleitunge aus Talsperren und der Betrieb elektrischer Pumpwerk mit billigem Nachtstrom, begünstigen wieder den Bau v Behältern, insbesondere

Erdbehältern

Der größte Erdbehälter in Deutschland ist zur Ze noch der 1917 vollendete Behälter III von Nürnber ein Bauwerk fast ausschließlich aus Stampfbeton f 50 000 m³ Nutzinhalt. Ihm kommt der 1927 fertiggestell Reinwasserbehälter Hamburg (Rothenburgsort) a Eisenbeton mit 40 000 m³ (Kosten 1,87 Mill. *RM*, schlecht Baugrund) und mehrere für die Berliner Städtische Wasserwerke, A.-G., ausgeführte Reinwasserbehälter a Eisenbeton bei den Werken Müggelsee und Stolpe de Fassungsraume nahe. Es liegen bereits fertige Entwür für einen Behälter von 60 000 m³ für Dresden und f einen von 100 000 m³ für München vor. Der letzte B hälter würde einer der größten werden, die es übe haupt gibt.

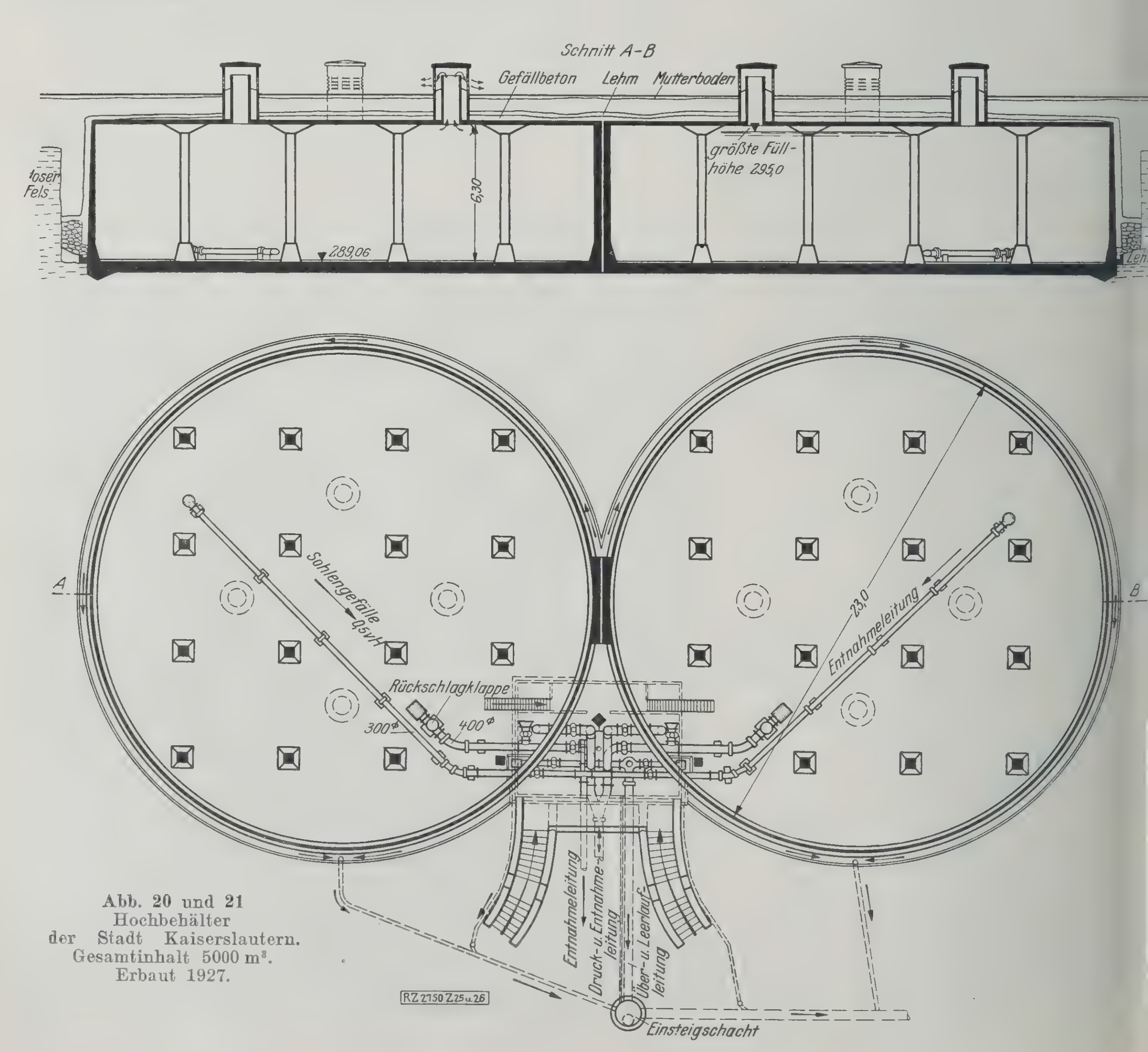


Abb. 20 und 21
Hochbehälter
der Stadt Kaiserslautern.
Gesamtinhalt 5000 m³.
Erbaut 1927.

Der Baustoff für Erdbehälter bestand in den letzten ren vorwiegend in Eisenbeton. Behälter aus Beton ohne eneinlagen in der jahrzehntelang bewährten Form mit ölbter Decke und gewölbten Endwiderlagern in der ıgs- und geraden Stirnmauer als Abschlußwände in der richtung sind auch unter den neuen Behältern bisien zu finden, wie die beiden 1922 für Bad Kissingen Zivilingenieur *Hassold* (Nürnberg) erbauten, der 6 für Mainz und der 1925 für Leipzig geschaffene, ser mit 25 000 m³ Fassungsraum.

Der Eisenbeton ermöglicht mannigfache Formen, sool in der Grundrißbildung wie in Stützen, Wänden und ken. Als Grundriß wendet man neuerdings mehr als ıer die Kreisform an, die allerdings dann unzweckıig wird, wenn sich der neue Behälter an einen beenden oder an ein Gebäude anschließt, wie es bei ıwasserbehältern die Regel ist (das sind diejenigen, als Vorratbehälter für die Hebewerke zwischen ıbereitanlagen und Hebewerk geschaltet sind).

Die Theorie der Berechnung kreisförmiger Behälter neuerdings immer weiter durchgebildet worden, so daß wierigkeiten beim Entwerfen wegfallen. Will man den älter in zwei Kammern teilen, so entscheidet man sich kreisförmigem Grundriß oft für den Zwillingsbehälter, i nebeneinanderliegende, meist gleich große Behälter, unden durch die Kammer für die Füll- und Entorgane. Größere Beispiele kreisförmiger Behälter die 1925 und 1927 für das Wasserwerk Deutsch-Oberesien von der Huta-Breslau nach Entwürfen von Direk-Dr.-Ing. *H. Marcus* gebauten Behälter am Grützberg bei Zawada von je 36 m Dmr. und je 6000 m³ Inhalt, Behälter für die Talsperrenversorgung Muldenberg i. Sa. 25 m Dmr., 5 m Wassertiefe und 2500 m³ Inhalt, der für serslautern 1927 erbaute von 5000 m³ Inhalt, Abb. 20 21, der für Dortmund-Hengsen der Dortmunder Wasverke G. m. b. H., 1927 erbaute mit 2800 m³ Inhalt. Die ken über Rundbehältern erhalten von jeher gern Kuporm. Muldenberg mit 25 m Spannweite und der Zwilsbehälter Dortmund-Hengsen mit 21,6 m Spannweite der pel sind dafür Beispiele aus den letzten Jahren. Eine Deckenart für runde wie rechteckige Behälter ist aus Anwendung der Pilzdecke auf den Behälterbau entden. Nicht nur statische Gründe sprechen für die Pilzce, die im allgemeinen erst bei starker Auflast ihre Wirtschaftlichkeit erweist, sondern auch der Vorteil r ebenen Untersicht und damit einer guten Entlüftung Behälterinnern, sowie ein rascher Baufortschritt. Pilzen haben die Rundbehälter in Zawada und in Kaiserstern, mehrere rechteckige in den Jahren 1926 und 1927 die Stuttgarter Wasserwerke erbaute Behälter, der Beär Heidelberg-Eselsgrund mit 3000 m³ Inhalt, der Reinserbehälter Hamburg (Rothenburgsort) mit seinen 880 lern, Ausführung P. Kossel & Co., Bremen.

In eigentümlicher Weise, die bisher keine Nachahmung nden hat, sind die 1913 bis 1915 ausgeführten Behälter Stadt Pforzheim eingedeckt. Es sind teils Füllkörper Schlacken-, teils Hohlkörper aus Bimsbeton, so andnet, daß Kreuzbewehrung möglich wurde[5]).

Der Eisenbeton gestattet es leicht, notwendigenfalls die e des Behälters über den Erdboden zu erheben, den Beär also auf einen Hohlraum zu setzen. Davon hat man Behältern in Heilbronn und in Görlitz Gebrauch geht. Der Görlitzer enthält in seinem unteren Stockwerk n Transformator und Prüfraum, in seinem oberen den älter, ähnlich der Heilbronner. Einen freitragenden en hat ferner der Behälter Essen-Bredeney erhalten, eine zweckmäßige Lagerung bei den durch den Bergbau ursachten Bodensenkungen zu erzielen. Das sehr beenswerte Bauwerk, das 4000 m³ Wasser faßt, zeigt, sich der Eisenbeton schwierigen Gründungsverhältn anzupassen vermag. Die Behälteraußenwände sowie schenwände stellen quadratisch bewehrte Eisenbetonen dar, die den Wasserdruck und die meterdicke Erdast auf eine möglichst kleine Grundfläche übertragen. kt sich der Boden, so kann sich der auf dieser kleinen ndfläche ruhende Behälter mitbewegen, ohne daß man Zerreißen fürchten muß.

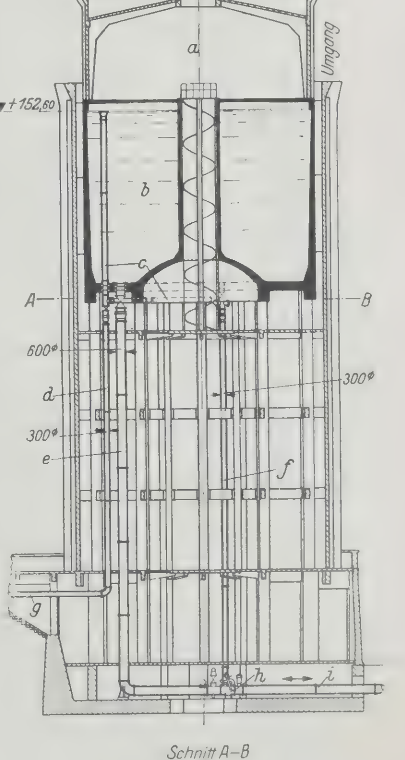
[5]) „Bauingenieur" Bd. 2 (1920) S. 165 bis 169.

Die Bauausführung der größeren Erdbehälter macht sich die Fortschritte im Verarbeiten großer Betonmassen zu eigen. Der Behälter Hamburg (Rothenburgsort) ist z. B. von einer fahrbaren Betonierungsbrücke aus nach dem Gußbetonverfahren hergestellt. Zum Erdaushub dienen Löffelbagger; die Baustoffe werden mit neuzeitlichen Hilfsmitteln bewegt. Wie sich dadurch das Zeitmaß des Behälterbaues hebt, zeigt sich beim Bau des Reinwasserbehälters für das Müggelsee-Werk der Berliner Städtischen Wasserwerke von 30 000 m³ Nutzinhalt. Dieser vollkommen unter der Erde liegende Behälter erforderte für 45 000 m³ Bodenaushub 50 Tage, für 32 000 m³ umbauten Raum ohne Baustelleneinrichtung, aber einschl. aller sonstigen Arbeiten 100 Tage Bauzeit, im ganzen also nur reichlich 5 Monate.

Wassertürme

Im Wasserturmbau spielt der Eisenbeton ebenfalls eine immer größere Rolle. Außer den gemauerten Turmschäften für eiserne Behälter findet man solche für Eisenbetonbehälter. Mit Vorliebe scheint man den Turmschaft als Rahmengerippe in Eisenbeton zu gestalten, das außen mit Ziegeln oder — wie in Bremen-Inlandhafen — mit Betonformsteinen ausgefüllt ist.

Als Beispiel eines neuen Groß-Wasserturmes sei der Mitte 1928 in Halle a. S. vollendete Wasserturm für die dortigen Städtischen Wasserwerke angeführt, Abb. 22 und 23. Der Wasserturm steht auf der Stelle, an der sich früher ein bei der ersten Anlage des Halleschen Wasserwerkes 1868 von *Salbach* errichteter Turm befand, dessen äußere Form wohl den jetzigen Turm beeinflußt hat. Sein Entwurf stammt von den Städtischen Wasserwerken Halle a. S. und der dortigen Niederlassung der Firma Wayss & Freytag A.-G. (Direktor Dr. *May*). Der Eisenbeton-Wasserbehälter von 2000 m³ Wasserinhalt und rd. 12 m Wassertiefe hat teilweise einen nach oben gewölbten Kuppelboden. Der Abstand des obersten Wasserspiegels von Geländehöhe beträgt 37,76 m. Zehn äußere und zehn innere Stützen aus Eisenbeton, ausgesteift durch Eisenbetonrahmen, tragen den Eisenbetonbehälter. In der Außenwand liegen zehn kleinere Eisenbetonstützen. Die Außenwand besteht aus Ziegelmauerwerk mit Klinkerverkleidung, das mit Kupferplatten gedeckte Dach ist in Eisenbeton ausgeführt. Die Galerie, die in 6,6 m Höhe über Gelände um den Turm läuft, erweitert sich seitwärts zu einer monumentalen Plattform.



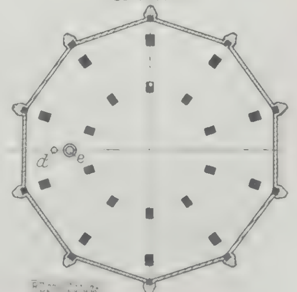


Abb. 22 und 23 Wasserturm Lutherplatz in Halle a. S. Erbaut 1928.

a Kuppelhalle
b Turmbehälter
c Verbindung zwischen Überlauf und Entleerleitung
d Überlaufleitung
e Zu- und Ablaufleitung
f Entleerleitung
g Leitung nach dem Erdbehälter
h Rohrbruchventil
i Leitung vom Pumpwerk Beesen und zur Stadt

Die Leitungen des Turmes sind durch ein Rohrbruchventil gegen das Stadtrohrnetz abgeschlossen. Dieses Ventil schließt sich selbsttätig, sobald im Stadtrohrnetz ein Hauptrohr bricht. Diese Wirkung wird durch eine Stauscheibe im Ventil hervorgerufen; sobald ein Wasserstrom mit ungewöhnlich hoher Geschwindigkeit die Scheibe trifft, schließt sie mittels eines Gewichtmechanismus eine linsenförmige, sonst wagerecht liegende Abschlußklappe; eine Ölbremse verhindert einen Schnellschluß des Ventils. Es hat sich bereits in einem Fall bewährt, ebenso hat das Bauwerk einschl. des Eisenbetonbehälters ohne jeden Schaden dem strengen Frost Anfang 1929 standgehalten.

Die Wohnungsnot und der Wunsch, den Wasserturm auch für andre Zwecke auszunutzen, haben den alten Gedanken wieder aufleben lassen, den Wasserturm für Wohn- und Bureauzwecke im Unterbau nutzbar zu machen. Sogenannte „Wohnwassertürme" sind in den letzten Jahren in Berlin-Neuenhagen und in Wesermünde ausgeführt worden. Die Architekten dieser Türme haben sich redlich bemüht, günstige Bilder zu schaffen. Ob es möglich ist, dies zu erreichen, mag dahingestellt bl Die Türme machen den Eindruck von Turmhäuser deren tot wirkenden obersten Stockwerken die Fenster f

Schlußwort

Die deutschen Wasserwerke in Nord und Süd, Os West haben in den letzten Jahren nicht geruht, sic mannigfachen Fortschritte des Maschinenbaues für Hebewerke zunutze zu machen und dem Stande des ingenieurwesens hinsichtlich ihrer Speichereinrichtung folgen. Viel neuzeitlicher als noch vor einem Jah sieht es heute in den Maschinenhäusern der Wasserv aus. Häufiger als ehedem begegnet man Kreiselpu bis hinauf zu je 150 000 mt/h Leistung, sowohl mit früher fast stets üblichen elektrischen Antrieb mit Dampfturbinen und Verbrennungsmaschinen; e werden bis zu 53 vH bessere spezifische Förderleistu gegenüber denen vor 15 Jahren. Im Bau der Behält der Eisenbeton und damit die ihm eigene Freiheit des struierens von wachsendem Einfluß. [B 27

Wasserbedarf und Wasserbeschaffung

Von Mag.-Oberbaurat a. D. Direktor Dipl.-Ing. O. KOENIG, Magdeburg

Feststellung des Wasserbedarfs mit seinem jährlichen, monatlichen, wöchentlichen, täglichen und stündlichen Verbrauchsschwankungen. — Hydrologische Grundbegriffe bei der Wasserbeschaffung und -entstehung. Atmosphärische Niederschläge, Verdunstung, Versickerung und Bodenkondensation. — Aufspeicherung von Oberflächenwasser und dessen Gewinnung in Zisternen und Talsperren. Entstehung und Erschließung des echten Grundwassers. Unterscheidung und Fassungsarten der Quellen. Oberflächenwasser aus Wasserläufen und Seen; Entnahme und Reinigung. — Künstliches Grundwasser aus Oberflächenwasser. Entstehung und Gewinnung von Dünenwasser.

Wasserbedarf und Wasserbeschaffung sind durch die immer weitere Ausdehnung gewinnende Gesundheitspflege und die Industrie zwei hochbedeutende Fragen unserer Zeit geworden, die eine weitgehende Kenntnis der Sitten und Gebräuche, der Statistik, sowie auch des umgebenden Landgebietes mit seiner Gewässerkunde und seinem geologischen Aufbau zur Bearbeitung voraussetzen. In erster Reihe ist zunächst für die richtige Wahl der Zweck entscheidend, dem das zu beschaffende Wasser dienen soll. Während nämlich für die verschiedenen Industrien und für das Gewerbe ganz bestimmte Voraussetzungen an die Beschaffung des Wassers hinsichtlich seiner Menge und Beschaffenheit gestellt werden müssen, entscheiden fast ausschließlich gesundheitliche Rücksichten den Wasserbedarf und die Wasserbeschaffung bei der Versorgung der menschlichen Siedlungen. Da sich nun aber meist die Industrien den Städten mit ihren Eisenbahnknotenpunkten, Wasserstraßen und ihren Häfen angliedern, oder wenn sie zunächst für sich allein liegen und größere Ausdehnungen annehmen, recht bald Städte neben sich erstehen lassen oder sehen, ist eine einheitliche Lösung jener beiden Fragen meist das Gegebene.

Das Ideal einer Wasserversorgung ist daher die einheitliche und reichliche Lieferung von gutem Wasser, das gleichmäßig gern in Haus, Gewerbe und Industrien verwendet werden kann. Mithin muß die Wasserbeschaffung darauf bedacht sein, ein klares, farbloses, gleichmäßig kühles, weiches, aber nicht aggressives Wasser zu erschließen, das frei von fremdartigem Geruch und Geschmack und chemisch wie bakteriologisch einwandfrei ist.

Wasserbedarf

Der Wasserbedarf ist, soweit er die Versorgung von Gemeinden anbelangt, nicht nur abhängig von der Kopfzahl und der Dichte der Bevölkerung, sondern auch im wesentlichen von ihrer sozialen Lage, der Art der Bebauung und der Wasserabgabe (ob mit oder ohne Wassermesser) und dem Wasserpreis. Aber auch die andern örtlichen Einrichtungen sowie die geographische (Klima) sprechen hierbei mit, so u. a. ob die Gem Kanalisation besitzt, wie die Straßensprengung geh habt wird, wieviel Springbrunnen laufen, wie gro öffentlichen Grünflächen sind, wieviel Klein- und G gärtner Wasser beziehen und nicht zuletzt, wie wei ansässige Industrie und das Gewerbe nach ihrer Ar den Bezug des Leitungswassers angewiesen sind.

Der Gesamtbedarf setzt sich daher hauptsächlich dem Verbrauch der Haushaltungen, der Industrie un Gewerbes sowie demjenigen für öffentliche Zwecke dem Eigenverbrauch des Wasserwerkes mit seinen lusten im Straßenrohrnetz zusammen. Es würde allerdings zu weit führen, diese einzelnen Bedarfsme eingehend zu erörtern, zumal hierfür statistische gaben hinreichend zur Verfügung stehen, es sei d nur auf einige maßgebende Zahlen hingewiesen, d sich auch der Fernstehende eine Vorstellung machen k

So brauchen z. B. in Deutschland Landstädte r bis 70 l auf den Kopf und Tag mit einem Zuschlag 50 l je Stück Großvieh, während mittlere und Großst 100 bis 200 l im Jahresmittel benötigen. Bei au sprochenen Industriestädten jedoch wachsen diese Za oft auf das Doppelte an, so z. B. in Bochum auf 349 l[1] außerdeutschen Ländern schwanken diese Zahlen sonders nach dem kulturellen Stand der Bevölkerung überschreitet in den Vereinigten Staaten von Ame der Wasserverbrauch auf den Kopf und Tag an vi Orten oft 1000 l.

Ein wesentlicher Einfluß auf diese Verbrauchza kommt aber noch den Jahreszeiten und dem Klima de treffenden Versorgungsgebietes zu; denn fast üb wird im Winter die geringste, im Sommer die gr Wassermenge aus den Leitungen entnommen, während Frühjahr den langsamen Aufstieg und der Spätherbst Abstieg erkennen lassen. So beträgt z. B. der Jan verbrauch nur rd. 88 vH, der Juliverbrauch rd. 11 des monatlichen Jahresmittels.

An Wochentagen ist fast überall, insbesondere Abgaben an industrielle und gewerbliche Betriebe, Wasserbedarf weit höher, als an den Sonn- und Fe tagen, und zwar meistens an den Sonnabenden größten. In vielen Großstädten macht sich weiterhin auch der Hauptschlachtetag in den Schlachthöfen s bemerkbar.

Aber auch hiermit haben wir noch nicht voll dem Wasserbedarf Rechnung getragen; denn er schw auch in den einzelnen Tagesstunden ganz beträcht Um eine Vorstellung hierüber zu haben, sei bemerkt, in den Nachtstunden nur rd. 1,5 vH, in den Vormitt

[1] Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 767.

ien 5 bis 6 vH und in den Nachmittagsstunden 6 bis /h vom jeweiligen Tagesdurchschnitt abgegeben den. Um für diese Schwankungen einen gewissen sleich zu haben, baut man entsprechend große Hochlter oder Wassertürme, wobei besonders Rücksicht den mitunter recht großen Tageswechsel in der Ab zu nehmen ist.

Außerdem muß die Zunahme der Einwohnerzahl nach Verlauf der letzten zehn Jahre unbedingt ermittelt den, damit man nicht in jedem Jahr Vergrößerungen Verk und in den Rohrleitungen vornehmen muß, die kostspieliger wären, als wenn von vornherein entchende Vorkehrungen getroffen werden.

Des weiteren müssen noch die Entwicklung der Stadt, sondere etwa in Aussicht stehende Eingemeinen, Industrien und andre Faktoren dabei berücksichwerden. Zu den besonderen Faktoren gehören auch ach dem Krieg in großem Ausmaß entstandenen Siedlen, die sogenannten Schrebergärten, die Zunahme Kraftwagen, die rd. 200 bis 500 l für das Waschen errn, und die häuslichen und öffentlichen Bäder[1a]). die bessere Ausrüstung der öffentlichen Badelten, die Bäder zu geringen Preisen abgeben, hat zu Mehrbenutzung dieser Anlagen und damit naturiß auch zu einem erhöhten Wasserverbrauch geführt.

Es darf daher keinesfalls so lange gewartet werden, die Grenze der Leistungsfähigkeit der vorhandenen serentnahme oder -gewinnung nahezu erschöpft ist, rn der steigende Bedarf muß sich ohne Schwierign auf die Dauer von zehn Jahren im voraus daraus hmen lassen.

Wasserbeschaffung

Die Lösung dieser Aufgabe zählt infolge der damit undenen umfangreichen Vorarbeiten für die Erießung und den wirtschaftlichen Betrieb zu den ierigsten im Wasserfach. Bei kleineren Orten ist sie rlich bei weitem viel leichter, als bei Mittelstädten gar Großstädten mit dichter Besiedelung und großer strie.

Für die Beschaffung des notwendigen Wassers komnach alter Einteilung zunächst drei Hauptgruppen tracht, und zwar Oberflächenwasser aus offenen Geern oder künstlich geschaffenen Seen durch Sperrrn (Talsperren), Quellwasser und Grundwasser, s wie natürlich gefiltertes.

Heute unterscheidet man indessen bei der Entnahme noch oberirdische und unterirdische sserläufe, da die Quellen nichts andres sind, als dwässer, die auf natürlichem Weg zutage treten. ie sind abhängig von der Niederschlagmenge, mit der zunehmenden geographischen Breite und mit Entfernung vom Meere abnimmt und anderseits mit Höhe über dem Meeresspiegel zunimmt. Der gefallene hee wird hierbei naturgemäß mit berücksichtigt, und Neuschnee in einer Höhe von 12 mm mit 1 mm elzwasser, während alter Schnee bis zu 4 mm elzwasser gibt.

Von der Niederschlaghöhe sind aber noch für eine Bechung des gewinnbaren Wassers die Verdunstung die Versickerung abzuziehen. Für die Bestimr der Verdunstung liegen bis jetzt jedoch noch nicht nzend einwandfreie Vergleichwerte vor, während für Versickerung immerhin schon gute Anhaltswerte gen sind, zumal sich die Raumanteile der Sättigung eines ns durch neuzeitliche Meßgeräte und Versuche ebenso bestimmen lassen, wie die Festhaltung der Bodentigkeit der in verschiedenen Erdbodenarten.

Schließlich spielt noch der Niederschlag des sserdampfes aus der Luft im Boden (die sogen. nluftkondensation), die jetzt der Gegenstand vieler uche und Untersuchungen ist, eine gewisse Rolle.

Die unmittelbare Ausnutzung der atmosphärischen Niehläge ist eine der ältesten Wasserbeschaffungen.

[1a]) So liest man z. B. in der Zeitschrift „Deutsche Gesellschaft für bäder" Bd. 8 (1928) Heft 3: „Es ist erfreulich, festzustellen, daß in hland jährlich schätzungsweise etwa 300 000 Hausbäder mit Gasd ohlenbadeöfen neu eingerichtet werden, das ist etwa dreimal so ie vor dem Kriege."

Die Aufspeicherung

geschah und geschieht noch heute in Zisternen oder einseitig abgeschlossenen Becken oder Tälern. Zisternen werden aber auch heute noch nicht nur im Orient und um das ganze Mittelmeer herum öfters angewandt und benutzt, sondern auch in der Schweiz und in Süddeutschland, d. h. also meist dort, wo andres reines Wasser nicht zu haben ist. Sie müssen so groß angelegt sein, daß der Bedarf in der regenlosen Zeit daraus gedeckt werden kann. Falsch ist es, das Wasser daraus mit Eimern zu entnehmen, man sollte sich besser hierbei einer Pumpe bedienen. Soll es aber zu Trinkzwecken Verwendung finden, so muß es unbedingt gefiltert werden, sei es durch eingebaute Schüttfilter oder besser durch über der Erde stehende geschlossene Filter. Zur nötigen Entkeimung benutzt man hierbei am besten Chlorkalk oder Carporit[2]).

Talsperren

Die in Becken oder Tälern abgefangenen Wassermengen beschäftigen heute mehr denn je die Köpfe der für die Versorgung von Stadt- und Landgebieten verantwortlichen Stellen, da der Wasserbedarf — wie oben auseinandergesetzt — zusehends anwächst und die erhöhten Niederschläge in den hochliegenden Waldgebieten am größten sind.

Die Größe der Talsperren ist neben den vorher angegebenen Werten noch besonders abhängig vom Niederschlaggebiet und seinen Abflüssen mit ihren Veränderlichkeiten während eines längeren Zeitabschnittes von 25 bis 30 Jahren. Da sie aber meist nicht nur allein der Wasserversorgung dienen, sondern aus wirtschaftlichen Gründen noch der elektrischen Krafterzeugung, zur Regelung der Flußwasserstände für Landeskultur und Triebwerke und zur Verhütung von Hochwasserschäden, so ist an der Hand eines zutreffenden Wasserwirtschaftsplanes zunächst festzustellen, wieviel Wasser zu Versorgungszwecken in den einzelnen Monaten, mitunter sogar Tagen überhaupt der Sperre entnommen werden kann. Hierbei muß natürlich noch der Sickerverlust und die Oberflächenverdunstung berücksichtigt werden, diese beträgt allein rd. 600 bis 1000 mm der Spiegelfläche in einem Jahr.

Im allgemeinen empfiehlt es sich, die Sperre mit 80 bis 90 vH des mittleren Jahreszuflusses zu bemessen, denn je größer ein Becken ist, desto inniger ist auch die Mischung der Zuflüsse und desto besser die Absetzung und damit die Klärung des Wassers, was für seine Weiterverwendung nicht zu unterschätzen ist. Mit kleinen Becken hat man daher nach diesen Richtungen hin weniger gute Erfahrungen gemacht und saß zudem in trockenen Jahren richtig auf dem Trockenen.

In Amerika ging man daher hierin viel weiter, als wir es bisher gewohnt waren. Während die bisherigen deutschen Sperren 60 m an Höhe nicht überschritten, weist heute das Ausland ausgeführte und im Betrieb befindliche Talsperren von wesentlich mehr als 100 m Höhe auf und plant sogar Mauern von 200 m und mehr. Allerdings bauen auch wir in Deutschland eine recht große Talsperre in der Eifel, die 800 Mill. m^3 Stauraum aufweist. Diese Sperre soll 106 m hoch werden.

Zum Absperren des Tales dient entweder ein Erddamm oder eine Mauer, die aber eine reine Felsfläche für die Gründung zur Voraussetzung hat. Den Erddämmen schenkt man zur Zeit in Deutschland besondere Beachtung, da sie meist viel billiger werden als Mauern aus Bruchstein, Beton oder Gußbeton.

Während wir in Ostpreußen, Danzig, Pommern und Schlesien schon seit Jahren Sperren mit Erddämmen haben, sind jetzt diejenigen der Sorpe im Ruhrgebiet, der Söse im Westharz und der Stadt Stuttgart ebenfalls als solche, jedoch in neuer Konstruktion, geplant. Ihre Höhen gingen bisher nur bis 20 m, in der neuen Konstruktion mit Betonkern soll nun aber die Sorpesperre sogar eine Höhe von 68 m erhalten. Die Böschung auf der Wasserseite ist abzupflastern und möglichst mit Beton zu belegen, während auf der Talseite auch Berasung genügt.

Wird ein Betonkern eingebaut, so muß dieser tief in den gewachsenen Boden hineinreichen, desgleichen ist auch

[2]) Vergl. hierzu S. 555 dieses Heftes.

eine Mauerkonstruktion fast 2 m sowohl in die Sohle als auch in die Hänge einzulassen. Bei beiden Ausführungen müssen selbstverständlich Überlauf, Grundablässe und Entnahmestollen vorgesehen werden und die Sperrenkronen rd. 2 m über dem höchsten Wasserspiegel liegen.

Im Innern sind ferner möglichst begehbare Entwässerungskanäle und Entwässerungsrohre anzulegen, damit man lecke Stellen bald auffinden kann und ihnen zu begegnen in der Lage ist. Damit aber die Sperrwände nicht zu sehr geschwächt werden, empfiehlt es sich, nach Möglichkeit alle Wasserabführungen um die Sperre herum zu legen, während zur Fernhaltung der Sinkstoffe möglichst am oder vor dem Einlauf in das Becken sogenannte Vorteiche oder kleine Sperren anzuordnen sind. Tontrübungen der Zuläufe werden aber mit in die Sperre hineingetragen und sind dann an dem Rand und den Uferzonen deutlich bemerkbar. Lagert sich jedoch infolge des verschiedenen Gewichtes und der verschiedenen Temperatur das zufließende Wasser dem Stausee auf, so kann nach Beobachtungen von Geh.-Rat *Gärtner*[3]) auch der ganze Stausee trübe werden. Hieraus geht wiederum der Vorteil eines großen langgestreckten Beckeninhaltes hervor, damit dieser für Trinkwasser üble Umstand vermieden wird.

Es empfiehlt sich daher, das Wasser solcher Sperren je nach der Beckenfüllhöhe und der verschiedenen Temperaturen innerhalb der Sperre aus verschiedenen Höhen zu entnehmen, und zwar bei uns in Deutschland nach den bisherigen Feststellungen rd. 6 bis 10 m unter dem jeweiligen Wasserspiegel und mindestens 1 bis 2 m über der Sohle.

Das Niederschlagwasser des Einzuggebietes der Talsperre laugt aber beim Durchsickern das Moos und Gras, die flachen Schichten des Humus und verwitterten Gesteinbodens aus und nimmt hierdurch eine schwach gelbgrüne Farbe an, die ins Bräunliche übergehen kann, wenn sich Moore in dem Gebiet befinden sollten (z. B. Schweden, Norwegen, Finnland). Um aber das durch die Verwitterung des Bodens in der Talsperre und durch das hineingefallene oder angeschwemmte Laub und die Pflanzenteile immerhin schon rege Planktonleben möglichst auf das geringste Maß zu beschränken, muß bei diesen Anlagen für Trinkwasserzwecke gefordert werden, daß der Boden der Sperre vor dem Einlassen des Wassers von allen Bäumen und Sträuchern mitsamt ihren Wurzeln sowie von der Grasnarbe völlig und von der Humusschicht möglichst ganz befreit ist. Ferner müssen die Ufer, soweit der Wellenschlag reicht, d. h. vom höchsten bis zum niedrigsten Wasserspiegel, ganz von der Erdkruste befreit werden. Vieles Plankton erzeugt nämlich oft durch sein Absterben in der Sommerzeit einen unangenehmen Geruch und Geschmack, der teils seetangähnlich und fischig ist und teils auch schwefelwasserstoffarbig ist. Die diese Übelstände hervorrufenden Organismen sind indessen jetzt erforscht und können durch Zusatz von Kupfersulfat, Chlor oder durch Rieselwiesen beseitigt werden.

Die Menge der in den Staubecken vorhandenen Bakterien steht in Abhängigkeit von den Zuflüssen. Daher muß das Einzuggebiet möglichst ganz frei von menschlichen Ansiedlungen sein, und wenn sich dies nicht völlig erreichen läßt, so müssen die Abwässer der Ansiedlungen möglichst gründlich gereinigt oder besser noch jenseits der Wasserscheide zum Abfluß gebracht werden, damit keinesfalls Krankheitserreger in die Sperre hineingelangen können. Aus gleichem Grunde ist daher auch der Durchgangverkehr innerhalb des Niederschlaggebietes in andre ungefährliche Bahnen zu lenken, also umzulegen.

Die Temperatur des Talsperrenwassers schwankt trotz der vorher erwähnten Entnahme aus verschiedener Tiefe nach *Gärtner* dennoch zwischen 3 und 13 oder 15 ° im Lauf eines Jahres, wodurch sich seine Einreihung als Oberflächenwasser nie ganz verwischen lassen wird. Schließlich sind bei diesen Wassern häufig noch die Eisen- und Mangangehalte sowie die fast stets hierbei anzutreffende aggressive Kohlensäure neben hohem Sauerstoffgehalt zu berücksichtigen, die bei der meist geringen Karbonathärte von 1 bis 2 ° um so unangenehmer für die Rohrleitungen sind.

[3]) „Hygiene des Wassers“, Braunschweig 1915.

Diese Einflüsse, denen das Talsperrenwasser u liegt, und die eine langgezogene Sperre mit gr Fassungsraum der Selbstreinigung wegen als am schenswertesten erscheinen lassen, machen bei Trin serversorgungen aber noch eine Filtrierung eine Entkeimung des Wassers auf alle Fälle nöti indessen mit einem zeitweise starken Planktongeha rechnen, so empfiehlt sich weiterhin noch die Vorscha von Vorfiltern, damit sich die richtigen Filter zu schnell verstopfen oder verschlammen. In man Fällen bedingt auch das im Sperrwasser enthaltene und Mangan Vorkehrungen zur Beseitigung dieser S namentlich, wenn sie an Humine gebunden sind un Farbe leidet; denn dann müssen sogar chemische mittel angewendet werden[3a]).

Da aber fast jedes Talsperrenwasser durch seine lensäure und seinen Sauerstoffgehalt aggressiv ist, eine sogenannte Entsäuerung, sei es durch Ma filtration oder durch Kalkwasser, vorgenommen we wobei auf die größtmögliche Zunahme der zeitlich änderlichen Härte des Wassers bei seinem sta Wechsel der Aggressivität der größte Wert zu ist. Hierdurch gehen naturgemäß einige Meter Ge verloren, die im Gefälleplan der Talsperren-Rohrle zu berücksichtigen sind.

Das begehrteste, aber leider nicht überall in ausrei dem Maße zur Verfügung stehende Trinkwasser ist bleibt daher

das echte Grundwasser.

Es entsteht fast ausnahmslos durch Versickerung Niederschlag- und teils auch Oberflächenwasser in durchlässigen Untergrund, bis es den Grundwassersp oder eine undurchlässige Schicht erreicht, die dann wassertragende Sohle bildet. Als zusätzliche Me kommen noch die aus der vorher erwähnten Boden densation entstandenen hinzu. Bestes Grundwasse aber nur das oben bezeichnete, das durch Schichten losem Haufwerk mit geringer Korngröße wie Sand Kies von mehreren Metern Dicke gesickert ist, wi die geologischen Diluvial- und Alluvialformationen s auch einige aus dem Tertiär aufweisen. Dabei we die von der Oberfläche stammenden Verunreinigu zurückgehalten und aus dem Wasser beseitigt. Di Filtervorgang bezeichnet man als „natürliche Bodenr gung“. Dagegen ist das durch spaltige, klüftige mit grobem Stückkorn gefüllte Erdschichten hindu gegangene Wasser meist nichts andres als in die T gesunkenes Oberflächenwasser, das alle seine ges heitschädlichen Eigenschaften aufweist und daher „Wildwasser“ bezeichnet wird.

Die Charakterisierung wird daher in den mei Fällen nur ermöglicht durch das Ergebnis der p kalisch-chemischen und der biologisch-bakteriologis Untersuchung. Hierbei muß natürlich auch die Lös keit der durchflossenen Bodenschichten sowie ihre und Beschaffenheit mit berücksichtigt werden, da sie Wasser anorganische und organische Stoffe, teils g oder als Gas beigeben, die für die spätere Behandlung größter Bedeutung sind. Zum Auffinden von ec Grundwasser gehören große Erfahrung und Üb aus einzelnen Erscheinungen Folgerungen und Schl zu ziehen, wobei die Kenntnisse des geologischen tektonischen Aufbaues des betreffenden Gebietes in bindung mit den hydrologischen Auswirkungen für Beurteilung unerläßlich sind. Für eine größere Was entnahme kommen nur Grundwasserströme in Betr deren Vorhandensein durch Bohrungen nachgewiesen muß, mittels deren gleichzeitig auch die Spiegelein sungen und die Bodenbeschaffenheit festgestellt wer Das hydrologische Dreieck und der Beharrungszus beim Pumpversuch sind hierbei die wichtigsten nahmen, da sich aus ihnen die Strömungsrichtung so die Ergiebigkeit ermitteln lassen.

Selbstverständlich schwankt auch der Grundwa spiegel; in der Nähe von Oberflächenwasser wird er n von den Schwankungen dieses Wassers beeinflußt in der Nähe von Meeren geht er mit den Gezeiten.

[3a]) Vergl. S. 553 dieses Heftes.

an sich frei; ragen aber undurchlässige Deckschichten hn hinein, so hat er dort einen gespannten Spiegel. gt dieser über Flur, so heißt das dann entströmende sser artesisch. Wechseln aber wasserführende und urchlässige Schichten im senkrechten Schnitt mit- ınder ab, so spricht man auch von Grundwasserstock- ken.

Die entschieden beste Art, die Ergiebigkeit eines ndwasserstromes zu ermitteln, ist der Versuchs- unnenbetrieb, wobei auf den Beharrungszustand nders zu achten ist. Die Fassung von Grundwasser aber stets quer zur natürlichen Stromrichtung und Möglichkeit nicht in einem Gelände erfolgen, das rschwemmungen ausgesetzt ist. Muß dies den- n geschehen, so muß eine Bodenauffüllung bis über hwasserspiegel um die Brunnen herum unbedingt vor- ommen werden. Aber der Hauptübelstand bleibt den- n bestehen, wenn keine vollkommen undurchlässige cht über dem Grundwasser liegt. Dann treten näm- Auslaugungen des sonst mit Luft gefüllten Bodens die zu den schwersten Verwicklungen in der Wasser- erung und -beschaffenheit führen können.

Als Fassungskörper dienen Brunnen, offene ben oder Sickergalerien. Die Brunnen werden e mit Steinzeugfiltern ausgerüstet, da sehr viele ndwasser aggressive Kohlensäure enthalten, durch die llische Rohrbrunnen meist angefressen werden und it die Ergiebigkeit stark schmälern.

Allerdings ist man in der Tiefenlage bei der An- dung dieser Steinzeugfilter einstweilen noch bis zu 36 m beschränkt, es sei denn, daß durch bessere Festig- e im Baustoff und Versuche der tiefere Einbau ge- rleistet ist. Außerdem kommt bei dieser Brunnen- ostruktion auch noch die Schüttung um den Brunnen u, die eine größere Bohrung nötig macht.

Schüttbrunnen haben sich im allgemeinen stets sehr bewährt und werden daher in der neueren Zeit gern rewendet. Sind aber die oben genannten lästigen nschaften des Grundwassers nicht oder nur wenig nanden, dann steht der Anwendung metallischer Brun- filter natürlich nichts im Wege. Wenn der Wasser- gel jedoch nicht zu tief liegt und der Wasserträger es Korn aufweist, so empfiehlt es sich oft, gemauerte brunnen anzulegen.

Bei größeren Wasserfassungen werden die Brunnen fach mit Saugleitungen oder Heberleitun- n verbunden. Bei letzteren verwendet man am besten m Sammelbrunnen, aus dem die Pumpen saugen. nden letzten Jahren sind nun die Bohrlochpumpen[3]) entlich verbessert worden, wodurch die Möglichkeit eben ist, auch in unebenem Gelände Brunnen schlagen u können, wo Heberleitungen zu teuer würden[4a]) erdem erfordern Heberleitungen eine ständige Ent- ung mittels Luftpumpen, die hierbei in Fortfall kom- . Stollen und Sickergalerien finden nur bei geringer htigkeit der wasserführenden Schichten Anwendung, ei die undurchlässige Sohle erreicht werden muß. Sie den aus Ton, Zement und Eisenrohren oder Mauer- k hergestellt mit einem Gefälle nach dem Sammel- kt zu und erfordern außer einer guten undurchläs- n Abdeckung gegen eindringendes Tageswasser noch lichkeiten (Schächte) zur Reinigung und Über- hung. Entsprechend den im Grundwasser gelösten fen, zu denen meist Eisen und Mangan neben Kohlen- e gehören, sind die Reinigungsanlagen dem Verwen- gszwecke nach zu bestimmen. Ein besonderer Vorzug echten Grundwassers, insbesondere für die Trink- serversorgung, ist seine gleichbleibende Temperatur, in unsern Breiten entsprechend der Höhenlage bei 6 is 10° liegt, und seine ständige Keimfreiheit.

Bei voller Sättigung des Untergrundes mit Wasser ri naturgemäß das unterirdische Wasser an geeigneten len wieder an die Oberfläche und wird dadurch eines Oberflächenwasser, aus dem Bäche, Flüsse und Seen eist werden. An den Schnittpunkten der unter- chen Wasserläufe mit der Erdoberfläche entstehen also

die Quellen.

Sie werden mit Vorliebe zur Trinkwasserversorgung herangezogen, doch muß man sich dann aus hygienischen Gründen über ihre Entstehung klaren Aufschluß verschaffen; denn je nach der geologischen Schichtung gibt es Schicht-, Überfall- und Spaltquellen, die verschieden bewertet werden müssen. Bei den Schichtquellen fällt das Grundwasser mit der geologischen Tragschicht in gleichem Sinne, während es sich beim Gegenfall um Überlaufquellen handelt. Aus beiden wird also einwandfreies Grundwasser zutage treten, während bei Spaltquellen leicht schlecht filtriertes Niederschlagwasser durch Bruchspalten des Gebirges an die Erdoberfläche gelangt und daher gewisse Vorsicht bedingt. Zur Erschließung können auch hier Brunnen, Stollen mit Querschlägen und Schlitzen benutzt werden.

Am häufigsten faßt man die Quellen durch sogen. Brunnenstuben, in die sie entweder von unten oder von der Seite her hineingeleitet werden. Diese Brunnenstuben müssen gegen Witterung und äußere Einflüsse schützen und sind mit guter Lüftung sowie Über- und Leerlauf mit Sandfang und Wassermessung auszustatten. Liegt die Quelle aber flach im Gelände, so ist besonders darauf zu achten, daß die versickerten Niederschlagwasser nur nach Durchdringung größerer Erdschichten zur Fassung gelangen. Ist mooriger Humusboden im Einzuggebiet vorhanden, so hat auch das Sickerwasser eine gelbliche bis braune Farbe.

Ratsam ist es daher, die Umgebung und das Einzuggebiet von gefaßten Quellen käuflich zu erwerben oder durch Pachtung vor Verunreinigungen zu schützen. Werden mehrere Quellen an einen gemeinsamen Sammelstrang angeschlossen, so muß natürlich jede für sich absperrbar sein. Ein einwandfreies Quellwasser muß selbstverständlich stets keimfrei sein und in seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit diejenigen Eigenschaften aufweisen, die beim Grundwasser bereits erörtert sind.

Die Quellen speisen meist Bäche und Flüsse, die aber auf ihrem Lauf oft vielen Verunreinigungen ausgesetzt sind, da sie fast überall als Vorfluter für die Beseitigung der Abwässer dienen. Die

Entnahme von Wasser aus Wasserläufen

muß daher stets oberhalb der Wohnstätten erfolgen, und zwar möglichst an tiefen Stellen mit stärkerer Strömung, doch niemals dicht an der Sohle und stets unter dem niedrigsten Wasserstand und der etwaigen Eisdecke. Auf diese Weise werden die Verschlammungen, sowie das Hineingelangen von Eis (Treib- und Grundeis) und Schwebestoffen vermieden. Der letzte Winter hat außerdem die Forderung geltend gemacht, daß auch auf eine starke Eisdecke hierbei ebenfalls Rücksicht zu nehmen ist. Die Flüsse werden aber meist von Grundwasserströmen begleitet, die in ihr Bett münden. Es ist daher auch bei Wasserentnahme aus Flüssen ratsam, sich über ihr Einzuggebiet zu unterrichten, um über die Veränderungen in der Wasserbeschaffenheit im Klaren zu sein. Die Entnahme kann daher verschiedenartig gestaltet werden, sie liegt bei einigen mitten im Flußbett, bei andern am Ufer. Es empfiehlt sich aber, stets die Entnahme so einzurichten, daß die Schwebestoffe und Fische zurückgehalten werden. Um dieses zu erreichen, benutzt man meist Gitter und Siebe, die man so anordnen muß, daß sie leicht zu reinigen sind. Man verwendet daher in neuerer Zeit oft bewegliche Bandsiebe, deren Antrieb über Hochwasser liegt, wo sie dauernd abgespült werden. Bei der Entnahme aus Seen sind dieselben Leitregeln zu beachten, nach denen meist eine längere Leitung in den See hinein verlegt werden muß; diese wird durch Pfähle befestigt und gesichert. Schwenkarme mit Siebköpfen, die zum Reinigen über den Wasserspiegel herausgeschwenkt werden können, leisten hier bei nicht zu großer Entnahme gute Dienste.

Jedes Oberflächenwasser muß aber einer guten Reinigung durch Filter und einer Sterilisation unterzogen werden. Da diesem Wasser aber meist auch feine Tontrübungen, wenigstens zeitweise, sowie Farbe anhaften, muß sehr häufig eine chemische Behandlung zur Be-

[3]) Vergl. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 6 S. 184.
[4a]) s. S. 563.

seitigung dieser Übelstände angewandt werden. Diese Behandlungen können reichliche Aufwendungen nötig machen, so daß die Beschaffung solchen Oberflächenwassers auch mit größeren laufenden Ausgaben verbunden ist. Hervorzuheben sind hierbei noch die starken Temperaturschwankungen des Wassers, die zwischen 0 und 22° liegen und somit die Verwendung als Trinkwasser an sich schon von hygienischer Seite aus sehr einschränken.

Es wird daher stets das Bestreben der Städte und Industrien sein, nach Möglichkeit nur Grundwasser zur Versorgung heranzuziehen. Da dieses aber bei großem Bedarf oft der ausreichenden Menge und der praktisch erreichbaren Entfernung wegen geradezu unmöglich wird, so ist man in den letzten Jahrzehnten häufiger zur Erzeugung

künstlichen Grundwassers

oder zu einer künstlichen Anreicherung des Grundwassers übergegangen. Hierbei bedient man sich des Oberflächenwassers als Rohstoff und gewinnt dieses nach Versickerung im Untergrund schließlich mittels einer Grundwasserfassung als infiltriertes Grundwasser wieder, wobei es je nach der örtlichen geologischen und hydrologischen Beschaffenheit des Untergrundes mit mehr oder weniger Grundwasser gemischt oder unter Umständen auch ohne diese Vermengung entnommen wird. Verwendet man hierbei breite Anreicherungsgräben zur Versickerung, so bilden sich in diesen Filterflächen aus, die ihrer Verschlammung wegen zeitweilig auf natürlichem oder künstlichem Wege gereinigt werden müssen.

Bei uferfiltriertem Grundwasser, d. h. solchem, das in der Nähe eines Flusses durch Senkung des Grundwasserspiegels gewonnen wird, ist daher ganz besonders darauf zu achten, daß der Fluß die Verschlammung des Ufers durch Fortspülen verhindert; denn sonst dringt der feine Schlamm in den Untergrund und macht diesen schließlich mehr und mehr undurchlässig. Infolgedessen kann die ganze Wasserentnahme fast vollständig unterbunden werden, wie dies auch schon an mehreren Orten vorgekommen ist. Es empfiehlt sich daher stets, zwischen Fassung und Oberflächenwasser Beobachtungsbohrbrunnen anzulegen, damit der Verlauf der Senkungslinie verfolgt werden kann. Um jenen Schwierigkeiten aber aus dem Wege zu gehen, rät *Scheelhase*[5]), das Wasser, bevor es versickert, vorher durch Schnellfilter zu reinigen, was insbesondere dort leicht durchführbar ist, wo das Wasser gehoben werden muß. Zur Versickerung bedient man sich sogenannter Sickerteiche, frostfrei verlegter Sickerrohre oder Sickerbrunnen (Schachtbrunnen sowie rückspülbare Rohrbrunnen). Will man einwandfrei natürlich gefiltertes Grundwasser erlangen, so muß die Aufenthaltsdauer des versickerten Oberflächenwassers in den Sanden bis zur Entnahme möglichst groß sein und zweckmäßig mehrere Wochen betragen, wobei auch die Temperatur einen günstigen Ausgleich mit dem Grundwasser erfährt. Diese künstlichen Grundwassererzeugungen oder Anreicherungen haben im allgemeinen auch in den Zeiten längerer Trockenheit genügend Wasser geliefert, während sie in strengen Wintern, insbesondere durch Vereisung der angewandten offenen Wasserspiegel, manche Schwierigkeiten mit sich brachten.

In der Nähe des Meeres und auf seinen kleinen Inseln liegen indessen die Wasserverhältnisse ganz anders. Hier deckt man den Wasserbedarf aus dem sogenannten

Dünenwasser

(Holland und Nordseeinseln). Das Meerwasser dringt dort mit seinem Salzgehalt naturgemäß in die tieferen Sandschichten ein, während sich das von oben durch die Dünensande eindringende Niederschlagwasser infolge seines geringeren spezifischen Gewichtes darüber lagert, ohne sich mit jenem zu vermischen. Es ist sogar beobachtet worden, daß das Süßwasser durch dauernd neu versickernde Niederschläge das Salzwasser verdrängt, und dieses infolgedessen in seiner Oberfläche auf den

[5]) Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung Bd. 54 (1911) S. 665.

Inseln eine Mulde bilden läßt, die mit Süßwasser ge ist. Der Wasserspiegel des Süßwassers zeigt hing in der Mitte sogar eine Wölbung, die nach den U hin abfällt, wodurch sich eine gewisse Mächtigkeit Süßwasserschicht ergibt, die zur Wasserbeschaff mittels Rohrbrunnen ausgenutzt wird.

Schlußfolgerungen

Aus dem Gesagten geht hervor, wie viels Wasserbedarf und Wasserbeschaffung sind. Beson für die größeren Gemeinden wird es immer schwier den ständigen zunehmenden Verpflichtungen bezüg der Lieferung gesundheitlich einwandfreien Was nachzukommen. Immer weiter hinaus müssen sie Arme ausstrecken, um aus entfernt liegenden Wa gebieten solches Wasser herbeizuholen, so daß oft s 100 km lange Leitungen von großen Abmessungen hie verlegt werden müssen.

Es erscheint daher immer notwendiger, daß S Stadt und Land gemeinschaftlich an dem verantwortu vollen Werk arbeiten, um Wassermangel und seine b Folgen, wie Krankheit und Epidemien, vorbeugend zuschalten. Es empfiehlt sich, die Gründung provinzialen Landesplanungs-Verbänden in wasserw schaftlicher und wasserbautechnischer Beziehung, deren Geschäftsbereich sämtliche Wasserfragen, wel Art sie auch sein mögen, hineingehören. Die was wirtschaftlichen Aufgaben könnten dann von ei Stelle aus unter Zusammenschluß von Bergbau, Indus Landeskultur, kommunaler Selbstverwaltung und st lichen Aufsichtsbehörden behandelt werden, da jede ßere wasserwirtschaftliche Einzelaufgabe mit andern sammenhängt und infolgedessen nicht mehr für allein gelöst werden sollte. Im übrigen sind die Was schätze jeder Provinz einschl. ihrer Grundwasservor ebenso wichtig wie die übrigen Bodenschätze. Insbe dere haben die Städte, Landwirtschaftskammern, Strom verwaltungen, staatlichen Landesanstalten, Tiefbaufir Industrien, Bergbau (Braunkohlengruben) usw. be eine Fülle von Unterlagen, die man bereits heranzi und mit denen man die Sammlung eröffnen könnte, sie dann für alle auftretenden Einzelfragen von Fal Fall fruchtbar zu machen. Natürlich werden sich hie noch verschiedene Ergänzungsarbeiten und Untersuc gen herausstellen, die dann Aufgabe dieses Verba wären.

Anderseits könnte bei Talsperrenbauten auch leichter ein Zusammenschluß herbeigeführt werden, sich auf die Anlieger und Triebwerkbesitzer der bet fenden Flüsse, die elektrischen Kraftwerke sowie a auf die Landwirtschaft und die Wasserbezieher (St und Gemeinden) in erster Reihe erstreckt. Hie käme sicherlich auch eine Interessengemeinschaft züglich des Wasserbezuges für die im Gebiet liegen Gemeinden weit leichter zustande, zumal dieser was wirtschaftliche Landesplanungsverband staatliche Be nisse erhalten könnte und viel weitsichtiger arbe würde, als es jetzt bei der Einzelbehandlung der Aufga der Fall ist. Ähnlich wie bei Ferngas- und elektrisc Stromversorgung bilden sich jetzt immer häufiger a für den Wasserbezug schon Genossenschaften zu Zweck, gemeinsam die hohen Kosten langer Leitun für die notwendigen Neuanlagen aufzubringen und diese Weise möglichst vielen Menschen und Verbrau stätten den Bezug gesundheitlich einwandfreien Tr oder guten Brauchwassers zu ermöglichen (Mu Weissteritz-, Möhnetalsperre usw.).

Um aber allen Zufälligkeiten, die immer einmal treten, begegnen zu können und dabei doch wenigst eine gewisse Verbrauchsmenge sicherzustellen, wird daher der Leiter eines größeren Wasserwerks, w irgend möglich, nicht auf ein Werk allein verlassen, besondere bei weit außerhalb der Stadt liegenden W ken, sondern sich auf zwei Bezugsquellen stützen. ist daher von größter Wichtigkeit, alle Möglichkei eines Wasserbezuges zu ergründen und sie gegense auszuwerten. [B 2782]

asserreinigung und Wasseraufbereitung

Von Wasserwerkdirektor E. LINK, Stuttgart

Die hauptsächlichen Eigenschaften des zu verwendenden Wassers. — Die mechanischen und chemischen Wasserreinigungsverfahren. — Die Wasseraufbereitung in Langsam- und Schnellfiltern. — Die Entkeimung, Enteisenung, Entmanganung, Enthärtung und Entsäuerung des Wassers.

it zunehmender Kultur und zunehmender Industrialisierung steigt der Bedarf an gutem, für den mensch-n und industriellen Gebrauch geeignetem Wasser in ırordentlichem Umfang. In Deutschland ist in dieser ıtung in den letzten Jahren die beachtenswerte Erinung festzustellen, daß der Kopf- und Tagesbrauch der städtischen Bevölkerung, der über ein zehnt im allgemeinen keine wesentlichen Änderun-aufwies und etwa bei 100 l für einen Einwohner an m Tag lag, sehr stark angewachsen ist. Zahlreiche serwerke haben in den zurückliegenden vier bis fünf en Verbrauchssteigerungen von 25 bis 35 vH aufzu-en, und es ist noch nicht abzusehen, wie diese Entlung weitergehen wird. Sie hängt zweifellos mit der esserung der Körper- und Gesundheitspflege in den en Schichten der Bevölkerung zusammen, mit dem nehrten Wasserverbrauch durch Baden, mit der hführung der Schwemmkanalisation in den Städten Diese Erscheinung bedingt in zunehmendem Maß m weiteren Ausbau und eine weitere Entwicklung der sserreinigungs- und Wasseraufbereigsverfahren.

ersuchung des zu reinigenden Wassers

Liegt die Aufgabe vor, ein von vornherein nicht ent-hendes Wasser zu reinigen, so ist über zwei Gesichts-te Klarheit zu schaffen:

a über den Charakter dieses Wassers, der sich in den ihm eigenen besonderen Verunreinigungen und in dem zeitlichen Wechsel und Ausmaß dieser Verunreinigungen ausdrückt,

über die besonderen Anforderungen an Güte und Reinheit, die im vorliegenden Einzelfall zu stellen sind.

Hiernach richtet sich das anzuwendende Behandlungs-ahren.

Die Verunreinigungen eines Wassers ren ganz verschiedener Art sein. Flußwasser führt Hochwasser Schwebestoffe mit, die zum großen aus dem bei Niedrigwasser auf der Flußsohle abge-en kalkreichen Schlamm und Schlick herrühren oder feinen Sanden bestehen. Bei aufeinander folgenden wässern geht die Menge dieser Schwebestoffe zurück. ndwasser enthält nicht selten Eisen und Mangan oder essive Kohlensäure, die, wenn sie in größeren Men-nauftreten, beseitigt werden müssen. Im dichtbesie-n Gebiet sind die Flüsse durch gelöste und unge-t Stoffe mehr oder weniger stark gefärbt und getrübt. ährend es für industrielle Zwecke häufig genügen ein klares Wasser herzustellen, hat ein brauch-Trinkwasser weiterhin folgende Anforderungen zu llen: es soll farblos, geruch- und geschmacklos sein, Metalle und Mörtel angreifende Eigenschaften frei von Krankheitserregern sein und minerali-Stoffe höchstens in einer solchen Menge enthalten, ie den Genuß und Gebrauch nicht stören.

n betrieblicher Hinsicht ist wichtig, das erforder-Wasser immer in zureichender Menge zu haben; n die Folgen von Wassermangel können für Industrie dBevölkerung katastrophal werden. Unter diesem htspunkte leisten die Wasserreinigungsverfahren ich größere Dienste zur Aushilfe, wenn die normalen erbezugsquellen im Sommer oder bei Betriebstörun-ersagen.

Selbstreinigung

In Flüssen und Talsperren tritt die Selbstreinigung in die Erscheinung durch Bodenniederschlag und dadurch, daß die gelösten organischen Substanzen durch Mikroorganismen angegriffen und dabei hochmolekulare Verbindungen in einfachere gespalten werden. Durch Oxydationsvorgänge wird z. B. der Stickstoff der fäulnisfähigen Eiweißstoffe allmählich in unschädliche Nitrate übergeführt. Mit dem Bodenniederschlag ist ein erheblicher Rückgang des Bakteriengehaltes verbunden, da die zu Boden sinkenden Schwebestoffe einen Teil der Bakterien mit niederschlagen.

Absitzbecken, Siebbandrechen, Filterplatten

Der natürliche Selbstreinigungsvorgang kann beschleunigt werden in Absitzbecken, die aber den Nachteil erheblicher Kosten und großen Raumbedarfs haben. Die Durchflußgeschwindigkeit ist so zu wählen, daß 1 m^2 Beckenquerschnitt 0,1 bis 0,7 m^3/s vorgereinigten Wassers liefert. Bei der üblichen Wassertiefe von 2 bis 5 m führt dies zu großen Abmessungen, so daß überall da, wo nicht vorhandene Seen als natürliche Absitzbecken mit herangezogen werden können, bei Neuanlagen für industrielle Zwecke die Gestehungskosten unaufbringlich werden. Wo es lediglich darauf ankommt, das Wasser zu entsanden und von Schwebeteilchen zu befreien, ohne Bakterienfreiheit erzielen zu müssen, wie dies in zahlreichen Industrien (Farben-, Papierfach usw.) der Fall ist, so kommt man mit einer Vorreinigung durch engmaschige Siebbandrechen oder durch Filtration mit Filterplatten von zweckmäßiger Körnung auf wesentlich billigere Weise zum Ziel. So kommen neuerdings unter dem Namen Brandolfilter von der Schumacherschen Fabrik in Bietigheim (Württbg.) Filterplatten in Aufnahme, die für Entsandungsanlagen bei einer Leistung bis zu 200 m^3/m^2h, ein gutes sauberes Betriebswasser ergeben. Die zu wählende Porenfeinheit muß der Größe der Sand- und Schwebeteilchen angepaßt werden. Wasserwerke, die das Rohwasser einer Vorreinigung unterziehen, entlasten die nachfolgende Hauptfiltration.

Die Wasserreinigung durch chemische Zusätze

steht in der Wasserreinigungstechnik z. Zt. im Mittelpunkt der Beachtung und ist durch umfangreiche Untersuchungen in den letzten Jahren stark gefördert worden.

Als Fällmittel finden in erster Linie Aluminiumsalze, wie Aluminiumsulfat (Alaun) oder Aluminiumchlorid, Verwendung. Nicht so allgemein zu gebrauchen sind die billigen Eisensalze, z. B. Eisensulfat oder Eisenchlorid. Vermischt man Aluminiumsulfatlösung in den üblichen Mengen unter 50 mg/l mit einem harten oder mittelharten Wasser, so beobachtet man nach kürzerer oder längerer Zeit, daß dieses erst opalesziert, sich dann mehr und mehr trübt, und schließlich deutlich die Ausscheidung von Aluminiumhydroxydflöckchen zeigt, die allmählich zu Boden sinken. Das darüberstehende, ehedem getrübte und gefärbte Wasser hat sich dabei geklärt und ist vollständig entfärbt worden. Ebenso weist auch der Keimgehalt des Wassers einen erheblichen Rückgang auf. Das Aluminiumhydroxyd hat also die Trüb- und Farbstoffe samt den Bakterien umhüllt und niedergeschlagen.

Die Bildung des Aluminiumhydroxyds beruht auf der chemischen Umsetzung zwischen den Bikarbonaten des Wassers und dem Aluminiumsalz, was sich z. B. durch folgende Gleichung wiedergeben läßt:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3\,Ca(HCO_3)_2 = 2\,Al(OH)_3 + 3\,CaSO_4 + 6\,CO_2.$$

Ein Teil der Karbonathärte ist in Gipshärte übergegangen und die dabei freigewordene Kohlensäure bedingt ein Sauerwerden des Wassers. Bei weichem Wasser fällt man Aluminiumhydroxyd durch entsprechende Zugabe von Kalkwasser ($Ca(OH)_2$). Freie Kohlensäure entsteht hierbei nicht.

So einfach diese Erklärung des Fällungsvorganges erscheint, so verwickelt und teilweise wenig geklärt sind die dabei sich abspielenden Vorgänge. Nur mit dem Rüstzeug der neuzeitlichen Kolloidchemie gelingt es, den Schleier zu lüften und einen gewissen Einblick zu gewinnen. In den Oberflächenwassern finden sich sowohl organische, als auch anorganische Kolloide, d. h. Lösungen, bei denen der gelöste Stoff durch eine Pergamentmembran gegen chemisch reines Wasser nicht diffundiert. Bei den anorganischen Kolloiden des Wassers handelt es sich meist um tonige Substanzen, bei den organischen um Huminverbindungen und dergl. Die Kolloide sind infolge Ionenaufnahme elektronegativ geladen und wandern, wenn sie an eine Potentialdifferenz gelegt werden, zur Kathode (Kataphorese). Die gleichnamige negative Ladung stabilisiert den Kolloidzustand wesentlich. Das Hinzufügen entgegengesetzt gelandener Ionen, z. B. von Aluminiumionen, führt zu einer allmählichen Absättigung der negativen Ladungen und damit einer Gelatinierung, d. h., Ausflockung der Kolloide. In verstärktem Maß wirkt das ebenfalls positiv geladene kolloide Aluminiumhydroxyd.

Es hat sich ergeben, daß im Neutralisationspunkt, dem isoelektrischen Punkte, die Fällung am günstigsten ist. Bei diesem Punkte wandern die Teilchen weder zur Kathode noch zur Anode; sie sind elektrisch neutral geworden und setzen sich ab. Der isoelektrische Punkt entspricht einer bestimmten Konzentration von Wasserstoffionen, die durch Versuch ermittelt werden kann.

Die Konzentration von Wasserstoffionen wird üblicherweise durch ihren negativen Logarithmus, dem sogen. Wasserstoffexponenten p_H, ausgedrückt. Genaue Einhaltung des isoelektrischen Punktes ist nicht unbedingt nötig, da es mehrere p_H-Werte gibt, bei denen die günstigste Fällung stattfindet. Auf alle Fälle muß der p_H-Wert unter 7 liegen. Bei weichen Huminwässern trifft dies in der Regel zu. Ihre Reinigung ist, sofern sie nicht anorganisch-suspensoid, d. h. durch tonige Anteile getrübt sind, leicht zu ermöglichen. Gleich wie bei reinen Huminwassern, macht auch bei Wassern mit nichthumosen Tontrübungen die Aufbereitung keine Schwierigkeit. In diesem Fall scheinen die reinen adsorptiven Eigenschaften des Aluminiumhydroxyds vorzuherrschen, während bei Ausflockung der Huminstoffe in erster Linie elektrische Vorgänge eine Rolle spielen.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn dem tonigen Stoff noch Humusstoffe beigemengt sind. Die Humusstoffe wirken den tonigen Bestandteilen gegenüber als Schutzkolloide und hemmen bei kleineren Elektrolytzusätzen die Ausfällung stark. Die Kolloide lassen sich hier durch weitere Zugabe von Elektrolyten, wie Aluminium- oder Eisensalzen, zur Flockung bringen. Besonders wirksam sind auch Schwefelsäure und Chlor, und zwar ist dem Chlor aus wirtschaftlichen Gründen der Vorzug zu geben. Sowohl Schwefelsäure als auch Chlor bedingen eine Erniedrigung des p_H-Wertes und begünstigen schon dadurch die Ausfällung. Man verfährt meist so, daß man den größten Teil der anorganischen Kolloide durch Aluminiumsulfat ausfällt und nach einer entsprechenden Absitzzeit, also vor der Schnellfiltration, das Wasser mit Chlor behandelt.

In Zahlentafel 1 bis 3 seien einige Beispiele für den Reinigungserfolg beim Aufbereiten der genannten Wasser behandelt. Bei sehr trüben Wassern hat sich auch die Ausflockung in Absätzen und bei Wassern, bei denen feinstverteilte und kolloide Tone vorherrschen, die Verwendung von Aluminiumchlorid an Stelle des Aluminiumsulfats bewährt.

Die Zahlentafel 4 läßt die bessere Wirkung des Aluminiumchlorids eindeutig erkennen bei einem durch lehmige Anteile getrübten Wasser.

Günstige Erfolge erreicht man auch bei dem Zusammenarbeiten von Aluminiumchlorid und Chlorgas. Die Bedenken, daß durch die Chlorzugabe bei einer nachfolgenden Langsamfiltrierung die biologische Wirkung der Langsamfilter beeinträchtigt würde, haben sich nicht

Zahlentafel 1
Reinigung von Wasser, das durch lehm
Anteile getrübt war.
Zusatz: 14,1 mg/l Aluminiumchlorid, Absitzzeit: 2 h.

	Farbe nach *Olszewski-Rosenmüller* mg Pt/l[1])	Durchsichtigkeit nach *Olszewski-Rosenmüller* vH	Trübungsgrad gegenüber einem Versuchsprisma vH[2])	Verbr… an Kalium… mang… mg
Ursprüngliches Wasser	6	68	287	8
Schnellfiltrat . .	0	100	23	4,4

Zahlentafel 2
Reinigung von weichem humosem Wass
das frei von anorganischen Kolloiden w
Zusatz: 40 mg/l Aluminiumsulfat, 10,8 mg/l Kalziumhydro
keine Absitzzeit.

	Farbe nach *Olszewski-Rosenmüller* mg Pt/l[1])	Durchsichtigkeit nach *Olszewski-Rosenmüller* vH	Trübungsgrad gegenüber einem Vergleichsprisma vH[2])	Verbr… an Kalium… mang… mg
Ursprüngliches Wasser . . .	61	85	—	18,3
Schnellfiltrat .	0	100	—	2,8

Zahlentafel 3
Reinigung von humosem und lehmige
Oberflächenwasser.
Zusätze: a) 30 mg/l Aluminiumsulfat, b) 30 mg/l Alumini
sulfat + 50 mg/l Schwefelsäure, c) 30 mg/l Aluminiums
+ 0,9 mg/l Chlor, Absitzzeit: 2 h.

	Farbe nach *Olszewski-Rosenmüller* mg Pt/l[1])	Durchsichtigkeit nach *Olszewski-Rosenmüller* vH	Trübungsgrad gegenüber einem Vergleichsprisma vH[2])	Verbr… an Kalium… mang… mg
Ursprüngliches Wasser . . .	21	87	143	14,
Schnellfiltrat a)	0 bis 1	100	19	11,
„ b)	0	100	16	10,
„ c)	0	100	16	10,

Zahlentafel 4
Reinigungswirkung nach 2 h Absitzze
mittels
Zusatz beim Versuch a) 14,1 mg/l Aluminiumchlorid
sprechend 20 mg/l Aluminiumsulfat (Aluminiumäquival
Zusatz beim Versuch b) 20 mg/l Aluminiumsulfat.

	Farbe nach *Olszewski-Rosenmüller* mg Pt/l[1])	Durchsichtigkeit nach *Olszewski-Rosenmüller* vH	Trübungsgrad gegenüber einem Vergleichsprisma vH[2])	Verbr… an Kalium… mang… mg
Ursprüngliches Wasser . . .	6	68	287	4
Schnellfiltrat a)	0	100	23	4,2
„ b)	0 bis 6	85	128	4,5

[1]) Platingehalt einer Vergleichslösung aus Kobalt und Platinchl
[2]) Messungen mit dem Zeißschen Becherapparat; Vergle
prisma = 100 vH.

allgemein bestätigt. Auf alle Fälle ist aber eine gew
Vorsicht in der Richtung angezeigt, den Langsamfil
kein vorbehandeltes Wasser zuzuleiten, worin das
nachweisbare Chlor einen gewissen Grenzwert ü
schreitet.

Sehr gute Filtrate erhält man u. a. bei huminhalti
Wassern, wenn man mit Aluminiumsulfat versetzte Wa
unter Ausschaltung des Absitzbeckens zunächst unmi
bar auf das Schnellfilter und erst nach der Durchsetz
des Filters mit Aluminiumhydroxyd das nachfolge
Wasser über das Absitzbecken leitet. Das im Filter
findliche Aluminiumhydroxyd vermag sogar einige
das ursprüngliche Rohwasser ohne Chemikalienzusatz
reinigen.

Durch Zusatz von Kupfersulfat oder Chlor wird
Wachstum von Algen und Organismen verhindert.

.ngsamwirkende Sandfilter

Die älteste Form der Filtrierung zur endgültigen .bereitung von Oberflächenwassern ist die Langsam- .rierung, bei der durch Sandfilter von etwa 80 cm wirk- .er Sandhöhe bei einem Filterkorn von 0,8 bis 1,2 mm .r. eine tägliche Filterergiebigkeit von etwa 2,5 m³ .elt wird. Die Wirkungsweise dieser Filter beruht .s auf einer mechanischen Siebwirkung, teils auf bio- .schen Vorgängen zum Abbau der Schmutzstoffe und .terien. Diese Filter, die vor bald 100 Jahren in Eng- .l aufkamen, haben sich während dieser Zeit als vor- .liche Bakterienfilter bewährt. Sie haben jedoch den .hteil, daß feine tonige und kolloidale Trübungen im .sser nicht zurückgehalten werden und bei der ver- .nismäßig kleinen Filtergeschwindigkeit umfangreiche .ken und damit große Kapitalfestlegungen notwendig .den.

Dies führte zum Bau von

.nellfiltern.

Grundsätzlich unterscheidet sich das Reinigungsver- .ren der Schnellfiltrierung dadurch von der Langsam- .ierung, daß die Trübungsstoffe und die färbenden Be- .dteile der Oberflächenwasser erst mit Chemikalien, .minium- oder Eisensalzen u. U. a. durch Kalkzusatz, .gefällt werden und das Wasser nach Vorbehandlung .Absitzbecken mit einer täglichen Belastung der Filter- .he von 100 bis 150 m³/m² das Schnellfilter durchläuft. .ch Rückspülen mit Reinwasser und Druckluft werden .Filter gereinigt. Seine Entwicklung nahm dieses Wasser- .igungsverfahren von Amerika aus, weil das Fluß- .ser, das dort in großem Umfang für Zwecke der .nkwasserversorgung benutzt wird, durch tonige . humöse Verunreinigungen häufig getrübt ist und .bei Langsamfiltration allein nicht zum Ziele führen .de. Schnellfilter haben dabei den weiteren Vorteil, .a sie sich einem raschen Wechsel in der Wasser- .chaffenheit durch die Vorbehandlung des Wassers .ser anpassen lassen. Bei der Verwendung für Trink- .serzwecke muß das Filtrat noch entkeimt werden.

Das gleiche Verfahren findet auch Anwendung bei der .eisenung und Entmanganung und in der Industrie .rall da, wo man das Wasser mit geringen Kosten und .beschränktem Raum reinigen muß.

.keimung des Wassers

Die einfachste Art der Entkeimung stellt das Ab- .hen des Wassers dar. Wenn dieses Verfahren für die .ecke zentraler Wasserversorgungen der hohen Kosten .en nicht in Betracht kommt, so hat doch der einzelne .braucher dadurch ein Mittel in der Hand, um sich bei .bruch von Seuchen wirkungsvoll zu schützen. Das .räuchlichste Verfahren zur Entkeimung von Trink- .sser ist zur Zeit die Chlorung. Neben der oxydie- .len und keimtötenden Wirkung des in statu nascendi .tehenden Sauerstoffes ($2\,Cl_2 + 2\,H_2O = 4\,HCl + O_2$), .eint das Chlor eine spezifische Giftwirkung auf die .roorganismen auszuüben. Statt des früher üblichen .orkalks wird heute für Desinfektionen kleineren Um- .s das lagerbeständige Caporit, ein Kalziumhypo- .rit mit rd. 75 vH wirksamem Chlor, verwendet. Das .ochlorit bildet intermediär unterchlorige Säure, die in .rwasserstoff und naszierenden Sauerstoff zerfällt. .ter werden benutzt das Elektrolytchlor (Natriumhypo- .rit) und das Chloramin. Bei letzterem Verfahren .rsachen auch hohe Chlorzusätze keinen unangenehmen .chmack. Für größere Wasserversorgungen stellt sich .Gebrauch von Chlorgas, das in Stahlflaschen oder bei .ßverbrauch in Behältern, in flüssiger Form im Han- .ist, am einfachsten und billigsten.

Die zur vollständigen Entkeimung notwendige Chlor- .e ist abhängig von dem Chlorbindungsvermögen, . dem chlorverbrauchenden organischen Stoffe des .sers. Es genügen für die Trinkwasser-Entkeimung .t ganz geringe Mengen, etwa 0,1 bis 0,3 g/m³. Die .abe des Chlors geschieht entweder unmittelbar oder .ls einer wässerigen Chlorlösung (Verfahren der Chlo- .-Gesellschaft). Die Chlorung bedarf einer sorgfältigen Überwachung. Ein kleiner Überschuß an Chlor ist notwendig, doch darf Chlorgeschmack nicht auftreten. Zur raschen Nachprüfung eignet sich die Benzidinprobe, wobei sich freies Chlor durch Blaugrünfärbung des Wassers zu erkennen gibt. Spuren von Phenolen, die durch Ausflockung und Filtration nicht entfernt werden, können dem gechlorten Wasser einen jodoformähnlichen Geschmack verleihen.

Als weitere Sterilisationsverfahren sind noch die Ozonisierung und die Behandlung des Wassers mit ultravioletten Strahlen zu nennen. Das erstere Verfahren ist dem wesentlich billigeren Chlorungsverfahren gegenüber in den Hintergrund getreten; die Behandlung mit ultravioletten Strahlen hat sich wegen gewisser technischer Mängel noch nicht allgemein einzuführen vermocht.

Geruch- und Geschmacksverbesserung

Nachdem es gelungen ist, die Entfärbung, Klärung und Entkeimung von Oberflächenwassern in befriedigender Weise durchzuführen, sind nunmehr auch Bestrebungen im Gange, dem Wasser jeglichen unangenehmen Geruch und Geschmack zu nehmen. Auf die geschmackverbessernde Wirkung der Vorchlorung wurde bereits hingewiesen. Ein ausgezeichnetes Mittel sind ferner die aktiven Kohlen, die infolge ihrer Kapillarität und großen Oberfläche, je nach der Art ihrer Herstellung, ein mehr oder weniger starkes Absorptionsvermögen sowohl für Geruch- als auch für Geschmackstoffe haben. Der hohe Preis stellt ihre Verwendung noch in Frage. Neuerdings wird versucht, durch Luftbehandlung unter gleichzeitigem Zusatz von Chlor oder von Kaliumpermanganat zum Ziele zu gelangen. Es ist zu hoffen, daß diese Arbeiten zum Erfolg führen. Die oben schon erwähnte Zugabe von Chlor bei der Vorbehandlung des Rohwassers mit Chemikalien wirkt gleichzeitig geschmackverbessernd.

Enteisenung

Das Eisen findet sich im Wasser meist als Eisenbikarbonat, $Fe(HCO_3)_2$, gelöst. Sofern es in größerer Menge vorhanden ist, bewirkt es durch seine allmähliche Ausscheidung Trübung und Färbung und vielfach einen unangenehmen, tintenartigen Geschmack des Wassers. Ferner können eisenspeichernde niedere Lebewesen ein Verstopfen der Rohrleitungen verursachen, was unter Umständen zu schweren Störungen in der Wasserversorgung führt. Die Beseitigung des Eisens ist, sofern es nicht als Eisenhumat vorliegt, einfach. Man belüftet das Wasser. Dabei wird das Eisenbikarbonat oxydiert und in braunes Eisenhydroxyd umgewandelt. Die frei werdende Kohlensäure entweicht mit der Luft.

Zur Enteisenung huminstoffhaltigen Wassers sind zur Zeit Versuche im Gange, die Aussicht auf Erfolg haben. Man hofft, durch Chlorzugabe das Eisen von der Huminsäure zu lösen und in eine leichter abscheidbare Form zu bringen.

Man unterscheidet zwischen offenen und geschlossenen Enteisenungsanlagen. Bei offenen Anlagen läßt man das Wasser über Koks, Ziegel u. ä. rieseln oder regnen. Bewährt hat sich auch das Zersprühen durch sogen. Horndüsen (Amsterdamer Düsen), wobei die Wasserteilchen gleichzeitig einer starken Stoßwirkung ausgesetzt sind. Der Oxydation schließt sich im Absitzbecken die Umwandlung des kolloidalen Eisenhydroxyds in solches der Gelform an. Diese vollzieht sich von selbst, erfordert aber eine gewisse Reaktionszeit. Zum Entfernen der noch vorhandenen Eisenflocken filtriert man mittels Schnellfilter. Die geschlossenen Enteisenungsanlagen bestehen aus schmiedeeisernen Kesseln mit entsprechender Einrichtung; sie zeichnen sich durch geringe Betriebskosten und geringen Platzbedarf aus, auch sind sie gegen Verunreinigungen besser geschützt als die offenen Anlagen. Als Kontaktstoff wird feiner Quarzsand oder Quarzkies verwendet und das Rohwasser unter Zugabe von Druckluft hindurchgeleitet. Die Apparate werden durch einfache Rückspülung gereinigt. Die Enteisenung sollte möglichst bis zu einem Gehalt unter 0,1 mg/l durchgeführt werden.

Entmanganung

Neben Eisen findet sich vielfach auch Mangan im Grundwasser. Das Wasser ist bei höheren Gehalten häufig gefärbt, schmeckt schlecht und verursacht ähnlich dem Eisen Verstopfung der Rohrleitungen durch manganspeichernde Algen. Für Wäschezwecke ist es völlig ungeeignet, da hierbei braune Flecken in den Wäschestücken auftreten. Die Entmanganung kann entweder auf chemisch-mechanischem oder biologischem Wege erfolgen, auch die Vereinigung beider Verfahren führt zum Ziel.

Die chemischen Reinigungsverfahren nung beruht auf einfacher Rieselung über Koks oder durch Sandfilter, auf denen sich infolge Oxydation hydratisches Manganoxyd niederschlägt, das auf weitere Manganmengen eine katalytische Wirkung ausübt und sie im Kontaktkörper niederschlägt. Der überschüssige Schlamm wird durch Rückspülung entfernt. In ähnlicher Weise wirkt Manganpermutit, das man durch Einwirkung von Manganchlorür auf gewöhnliches Permutit erhält. Gibt man zu diesem noch Kaliumpermanganatlösung, so bildet sich ein reaktionsfähiger Manganniederschlag von hydratischem Oxyd. Die Regeneration läßt sich durch Behandlung mit einer Kaliumpermanganatlösung von geringer Konzentration durchführen.

Die biologische Entmanganung geht in der gleichen Weise vor sich, daß man das Wasser durch Kiesfilter drückt, die mit manganaufnehmenden Algen (Clonothrix und Crenotrix) besiedelt sind. Auch hier wird der überschüssige Schlamm durch Rückspülung beseitigt. Einen höheren Gehalt als 0,1 mg/l sollte Trink- und Gebrauchwasser nicht haben.

Enthärtung

Wasser für industrielle Zwecke bedürfen, um sie verwenden zu können, vielfach einer besonderen Aufbereitung. Vorwiegend handelt es sich darum, das Gebrauchwasser zu enthärten. Die Entfernung der Kesselsteinbildner aus dem Wasser ist nicht nur für die ordentliche Durchführung des Dampfkesselbetriebes von größter Wichtigkeit, sondern auch ein dringendes Erfordernis für manche verarbeitenden Industrien.

Die chemischen Reinigungsverfahren, wie das Kalksoda- und das Permutitverfahren, die die weiteste Verbreitung gefunden haben, ermöglichen zwar eine mehr oder weniger restlose Beseitigung der Kalk- und Magnesiasalze, doch verbleiben dabei die übrigen Salze des Wassers in diesem, und durch die Reinigungsmittel selbst werden neue Ionen eingebracht.

Die thermische Reinigung durch Destillation und die der Elektro-Osmose dagegen gestatten eine vollständige Entsalzung des Wassers. Das bekannte Kalksodaverfahren verwendet zur Entfernung der Bikarbonate des Kalziums und Magnesiums (Karbonathärte) Kalziumhydroxyd in Form von Kalkwasser.

Eine Herabsetzung der Härte auf 1 bis 2 Härtegrade ist leicht zu erreichen.

Das Permutitverfahren bedient sich der künstlichen Zeolithe. Das zu enthärtende, kalte Wasser strömt in einem geschlossenen eisernen Behälter langsam durch den feinkörnigen Stoff und läßt sich dabei mit Leichtigkeit bis auf 0° enthärten. Gleichzeitig bilden sich Natriumbikarbonat und Natriumsulfat. Das Natriumbikarbonat zerfällt im Kessel in Kohlensäure und Natriumkarbonat, und durch weitere Kohlensäureabspaltung entsteht schließlich Natriumhydroxyd. Die Auffrischung des Enthärtungskörpers erfolgt nach dem Rückspülen mit Wasser durch Behandlung des Zeoliths mit einer zehnprozentigen Natriumchloridlösung. Das Permutitverfahren arbeitet fast ganz selbsttätig ohne Dosierungseinrichtungen mit großer Sicherheit und ist einfach zu handhaben. Es eignet sich besonders für Wasser mit stark schwankender Zusammensetzung.

Es sei noch auf zwei von *Balcke* herausgebrachte Enthärtungsverfahren hingewiesen, auf das Impfverfahren und das Plattenkochverfahren. Beim Impfverfahren werden die Kesselsteinbildner mit Salzsäure als Impfflüssigkeit in Chloride übergeführt. Seine A wendung ist auf Vorwärmer, Verdampfer und dergl. schränkt. Zur Reinigung von Kesselspeisewasser kom es wegen des sich bildenden Chlormagnesiums, das u. im Kessel freie Säure abspaltet, nicht in Frage.

Beim Plattenkochverfahren wird das Heißdampf rasch auf 100° erhitzte Rohwasser du Plattenelemente geführt, wobei die Bikarbonate Wassers ausgefällt werden. Die bleibende Härte ist Soda zu entfernen.

Ein neues, viel versprechendes Verfahren zur v ligen Entsalzung des Wassers auf kaltem Weg ist der Elektro-Osmose (Siemens & Halske, A.-G Hierbei werden die Ionen der Salze des Wassers du elektrischen Gleichstrom an den Elektroden einer Re von Zellen abgeschieden. Jede Zelle ist durch zw Diaphragmen in einen Mittelraum und zwei Elektrod räume geteilt. Die Mittelräume sind miteinander du Heber verbunden; sie nehmen bei der ersten Zelle Rohwasser auf und geben bei der letzten Zelle das v kommen entsalzte Wasser ab. Die aus den Mittelräun abwandernden Bestandteile müssen aus den Elektrod räumen durch dauernde Spülung mit kleinen Fris wassermengen entfernt werden. Bei billigem Nachtstr erscheint das Verfahren besonders günstig.

Eng verknüpft mit der Erzeugung von Höchstdru dampf ist die Gewinnung von völlig entsalztem Wass auch sind zahlreiche Industrien auf ein so weitgeh gereinigtes Gebrauchswasser angewiesen. Der übli Weg der Aufbereitung ist der der Destillati Sofern das Wasser Speisezwecken dient, ist weitgehe Entgasung notwendig. Auch muß es vor erneuter G aufnahme geschützt werden.

Die Entsäuerung eines Wassers

ist heute keine ungelöste Aufgabe und läßt sich in e facher Weise durchführen, und zwar auf mechanisch oder chemischem Wege. Die mechanische E säuerung ist allerdings nicht vollständig. Bei W ser, dessen Karbonathärte über 5 D. H. liegt, ist in der Regel ohne Belang, nicht dagegen bei sehr weich Wasser, dessen Gesamtgehalt an freier Kohlensäure pr tisch aggressiv wirkt. Bei der mechanischen Ausscheidu der freien Kohlensäure handelt es sich um eine A waschung mit Luft entweder durch Zerstäubung Wassers mittels Düsen oder, weniger wirkungsvoll, du dessen Verteilung im Regenfall. Auch durch Riesel des Wassers über Koks, Ziegel usw. u. U. auch mit A pumpen, läßt sich der Kohlensäuregehalt vermindern. harten Wassern kann die mechanische Entsäuerung unter Trübungen, d. h. Ausscheidung von Kalziumkar nat, verursachen.

Die chemische Entsäuerung beruht weder auf der Neutralisation der freien Kohlensä mit Kalkhydrat, $Ca(OH)_2$, in Form von Kalkwasser o der Bindung an Marmor, $CaCO_3$, unter Bildung wasserlöslichem Kalziumkarbonat, $Ca(HCO_3)_2$. einen wie im andern Fall ist vollständige Entsäuer zu erreichen. Die Filtrierung durch Marmorkies bed nur geringer Überwachung, weil nur so viel Kalzi karbonat in Lösung gehen kann, als der vorhande aggressiven Kohlensäure entspricht. Doch brauchen Filter viel Platz und erhebliche Kapitalfestlegung.

Die Neutralisation mit Kalkwasser erfordert Do rungs-, Löse- und Zuteilungsgeräte und eine ständ Überwachung der Kalkzugabe. Zu große Zusatzmen führen u. U. zu Trübungen, die nur schwer zu be tigen sind; anderseits beobachtet man aber bei stärke Dosierung in den Rohrleitungen die Bildung einer sammenhängenden, schützenden Kalziumkarbonath Die Apparatur beansprucht nur wenig Platz und arbe bei Bauart *Bücher* vollkommen selbsttätig. Zwe mäßigerweise entfernt man einen Teil der Kohlensä auf mechanischem Weg und den Rest durch chemis Mittel. Diese Verbindung verhindert ein zu großes steigen der Härte des Wassers. [B 276

›uere Bauarten motorischer Wassermesser

Dipl.-Ing. G. EGGERS, Berlin-Ruhleben

Betriebseigenschaften von Druckunterschiedmessern und motorischen Messern — Für die Messung kleiner Wassermengen verwendet man Flügelradmesser, die als Einstrahl- und Mehrstrahlmesser gebaut werden: ihre Regel- und Stauorgane, Vergrößerung der Meßdauerhaftigkeit und Lebensdauer von Flügelradmessern durch Verwendung korrosionssicherer Werkstoffe. — Zur Erfassung größerer Wassermengen verwendet man Woltmanmesser: Woltmanmesser mit stehenden Flügeln für Rohrbrunnen. — Wassermesser-Kombinationen dienen zum Messen stark schwankender Durchflußmengen; Woltman-Kombinationen mit Klappventilen; Flügelrad-Kombinationen in Parallel- und Hintereinanderschaltung mit gemeinsamem Gehäuse. — Kritik der Volumenmessung.

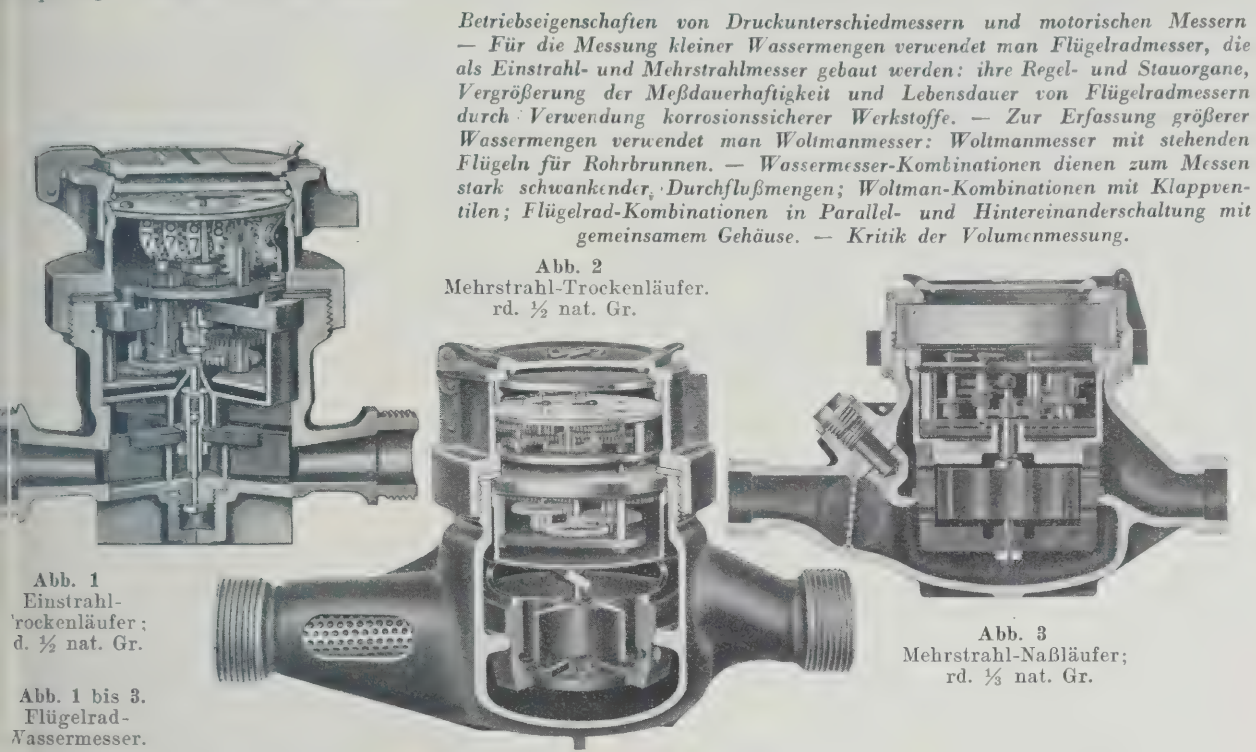


Abb. 1 Einstrahl-Trockenläufer; rd. ½ nat. Gr.

Abb. 2 Mehrstrahl-Trockenläufer. rd. ½ nat. Gr.

Abb. 3 Mehrstrahl-Naßläufer; rd. ⅓ nat. Gr.

Abb. 1 bis 3. Flügelrad-Wassermesser.

ie Wassermessung bildet heute bei den weitaus meisten Wasserwerkbetrieben die Grundlage für die echnung der an die Verbraucher abgegebenen Wassergen. Vorbedingung für ein wirtschaftliches Arbeiten Wasserwerke sind Wassermesser, deren Meß- und iebseigenschaften stets eine hinreichend genaue Ane aller Durchflußmengen gewährleisten. Die Anüche, die man an die Eigenschaften der Messer stellt, je nach ihrer Verwendung verschieden.

Man unterscheidet Fördermesser und Verbrauchesser. Fördermesser dienen in Wasserwerkieben zum Feststellen der von den Wassergewinugs- und -aufbereitanlagen gelieferten Wassermengen, in das Rohrnetz eingebauten Verbrauchsser dagegen zum Messen der Durchflußmengen von pt- und Verteilerleitungen, des Wasserbedarfes von zen Bezirken oder des Einzelverbrauches der an die eilerleitungen angeschlossenen Grundstücke.

Als Fördermesser verwendet man neben den größeren tman-Messern heute in steigendem Maße Druckerschiedmesser (Venturi-Messer), wohingegen die Verachmesser fast ausschließlich motorische Wasserser sind. Der Unterschied dieser Konstruktionen bet darin, daß bei den Druckunterschiedmessern zur ssung eine düsenartige, von beweglichen Teilen g freie Rohrverengung dient, bei motorischen sermessern dagegen ein im Wasserstrom stehenund von diesem unmittelbar angetriebenes Meßn (Flügelrad, Meßkammer mit Scheibe oder aselrad) benutzt wird. Daraus ergibt sich die beson Eignung und Betriebsicherheit der Druckunterdmesser für große Leistungen. Motorische Wasserer dagegen haben eine höhere Meßempfindlichkeit größere Meßbereiche; sie sind deshalb besonders für Messung kleiner und mittlerer Durchflußmengen geiet, die sie auch bei stark schwankenden Leistungen hweg noch richtig erfassen.

Flügelrad-Wassermesser

Für kleine Durchflußmengen und Anschlußweiten vendet man in Deutschland seit Jahrzehnten fast ausl eßlich Flügelrad-Wassermesser, die in zwei Ausführungen, und zwar als „Einstrahlmesser" und als „Mehrstrahlmesser" hergestellt werden. Das Flügelrad, das bei der Einstrahlmesser-Bauart, Abb. 1, unmittelbar im Messergehäuse läuft, ist beim Mehrstrahlmesser, Abb. 2 und 3, von einem Meßbecher umgeben, dessen Mantel mit mehreren, gleichmäßig auf den Umfang verteilten tangentialen Kanälen versehen ist. An Stelle der Beaufschlagung des Flügelrades auf einer Seite durch den ungeteilten Wasserstrom des Einstrahlmessers erhält das Flügelrad des Mehrstrahlmessers Antrieb von allen Seiten durch den in Teilströme aufgelösten Wasserstrahl.

Mehrstrahl- und Einstrahlmesser werden als Trockenläufer und Naßläufer gebaut. Die ältere Trockenläuferausführung, Abb. 1 und 2, wird infolge ihrer geringeren Empfindlichkeit gegen die Beschaffenheit des Wassers meist bevorzugt. Jedoch können Wasserwerke, die über gut aufbereitetes Wasser verfügen, heute im allgemeinen auch ohne Schaden den Naßläufer, Abb. 3, verwenden. Der Unterschied in der Getriebeausführung der beiden Konstruktionen beruht darauf, daß das Getriebe des Trockenläufers in ein naßlaufendes Zählwerk mit schnellaufenden Rädern und in ein trockenlaufendes Zeigerwerk mit langsam laufenden Rädern geteilt ist, während beim Naßläufer alle Räder in einem unter Wasser laufenden Getriebe vereinigt sind.

Die Stopfbüchse, das Abdichtungsorgan für die durch die Trennplatte des naß- und trockenlaufenden Getriebeteiles hindurchgeführte Verbindungswelle, ist eines der wichtigsten Organe des Trockenläufers, von dessen richtiger Ausführung die Betriebsicherheit und Meßdauerhaftigkeit des Wassermessers wesentlich abhängt. Denn die Stopfbüchse muß nicht nur jederzeit einwandfrei gegen das Wasser abdichten, sondern ihre Reibung und ihr Verschleiß sollen so gering wie nur möglich sein, damit die dem Flügelradmesser eigene hohe Meßempfindlichkeit erhalten bleibt.

Deshalb müssen die Stopfbüchsen mit größter Genauigkeit hergestellt werden. Toleranzen von 0,005 mm sind bei der Fertigung dieses Teils heute keine Selten-

heit mehr. Die Laufflächen der Stopfbüchse sind gegen das Eindringen von Wasser durch eine mit wasserbeständigem Fett gefüllte Kapsel geschützt.

Die Naßläufer haben wegen Fortfalls der Stopfbüchse anfangs eine etwas höhere Meßempfindlichkeit, jedoch pflegt diese infolge der größeren Verschmutzungsgefahr des Naßläufergetriebes im Betrieb meist schneller abzunehmen als beim Trockenläufer.

Über die Notwendigkeit, daß die Flügelradmesser auch das rückwärts fließende Wasser mit der gleichen Genauigkeit wie das vorwärtsfließende erfassen, herrschen zur Zeit noch unterschiedliche Ansichten. Der für das Rückwärtsfließen oder Hin- und Herpendeln der Wassermengen angeführten Hauptursache, nämlich der Bildung von Luftsäcken in der Rohrleitung, dürfte bei richtig verlegten Rohrleitungen nur geringe Bedeutung beizumessen sein. Immerhin bereitet es keine Schwierigkeiten, selbst Mehrstrahlmesser so auszuführen, daß sie auch das rückwärts fließende Wasser genau anzeigen. Die Austrittöffnungen des Wassers aus dem Meßbecher dürfen in diesem Fall nicht oberhalb des Flügelrades, s. Abb. 2, sondern müssen in der Höhe der oberen Flügelradkante im Meßbecher, und zwar ebenfalls als Kranz tangentialer Kanäle angeordnet sein, bei denen die Beaufschlagungsrichtung der der darunterliegenden Eintrittkanälen entgegengesetzt ist, s. Abb. 3. Einstrahlmesser messen infolge der symmetrischen Anordnung ihrer Ein- und Auslaufstutzen auch das rückwärtsfließende Wasser ohne besondere Vorrichtungen mit der gleichen Genauigkeit wie das vorwärtsfließende.

Zifferblätter mit umlaufenden Zeigern sind bei den Flügelradmessern wie bei allen motorischen Wassermessern in Deutschland heute noch vorherrschend. Die schon seit längeren Jahren gebauten und in letzter Zeit vielfach verbesserten Rollenzählwerke mit springenden Ziffern kommen zwar dem Bedürfnis, das Meßergebnis in Zahlen ablesen zu können, entgegen, jedoch sind die Ansichten darüber, ob ihre Betriebseigenschaften die der bewährten Zeigerwerke bereits erreichen, geteilt.

Der Notwendigkeit, den Messer bei der Prüfung im Lieferwerk und nach Instandsetzungsarbeiten in der Ausbesserwerkstatt des Wasserwerkes bei der Nacheichung zu regulieren, wird dadurch Sorge getragen, daß Flügelradmesser mit besonderen Reguliervorrichtungen von 5 bis 10 vH Regulierbereich ausgerüstet werden. Regelvorrichtungen, die ohne Auseinandernehmen und Ausbau des Messers aus der Prüfvorrichtung von außen betätigt werden können, führen sich immer mehr ein. Die Regelvorrichtung des Mehrstrahlmessers, Abb. 2, besteht aus einer über dem Flügelrad drehbar angeordneten Fläche, Abb. 4, die je nach ihrem Neigungswinkel den im Meßbecher schraubenförmig aufsteigenden Wasserstrom mehr oder weniger ablenkt und dadurch die Drehzahl des Flügelrades beeinflußt. Die Regelfläche läßt sich nach Lösen einer Verschlußschraube in der Gehäusewandung des Messers durch einen Vierkantschlüssel von außen drehen. Der Mehrstrahl-Naßläufer, Abb. 3, wird reguliert durch Drehen eines Regelkükens, das in einem Verbindungskanal zwischen dem Einlaufstutzen und dem Raum oberhalb des Meßbechers angeordnet ist. Zeigt der Messer zu wenig an, läuft also das Meßwerk zu langsam, so wird die Verbindungsleitung gedrosselt, so daß mehr Wasser durch das Meßwerk strömen muß, und umgekehrt.



Abb. 4. Regelvorrichtung des Trockenläufers nach Abb. 2.

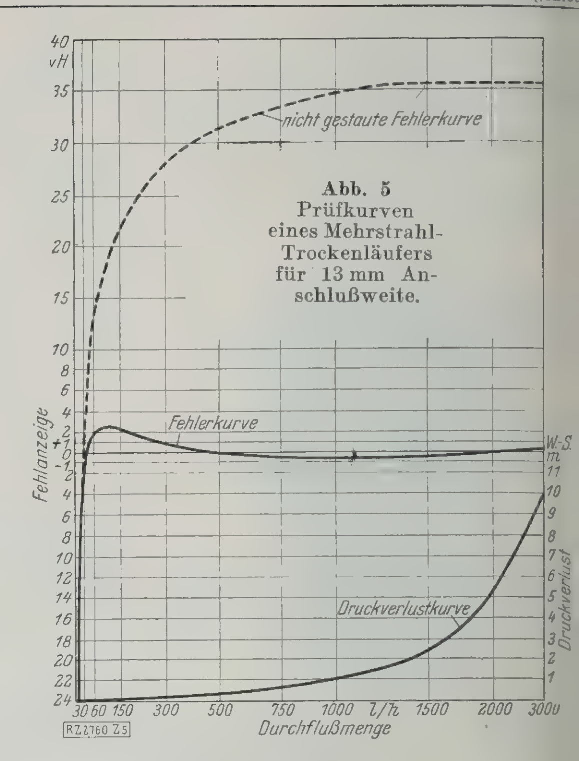


Abb. 5 Prüfkurven eines Mehrstrahl-Trockenläufers für 13 mm Anschlußweite.

Ein wesentlicher Bestandteil des Meßwerkes Flügelradmesser sind die über oder unter dem Flügel angeordneten Staurippen, Abb. 2 und 3, ohne eine hohe Meßempfindlichkeit bei Flügelradmessern ni zu erzielen ist. Ihnen fällt die Aufgabe zu, durch i Stauwirkung die Flügelradgeschwindigkeit mit steigen Durchflußmenge zunehmend zu drosseln und dadurch d Schlupf zwischen Umlaufgeschwindigkeit des Flügelra und Durchflußgeschwindigkeit des Wassers, der mit st gender Durchflußmenge abnimmt, entgegenzuwirken, d art, daß der Schlupf bereits von einer möglichst niedrig Durchflußmenge an stets gleich bleibt. Gleichhalten Schlupfes ist Vorbedingung für eine hohe Meßempfindli keit, also dafür, daß die Fehlerkurve des Messers, die die einzelnen Durchflußmengen die Größe der Meßfeh in Hundertteilen angibt, schon von einer möglichst ger gen Leistung ab innerhalb der zulässigen Toleranz v ± 2 vH liegt.

Nach Abb. 5 verläuft die Fehlerkurve eines kleiner Flügelrad-Wassermessers bei niedrigen Durchflußmeng (bis 60 l/h) steil ansteigend, um oberhalb der Nullin bei etwa + 2 vH, umzubiegen und sich in entgegengese ter Richtung wiederum der Nullinie zu nähern. Dies Umbiegen der Kurve wird im wesentlichen durch die W kung der Staurippen erzielt. Bei Nichtvorhandensein d Stauorgans würde die Kurve, wie punktiert, weiter st gen und erst bei bedeutend höheren Durchflußleistung einen wagerechten Verlauf einnehmen oder in den To ranzbereich einlaufen. Der Messer würde dann klei Durchflußmengen entweder überhaupt nicht oder nur m sehr großen Meßfehlern anzeigen, so daß er für gena Messungen kleiner Verbrauchsmengen nicht geeignet wä

Bei einzelnen Bauarten sind die Staurippen mit d Regelvorrichtung vereinigt. Bei dem Einstrahlmesse Abb. 1, ist über dem Flügelrad eine einzige große Sta schiene angeordnet, mit der man den Messer dadur reguliert, daß man den Meßwerkeinsatz, an dessen Bod die Schiene befestigt ist, um einen bestimmten Wink dreht. Entscheidend für die Zweckmäßigkeit einer de artigen Vorrichtung ist, daß durch das Drehen d Schiene der charakteristische Verlauf der Fehlerkur möglichst wenig geändert wird. Denn durch das Nac regulieren soll zwecks Wiedergewinnung der anfan vorhanden gewesenen Meßempfindlichkeit lediglich ei Parallelverschiebung der charakteristischen Fehlerkur in ihrer Höhenlage bewirkt werden. Durch Trennung d

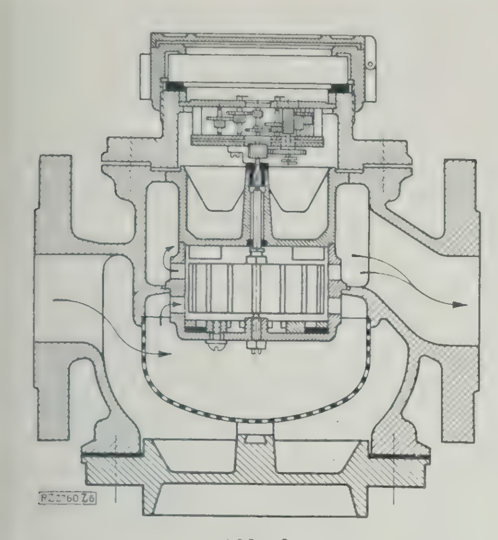


Abb. 6
Flügelrad-Wassermesser großer Ausführung;
Mehrstrahl-Naßläufer; rd. ¼ nat. Gr.

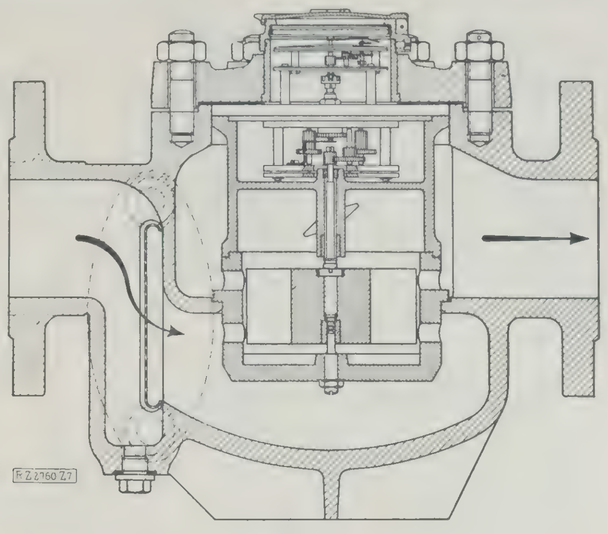


Abb. 7
Flügelrad-Wassermesser großer Ausführung;
Mehrstrahl-Trockenläufer; rd. ¼ nat. Gr.

…ane für Stauwirkung und Regelvorrichtung ist dieses …einfachsten und sichersten zu erreichen.

Die im Wassermesserbau erzielten Fortschritte der …ten Jahre bestehen neben einer Verbesserung der …eigenschaften vor allem in einer Steigerung der Meß…erhaftigkeit und Betriebsicherheit. …ie Vergrößerung der Meßempfindlichkeit hat man durch …ringerung des Gewichtes der laufenden Teile des …werkes, namentlich des Flügelrades, durch Verwen…ng besonders leichtgängiger Spurlager der Getriebe…n Flügelradwellen und durch konstruktive Maßnahmen …schiedener Art erreicht. Hierzu zählt auch der Ver…, die Spitzenlagerung des Flügelrades (Achat-Spur…r auf Hartgummispitze) durch die sogen. „Kugel…rung" (Kugel aus nicht rostendem Stahl) zu ersetzen, … 1.

Mindestens ebenso wichtig wie die Verbesserung der …eigenschaften ist die Forderung, daß die Messer ihre …eigenschaften lange Jahre hindurch unverändert bei…lten und von den zerstörenden Wirkungen des Was… möglichst wenig beeinflußt werden. Die Aufgabe … Weiterentwicklung der Wassermesser steht daher in …tem Zusammenhang mit einer befriedigenden Lö…g der Werkstoff- und Korrosionsfrage. Einen Bau…, der Anfressungen nicht ausgesetzt ist, stellt das …gummi dar, das wegen seines geringen spezifischen …ichtes, seines gleichmäßigen, dichten Gefüges und …en seiner verhältnismäßig hohen Festigkeit als Bau… für Meßbecher, Flügelräder und Platinen der naß…enden Getriebe bevorzugt wird. Die unter Wasser …enden Getrieberäder bestehen hingegen meist noch aus …el. Diejenigen mit dem Wasser in Berührung kom…den Innenteile, für die aus Gründen der Festigkeit … der Herstellbarkeit keine isolierenden Stoffe, sondern …lle, und zwar meist Kupferlegierungen verwandt wer… versieht man tunlichst mit Schutzüberzügen. Denn …st Legierungen mit hohem Kupfergehalt sind nicht …eichend sicher gegen Anfressungen.

Die Aufgabe der Werkstoffauswahl für die Schutz…züge ist bei den einzelnen Wassermesserbauarten …chieden gelöst. Feuer- oder galvanisch verzinnte …serteile sind namentlich in Amerika vorherrschend. … neuartiges Verfahren besteht darin, daß man die Ge…se und gefährdeten Innenteile mit einem isolieren… Lacküberzug versieht. Der Lack wird auf die Me…berflächen nach einem besonderen Verfahren auf…annt und zeichnet sich durch emailleartige Härte, …agfestigkeit und Wasserbeständigkeit aus. Dieses …ahren bietet u. a. den Vorzug, daß sich örtliche gal…sche Elemente, die bei der Berührung zweier Metalle …n und Kupferlegierung) im Wasser entstehen und …osionsfördernd wirken, nicht bilden können.

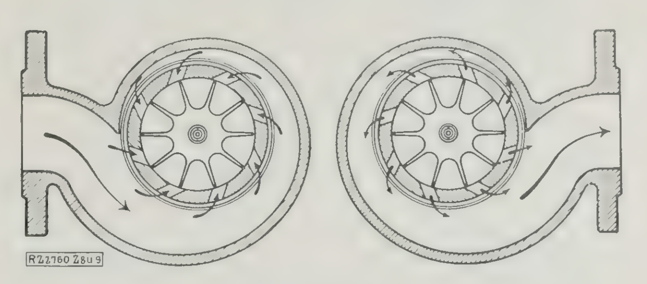


Abb. 8 und 9
Spiralgehäuse des Flügelrad-Wassermessers
nach Abb. 7.

Flügelradmesser werden in Deutschland bis zu Anschlußweiten von 150 mm und mehr hergestellt. Bei 10 mm l. W. betragen die normalen Tagesbeanspruchungen 4 m³, bei 150 l. W. etwa 450 m³. Bis zu 50 mm l. W. bestehen die Gehäuse meist aus Bronze, für größere Ausführungen, Abb. 6 und 7, sind Gehäuse aus Gußeisen mit Flanschanschlüssen vorherrschend. Die Meßwerke der großen Messer gleichen im wesentlichen den der bereits beschriebenen kleinen Messer. Lediglich bei der Gehäusekonstruktion sind kleine Abweichungen erwähnenswert. Das schraubenförmige Gehäuse, Abb. 8 und 9, ist eine Übertragung der im Kreiselpumpen- und Turbinenbau üblichen Gehäuseform auf das Gebiet der Wassermesser, die eine weitere Verbesserung der Wasserführung bezweckt. Das Sieb wird bei den großen Messern teils seitlich herausziehbar im Einlaufstutzen, Abb. 7, teils korbartig, unmittelbar im Gehäuse unter dem Meßbecher, Abb. 6, angeordnet. Die untere Meßgenauigkeitsgrenze der kleinsten Bauart (10 mm l. W.) liegt bei einer Durchflußmenge von etwa 25 l/h, der größten Bauart (150 mm l. W.) bei etwa 400 l/h.

Woltman-Wassermesser

Diese Messer sind nach dem Hamburger Wasserwerkdirektor *Woltman* benannt, der den von ihm erfundenen hydrometrischen Flügel im Jahre 1817 erstmalig für die Messung der Wassergeschwindigkeit offener Wasserläufe benutzte. Im Gegensatz zu den Flügelradmessern durchfließt das Wasser diesen Messer fast geradlinig, ohne umgelenkt zu werden. Woltman-Wassermesser arbeiten daher mit sehr geringem Druckverlust; dies ist ein Vorzug, der sie zum Einbau in die größeren Rohrstränge von Wasserversorgungsanlagen besonders geeignet macht. Sie werden heute für Rohranschlüsse von 50 bis 1000 mm l. W. gebaut. Diese Größen entsprechen zulässigen Tagesbeanspruchungen von etwa 150 m³ bis 120 000 m³ (bezogen auf zehnstündigen Tagesbetrieb).

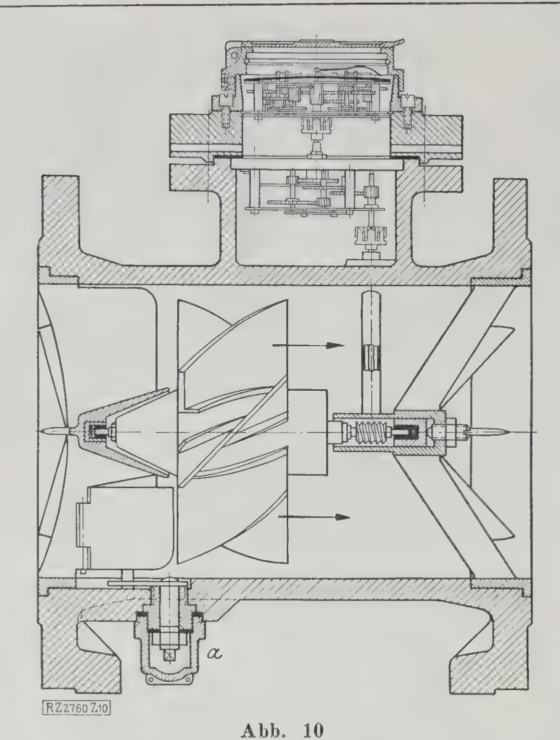


Abb. 10
Woltman-Wassermesser geschlossener Bauart (200 mm l. W.); rd. ⅕ nat. Gr.
a Reguliervorrichtung in der wagerechten Mittelebene seitlich am Gehäuse

Konstruktion, Betriebsicherheit und Meßeigenschaften der Woltman-Wassermesser sind in den letzten Jahren wesentlich verbessert worden. Den liegenden Flügel hat man im Gegensatz zu ausländischen Messerbauarten, bei denen stehende Flügel bevorzugt werden, beibehalten, weil eine geradlinige Wasserführung Haupterfordernis für große Wassermesser ist. Die Kerne der aus Zelluloid oder Hartgummi bestehenden Woltmanflügel sind bei allen Bauarten als Hohlkörper ausgebildet. Die Flügel schwimmen infolgedessen im Wasser, die Flügellager sind entlastet und das Meßorgan erhält einen spielend leichten Gang. Zur Übertragung der Flügelumdrehungen auf das im Messerkopf untergebrachte Trockenläuferwerk dient ein gut eingekapseltes Schneckengetriebe.

Geschlossene Bauarten, Abb. 10, und Ausführungen mit herausnehmbaren Meßwerk, Abb. 11 und 12, bestehen nebeneinander. Die Messer mit herausnehmbarem Meßwerk werden für größere Ausführungen bevorzugt, weil sie die Möglichkeit bieten, daß verschmutzte oder ausbesserungsbedürftige Meßwerke aus dem Gehäuse entfernt u durch Reserve-Meßwerke ersetzt werden können, oh daß das Messergehäuse aus der Leitung ausgebaut werden braucht. Bei Vorhandensein nur eines Meßwerk kann daß Messergehäuse nach Herausnehmen des Me werkes gegebenenfalls durch einen Blinddeckel geschlo sen werden, so daß längere Betriebsunterbrechungen nic eintreten können. Die mit dem Wasser in Berührur kommenden Teile des Gehäuses sind entweder emailli oder mit Bronze ausgebuchst oder ganz aus Bronze h gestellt.

Von Wichtigkeit für das richtige Anzeigen d Messers ist der vor dem Woltmanflügel angeordne Strahlregler. Dieser besteht aus einer Anza radialer und konzentrischer Führungsrippen, die Aufgabe haben, den in die Messer eintretenden Wass strom stets in geraden Stromlinien dem Flügel zuz führen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß vor dem Me ser angeordnete Krümmer, T-Stücke, Schieber usw. Strömung beeinflussen und Wirbel verursachen, die Meßgenauigkeit des Messers beeinträchtigen. Früh ordnete man meist nur in offensichtlichen Bedarfsfäll vor den Messern besondere Strahlregler an, heute werd jedoch die meisten Woltman-Wassermesser mit eingeba ten Strahlreglern geliefert, die jedoch bei besonders u günstigen Betriebsverhältnissen, namentlich hinter Stücken, meist noch durch besondere vorgeschaltete Stra regler verstärkt werden.

Stauorgane verwendet man bei Woltman-Wass messern nicht; denn bei diesen, nur zur Erfassung g ßerer Wassermengen bestimmten Messern, ist eine gena Messung auch der absolut kleinen und kleinsten Durc flußmengen im allgemeinen nicht erforderlich. Zude würde durch Stauorgane der Druckverlust erhöht werd was dem Verwendungszweck der Woltmanmesser wider läuft. Die Fehlerkurve des Woltman-Wassermesse ist daher nicht „gestaut". Neuzeitliche Woltman-Wass messer sind heute mit besonderen Regelvorrichtung ausgerüstet, die von außen betätigt werden können. bestehen durchweg in einer im Strahlregler drehbar geordneten Leitfläche, die von außen gedreht werd kann. Bei dem Messer mit herausnehmbarem Meßwe Abb. 11, befindet sich die Stellvorrichtung für die Reg lierung oben auf dem Messerdeckel, bei dem Messer n geschlossenem Gehäuse, Abb. 10, seitlich am Gehäuse der wagerechten Mittelebene des Messers.

Woltman-Wassermesser werden in Sonderbauart als Standrohr-Wassermesser und neuerdings auch Brunnenwassermesser hergestellt. Bei dies sind die Woltmanflügel stehend und die Ein- und Au laufstutzen senkrecht zueinander angeordnet. Infol Umlenkung des Wasserstromes hinter dem Meßwerk die spezifische Durchlaßfähigkeit etwas geringer als b

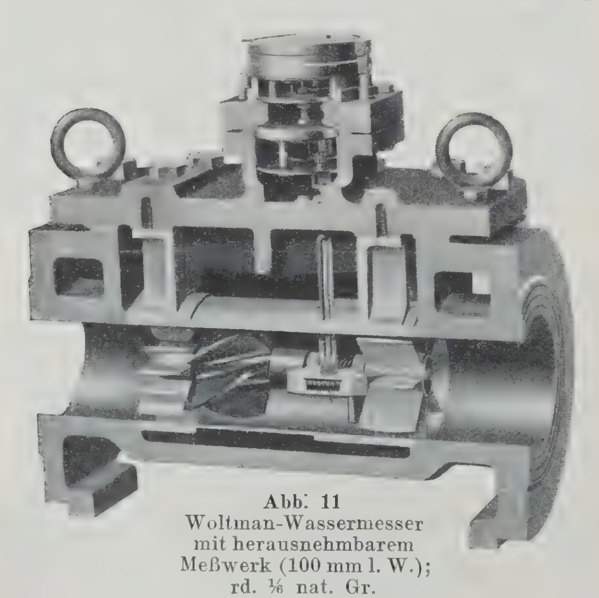


Abb. 11
Woltman-Wassermesser mit herausnehmbarem Meßwerk (100 mm l. W.); rd. ⅙ nat. Gr.

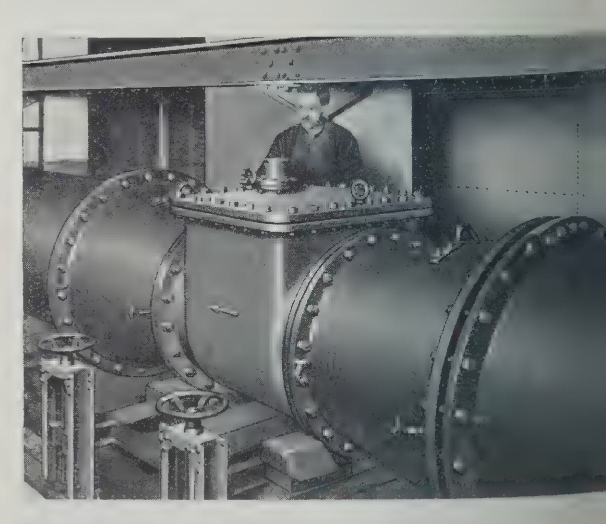


Abb. 12
750 mm-Woltmanmesser mit herausnehmbarem Meßwerk auf dem Prüfstand.

normalen Woltman-Wassermessern. Bei der Konstruk- des Brunnenmessers, Abb. 13, ist das herausnehmbare werk beachtenswert. Nach Lösen der Deckelschrau- kann es aus dem Gehäuse herausgezogen und ohne nträchtigung seiner Meßeigenschaften in ein andres nnenmesser-Gehäuse eingesetzt werden. Man kann, rn nur gelegentliche Kontrollmessungen bei den ein- len Rohrbrunnen erforderlich sind, also gegebenenfalls Meßwerk für eine größere Anzahl Rohrbrunnen venden. In die Brunnen-Saugleitungen wird dann je leeres, durch einen Blindflansch verschlossenes ergehäuse eingesetzt. Die Vorzüge des Brunnen- ers bestehen in dem bequemen Einbau.

Der Brunnenmesser kann ohne nennenswerte Ände- ren der Rohrleitung an Stelle der normalen Krümmer e Saugleitung eingefügt werden. Eine Vergrößerung Brunnenschachtes ist nicht erforderlich, Abb. 14. Wenn dagegen, wie bisher vielfach üblich, einen normalen man-Wassermesser in die wagerechte Heberleitung r dem Krümmer einbaut, braucht man mehr Platz beeinträchtigt durch die vom Krümmer verursachte instige Wasserführung, selbst bei eingebauten Strahl- rn, häufig die Meßgenauigkeit des Messers. Brunnen- er werden zur Zeit in den für Rohrbrunnen üblichen en von 100, 125 und 150 mm l. W. gebaut.

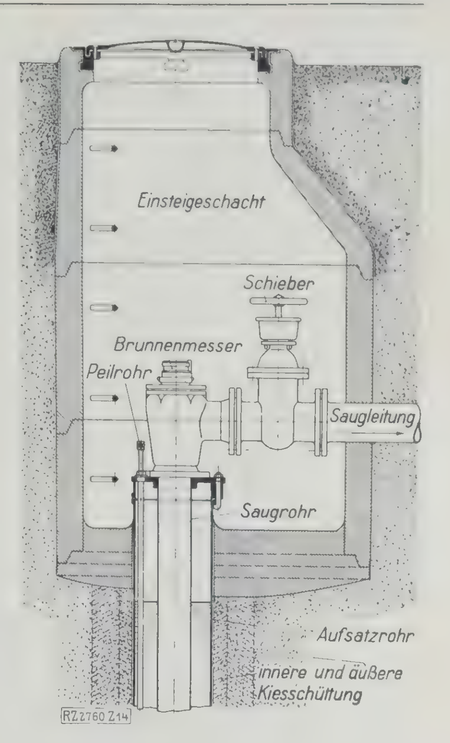


Abb. 14
Brunnenmesser, in den Schacht eines Rohrbrunnens eingebaut. Besonderer Vorzug dieser Bauart: geringer Platzbedarf im Schacht des Rohrbrunnens.

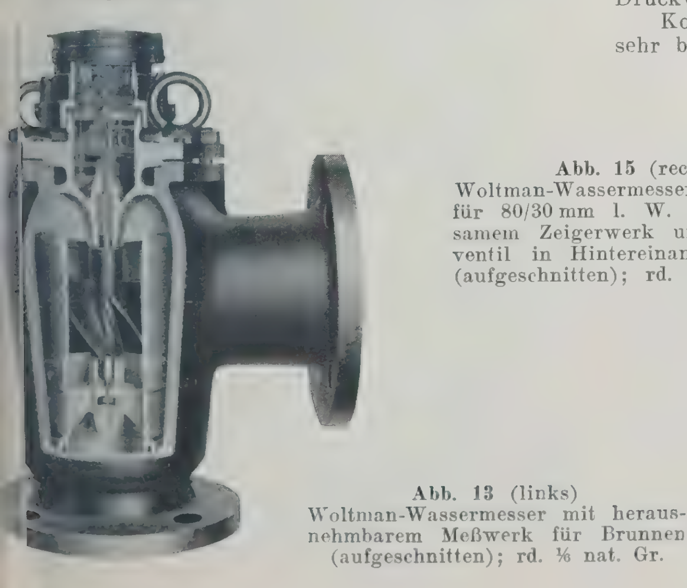
Wassermesser-Kombinationen

Für Rohrleitungen mit stark schwankenden Durch- nengen reicht häufig die untere Meßgenauigkeits- ze großer Wassermesser zur Erfassung der kleinen serentnahmen, deren Summe erfahrungsgemäß einen utenden Anteil am Gesamtwasserverbrauch ausmacht, aus. Eine genaue Messung ist unter solchen Ver- issen nur mit sogen. Wassermesser-Kombinationen ich, die die Meßempfindlichkeit der kleinen und die hlaßfähigkeit der großen Wassermesser in sich ver- en. Sie bestehen aus einem kleinen Nebenmesser, m großen Hauptmesser und einem Umschaltventil.

Für größere Rohrweiten (50 bis 250 mm l. W. und l) führen sich die in den letzten Jahren mehrfach ver- rten Wassermesser-Kombinationen mit Klappenventil, insamen Zeigerwerken und hintereinandergeschalte- Haupt- und Nebenmessern immer mehr ein. Diese Bau- bietet zwei wichtige Vorteile: Ablesbarkeit der ge- n, durch die Meßeinrichtung geflossenen Wasser- en an einem Zeigerwerk und sehr wirtschaftliches iten infolge besonders niedriger Druckverluste. Wie Abb. 15 ersichtlich, ist bei dieser Bauart der Neben- r mit dem gemeinsamen Zeigerwerk auf einer Säule ordnet, die auf den Kopfflansch des Woltman-Wasser- ers aufgesetzt ist. Unter dem Zeigerwerk sitzen als lungsorgane für Haupt- und Nebenmesser zwei getriebe, die so arbeiten, daß der jeweils langsamer nde Messer seine Umdrehungen nicht auf das Zeiger- r übertragen kann.

Bei kleinen Durchflußmengen werden nur die Umdrehungen des Nebenmessers auf das Zeigerwerk übertragen, da das Meßwerk des Hauptmessers überhaupt nicht oder doch langsamer als das des Nebenmessers läuft. Der Wasserstrom zweigt bei geschlossener Ventilklappe hinter dem Hauptmesser zum Nebenmesser ab, der die Messung übernimmt. Steigt nun die Durchflußmenge, so wird bald die untere Meßgenauigkeitsgrenze des Hauptmessers erreicht und überschritten, obgleich das Ventil noch nicht geöffnet ist. Im gleichen Augenblick, wo sich bei weiter steigender Leistung das Ventil öffnet, beginnt der Nebenmesser langsamer zu laufen und nur der Hauptmesser auf das gemeinsame Zeigerwerk zu arbeiten. Das Klappenventil ist so eingerichtet, daß es sich erst öffnet, wenn die untere Meßgenauigkeitsgrenze des Hauptmessers mit Sicherheit überschritten ist. Meßfehler können daher in der Umschaltzone nicht auftreten. Das Ventil öffnet sich nicht langsam und schleichend, sondern in einem Augenblick und vollständig, da sich beim Anheben der Ventilklappe der Schwerpunkt der Entlastungsvorrichtung verschiebt und die Kugel sofort in die entgegengesetzte Endlage rollt. Das zu messende Wasser strömt nunmehr auf geradem Weg ohne nennenswerte Umlenkungen und Druckverluste durch die Meßanlage.

Kombinationen mit Klappventilen arbeiten heute sehr betriebsicher. Spaltverluste infolge nichtschließen-



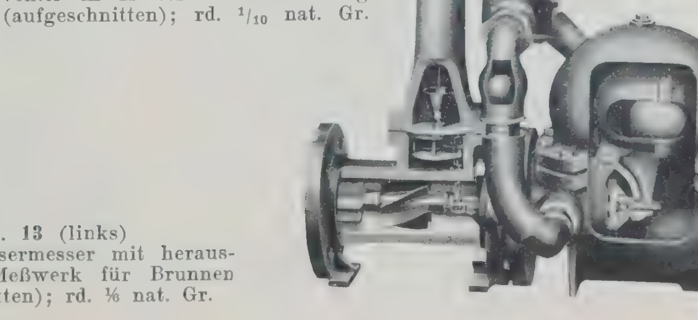


Abb. 15 (rechts)
Woltman-Wassermesserkombination für 80/30 mm l. W. mit gemeinsamem Zeigerwerk und Klappenventil in Hintereinanderschaltung (aufgeschnitten); rd. 1/10 nat. Gr.

Abb. 13 (links)
Woltman-Wassermesser mit herausnehmbarem Meßwerk für Brunnen (aufgeschnitten); rd. ⅙ nat. Gr.

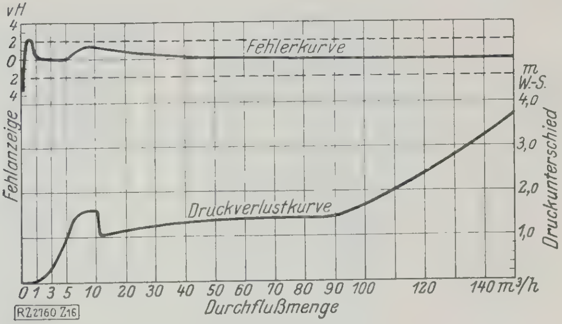


Abb. 16
Prüfkurven einer Woltman-Wassermesser-kombination nach Abb. 17.

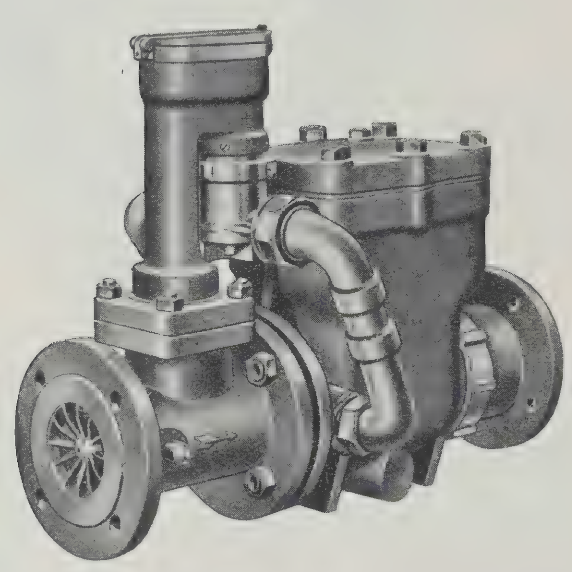


Abb. 17
Woltman-Wassermesserkombination für 100/40 mm Anschlußweite mit gemeinsamem Zeigerwerk und Klappenventil; rd. $^1/_{10}$ nat. Gr.

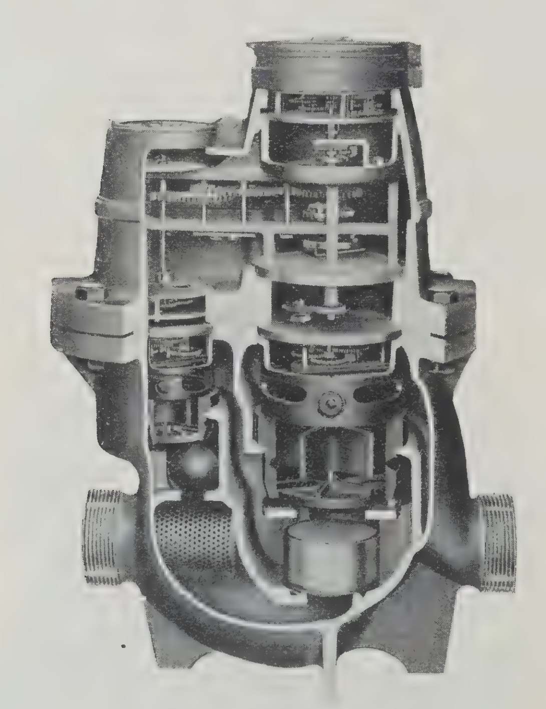


Abb. 18
40/13 mm-Zwillingswassermesser (Flügelradwassermesser-Kombination mit Hintereinanderschaltung — aufgeschnitten); rd. $^1/_5$ nat. Gr.

der Ventilklappen oder verzögerte Entlastung und durch verursachte Meßungenauigkeiten und erhö Druckverluste sind bei guten Ausführungen nicht zu fürchten. Die Ventilklappe ist bei der in Abb. gezeigten Bauart in einem Kugelgelenk nach allen Se drehbar gelagert, kann also nicht kanten, und die Ku entlastung arbeitet, da sie in einem geschlossenen, ge Wasserabsetzungen geschützten Gehäuse untergebra ist, mit gleichbleibender Betriebsicherheit. Abb. 16 z die Meßeigenschaften eines Klappenventil-Meßgerä von 100/40 mm Anschlußweite ähnlich der Bauart Abb. Die Wassermesser-Kombination zeigt alle Durchflußm gen von der unteren Meßgenauigkeitsgrenze des 40 Nebenmessers (150 l/h) bis zur praktisch zulässi Höchstbeanspruchung des 100 mm-Woltman-Wasserm sers (90 m³/h) richtig an, hat also einen praktisch nutzbaren Meßbereich von 1 : 600. Innerhalb dieses reiches bleibt der Druckverlust durchweg u 1,5 m W.-S.

Außer den Klappenventil-Kombinationen verwendet noch mehrere andere Konstruktionen, teils in Hinter anderschaltung mit gemeinsamem Zeigerwerk, teils a auch mit parallelgeschalteten Haupt- und Nebenmess und Einzelzeigerwerken. Bei Parallelschaltungen hat als Umschaltorgan auch das hydraulisch entlastete schaltventil gut bewährt, da bei dieser Ventilbauart Druckverlust des Hauptmessers in sinnreicher Weise die Entlastung des Ventilgewichts ausgenutzt wird. artige Meßgeräte arbeiten daher mit kaum höhe Druckverlust als die Klappenventil-Kombinationen.

In die starken Durchflußschwankungen unterw fenen kleineren Leitungen baut man F l ü g e l r m e s s e r - K o m b i n a t i o n e n ein, die aus je ei kleinen und einem großen Flügelradmesser bestehen. diesen gibt es heute ebenfalls verschiedene Ausführun Hier soll nur noch auf eine neue Bauart kleinster K binationen hingewiesen werden, die in jüngster Zeit den Markt gebracht worden ist.

In der richtigen Erkenntnis, daß die von gro Mietshäusern, Gaststätten und manchen gewerblichen trieben verbrauchten Wassermengen starken Schwank gen unterliegen, die von den bisher durchweg benutz

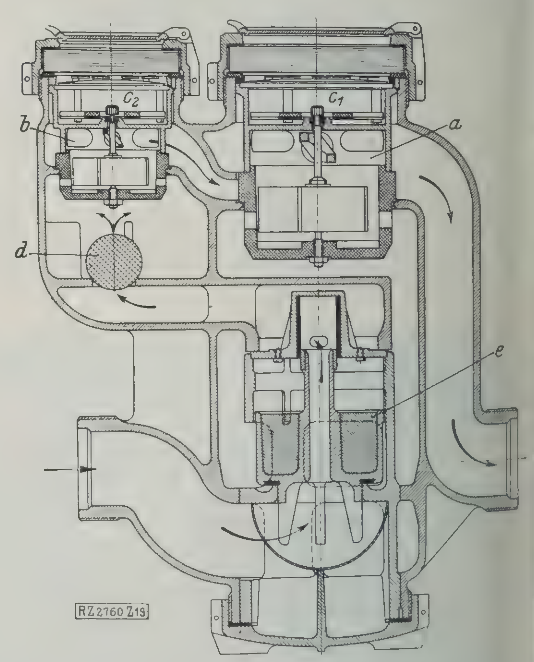


Abb. 19. 40/13 mm-Flügelradwassermesser-Kombination in Parallelschaltung mit getrennten Zeigerwerken und gemeinsamem Gehäuse; rd. $^1/_5$ nat. Gr.

a Hauptmesser
b Nebenmesser
c_1 } Zähl- und Zeigerwerke des
c_2 } Haupt- u. Nebenmessers
d Rückschlagventil (Gummikugel)
e Umschaltventil (hydraulisch entlastetes Ventil)

...m-Flügelradmessern nur teilweise erfaßt werden ...nen, forderten die Wasserwerke ein Meßgerät, das aus ...m 40 mm und einem 13 mm-Flügelrad-Wassermesser ...ht. Neuartig bei diesem kleinen, unter dem Namen ...illingswassermesser bekannt gewordenen ...ät ist das gemeinsame Gehäuse für Hauptmesser, ...enmesser und Umschaltventil, Abb. 18. Haupt- und ...enmesser arbeiten auf ein gemeinsames Zeigerwerk ... sind hintereinander geschaltet.

Das Gerät gleicht daher in seiner Schaltung der zuvor ...hriebenen Klappenventil-Kombination, jedoch mit dem ...rschied, daß hier aus konstruktiven Gründen der ...nmesser vor dem Hauptmesser angeordnet und ...elle des Klappenventils ein einfaches Gewichtsventil ...endet ist.

Außer diesem Zwillingswassermesser wird neuer...s — ebenfalls nur für 40 mm Anschlußweite — eine ...bination mit parallelgeschalteten Einzelmessern von ...nd 13 mm l. W. hergestellt, die gleich dem Zwillings...er in ein gemeinsames Gehäuse eingebaut ist, Abb. 19. ...och haben Haupt- und Nebenmesser getrennte Zeiger...ke. Bei dieser Schaltung strömen die kleinen Durch...mengen nur durch den Nebenmesser, ohne, wie bei der ...ereinanderschaltung, zuvor oder hinterher das Meß...ec des Hauptmessers zu durchfließen. Als Umschalt...il ist ein hydraulisch entlastetes Ventil verwandt, ...h dessen Wirkungsweise Meßfehler in der Umschalt..., die an sich bei der Parallelschaltung möglich sind, ...nieden werden. Ausschlaggebend für die Wahl der ...in hier beschriebenen 40/13 mm-Kombinationen wird ...i ob auf ein gemeinsames Zeigerwerk für beide ...er, das die Ablesung erleichtert, oder auf getrennte ...erwerke Wert gelegt wird, die wiederum die kleinen ...die großen Verbrauchsmengen einzeln abzulesen ge...en. Die geringen Baulängen und die gemeinsamen Ge...e dieser Kombinationen sind zweifellos Vorzüge, die ...r Verwendung in vielen Fällen anstelle der weniger ...empfindlichen, einfachen 40 mm-Messer begünstigen ...len.

Volumen-Wassermesser

Die Flügelrad-Wassermesser, Woltman-Messer und die ...ils aus diesen gebildeten Kombinationen sind Ge...indigkeitsmesser, weil ihre Meßwerke nicht unmittel...die durchgeflossenen Wassermengen, sondern deren ...ngeschwindigkeit feststellen, aus der sich infolge ...rProportionalität zwischen Geschwindigkeit und Vo...nn eine hinreichend genaue Anzeige der Wassermengen ergibt. Abweichend von diesen Mengenmessern mit mittelbarem Meßverfahren messen die „Volumenmesser", die ihrer Konstruktion nach ebenfalls motorische Wassermesser sind, in Meßkammern von bekanntem Inhalt unmittelbar die durchgeflossenen Wassermengen.

Die beiden bekanntesten Ausführungen dieser Messergattung, die Scheiben- und die Kapselradmesser, werden im Gegensatz zu andern Ländern bei uns in Deutschland als Verbrauchsmesser nur wenig verwandt, weil ihre Betriebsicherheit und Meßgenauigkeit in nicht unbeträchtlichem Maße von der Beschaffenheit des Wassers abhängig sind. Denn geringe Fremdkörperbeimengungen des Wassers können unter Umständen schon ein Festklemmen der Scheibe oder des Kapselrades verursachen.

Diese Gefahr suchen einige ausländische Fabrikanten dadurch zu beseitigen, daß sie zwischen Meßkammerwandung und Scheibe oder Kapselrad ziemlich große Spielräume zulassen, so daß kleine Fremdkörper durch die Spalte bequem hindurchströmen können. Dadurch entstehen jedoch erhebliche Spaltverluste. Von einer genauen Volumenmessung kann nicht mehr die Rede sein, und der einzige Vorteil der Volumenmesser, die Fähigkeit, auch sehr kleine Wassermengen noch genau zu messen, wird wieder aufgehoben.

Man bevorzugt daher in Deutschland im allgemeinen mehr die Flügelradmesser, die hinsichtlich ihrer Meßgenauigkeit und -empfindlichkeit die Eigenschaften ausländischer Volumenmesser vielfach erreichen, sie an Betriebsicherheit und Meßdauerhaftigkeit aber durchweg bedeutend übertreffen. Ein besonderes Anwendungsgebiet haben die Volumenmesser in Deutschland jedoch als Prüf-Wassermesser gefunden. Als solche werden sie in Verbindung mit Aufschreibgeräten von Zeit zu Zeit in die Leitungen vor oder hinter die Gebrauchsmesser eingeschaltet, um deren Meßeigenschaften zu prüfen, Lässigkeitsverluste zu ermitteln usw. Da es sich hierbei nur um jeweils kurze Prüfzeiten handelt, wirken sich die oben beschriebenen Nachteile dieser Bauart praktisch nicht aus. Auf die einzelnen Konstruktionen der in den letzten Jahren wenig veränderten Volumenmesser näher einzugehen, erübrigt sich, da wichtige Unterschiede gegenüber den üblichen ausländischen Konstruktionen zur Zeit nicht bestehen.

In einem späteren Aufsatz werde ich die Druckunterschiedmesser behandeln. [B 2760]

Einzelbetrieb von Wasserwerkbrunnen

Oft liegt der Wasserspiegel in Brunnen sehr tief, und ...ich müssen bei zentralen Wasserwerken eine Reihe ...nBrunnen zur gemeinsamen Wasserlieferung zusammen...faßt werden. Das kann durch Saugleitungen oder — wenn ...e zu lang werden — durch Heberleitungen geschehen. ...ie Leitungsarten bedürfen sehr sorgfältiger Verlegung ...dÜberwachung, um stets die erforderliche Luftleere zu ...lten. Überdies ist man vom Gelände abhängig; denn ...u. wie Heberleitungen sollen in stetig steigender Linie ...führt werden, und das läßt die Höhenlage hier und da ...t zu. In solchen Fällen bleibt nur übrig, jeden Brunnen ...it inem besonderen Pumpwerk zu versehen, das bei tief...gidem Wasserspiegel als Gestängepumpwerk auszuge...ln ist.

...ie wirtschaftliche Möglichkeit, derartige Brunnen...nwerke bei einer Wasserentnahme aus einer größeren ...hvon Brunnen anzuwenden, besteht erst seit Einführung ...s lektromotors. Man kann dann neben dem Hauptpump...r das das Wasser in das Versorgungsgebiet drückt, ...tts eines kleinen Nebenpumpwerkes aus mehreren ...nen schöpfen oder für jeden einzelnen Brun...eine Pumpe vorsehen. In dieser Weise ist man ...nem kürzlich fertiggestellten Werke vorgegangen.

...ie Hauptpumpen des Wasserwerkes der Stadt Tilsit, ...ssi Maschinenanlage die Deutschen Werke A.-G., Kiel, ...führt haben, werden von drei Zweitakt-Dieselmotoren für je 105 PS bei 375 U/min getrieben. Diese Motoren arbeiten über Zahnradgetriebe je auf eine Kolbenpumpe für 190 m³/h auf 50 m man. Förderhöhe und auf einen 50 kVA-Drehstromerzeuger. Die Stromerzeuger liefern den Strom für die 14 Tiefbrunnenpumpen, die das Wasser aus den bis zu 2000 m vom Hauptpumpwerk entfernten Brunnen heben und auf die Enteisenungsanlagen drücken. Die bis zu 20 m tiefen Brunnen enthalten in einem Schacht je eine mittels Elektromotors, Riementriebs und Gestänges angetriebene Differenzial-Tiefbrunnenpumpe. Jedes Tiefbrunnenpumpwerk kann von der Schalttafel im Maschinenraum durch selbsttätige Schaltgeräte ein- oder ausgeschaltet werden. Kleine Kontrollampen auf der Schalttafel zeigen Störungen an.

Während man hier Gestängekolbenpumpen angewandt hat, sind verschiedene andre Anlagen mit Kreiselpumpen ausgeführt worden. Die Kreiselpumpen lassen sich u. a. auch unter den Wasserspiegel versenken. Der Motor mit senkrechter Welle in der bekannten laternenförmigen Form steht dann über Tage, gegebenenfalls auch auf dem Boden eines Senkschachtes. Größere derartige Pumpen sind neuerdings für das Wasserwerk Oberschlesien von Gebr. Sulzer im Zusammenbau mit AEG-Motoren geliefert worden.

So ist es möglich, mit Hilfe des elektrischen Stromes die Wasserentnahme aus Brunnen einfacher und wirtschaftlicher zu gestalten als früher und damit ein störendes Hindernis im Betriebe von Grundwasserwerken zu überwinden.

[N 2880] *Baer*

68. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure
Königsberg i. Pr., 23. Juni 1929

Sonnabend, den 22. Juni 1929

Versammlung des Vorstandsrates

Zeit: 14,30 Uh[r]
Ort: Königsha[lle]

TAGESORDNUNG:

1. Eröffnung, Anwesenheitsliste, Ernennung zweier Schriftführer, Wahl von drei Beglaubigern der Niederschriften.
2. Geschäftsbericht der Direktoren.
3. Neuwahl des Kurators.
4. Weitere Wahlen:
   a) des Vorsitzenden-Stellvertreters,
   b) zweier Beigeordneter im Vorstand,
   c) eines Beigeordneten im Vorstand für die Jahre 1930 und 1931 an Stelle des ausscheidenden Kurators,
   d) der Mitglieder des Wahlausschusses und ihrer Stellvertreter,
   e) des Ausschusses für Berufsfragen,
   f) des Patentausschusses,
   g) des Wissenschaftlichen Beirates,
   h) Vorschläge für zwei Rechnungsprüfer und zwei Stellvertreter für die Prüfung der Rechnung 1929.
5. Vorschläge für Ehrungen:
   a) Ehrenmitgliedschaft,
   b) Grashof-Denkmünze.
6. Antrag des Westfälischen B.-V. auf Änderung [v]. Nr. 3 der Geschäftsordnung betr. Prüfung der A[uf]nahmegesuche durch die Geschäftsstelle des Gesa[mt]vereines.
7. Fortbestand der Ingenieurhilfe.
8. Ehrenzeichen.
9. Geschäftliches:
   a) Rechnung des Jahres 1928; Bericht der Rechnun[gs]prüfer.
   b) Festsetzung des Beitrages 1930 für die in Deuts[ch]land wohnenden Mitglieder.
   c) Haushaltplan.
   d) Bericht des Kuratoriums der Ingenieurhilfe ü[ber] das Jahr 1928.
   e) Ort der Hauptversammlung 1930.

Falls erforderlich, findet die Fortsetzung der Versammlung am 23. Juni, 11 Uhr statt.
Die Verhandlungen über etwaige von der Hauptversammlung an den Vorstandsrat zur endgültigen Beschlußfassung zurückverwiesene Beschlüsse (Satzung §§ 32 und 44) finden gegebenenfalls am 23. Juni, 16 Uhr statt.

Sonntag, den 23. Juni 1929

Hauptversammlung
Geschäftliche Verhandlungen (nur für Vereinsmitglieder)

Zeit: 8,30 Uhr
Ort: Börse

TAGESORDNUNG:

1. Geschäftsbericht der Direktoren.
2. Bericht der Rechnungsprüfer, Genehmigung der Rechnung des Jahres 1928 und Entlastung des Vorstandes.
3. Wahl zweier Rechnungsprüfer und ihrer Stellv[er]treter für die Rechnung des Jahres 1929.
4. Entgegennahme und Besprechung des Berichtes ü[ber] die Verhandlungen, Wahlen und Beschlüsse des V[or]standsrates.

Wissenschaftliche Verhandlungen

Zeit: 10 Uhr.
Ort: Börse

TAGESORDNUNG:

1. Begrüßungsansprache des Vorsitzenden. 2. Begrüßungen. 3. Ehrungen.
4. Vorträge:

Die Bedeutung der organischen Produktion für Technik und Industrie.
a) Oberpräsident a. D. von Batocki, Exz., Bledau, Kreis Königsberg: Landwirtschaft.
b) Ministerialdirektor a. D. Wappes, München: Forstwirtschaft.

Wissenschaftliche Fachsitzungen

Freitag, den 21. Juni 1929
10 Uhr: Verkehrswesen.
15 Uhr: Wärmetechnik — Schweißtechnik.
} Danzig, Technische Hochschule.

Sonnabend, den 22. Juni 1929
14 Uhr: Landwirtschaftstechnik — Betriebstechnik.
17 Uhr: Vertriebstechnik — Staubtechnik.
} Königsberg.

Montag, den 24. Juni 1929
9 Uhr: Ausbildungswesen — Holzprüfung — Industrielles Rechnungswesen.

Technische Besichtigungen, Montag, den 24. Juni 1929.

Das ausführliche Programm wird in den VDI-Nachrichten vom 24. April 1929 veröffentlicht.

Der Vorsitzende des Vereines deutscher Ingenieure
C. Köttgen.

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

. 73 SONNABEND, 27. APRIL 1929 Nr. 17

ie Bedeutung der drahtlosen Telegraphie für die Wissenschaft

Von J. ZENNECK, München[1]

Der Vortrag hat den Zweck, an einer Reihe von Beispielen zu zeigen, welchen Einfluß die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie auf die Wissenschaft gehabt hat. Von besonderer Wichtigkeit ist die Erweiterung der Schwingungslehre, die Bereicherung der experimentellen Hilfsmittel durch Röhrenverstärker und Röhrengeneratoren, die Wirkung auf die Röntgentechnik, die Wiederbelebung der physikalischen und physiologischen Akustik und der Übergang von physikalischen Meßanordnungen aus diesem Gebiet in die wissenschaftliche Medizin.

i der Betrachtung des Einflusses, den die drahtlose Telegraphie auf andere Wissenschaften ausgeübt hat, iet am nächsten die Frage: Wie hat die drahtlose Tele- ›hie ihre Dankespflicht gegen die Mutter Physik ab- eagen, was verdankt die allgemeine Physik der draht- ›n Telegraphie?

›ahtlose Telegraphie und Schwingungslehre

Ein Gebiet, auf dem man einen Einfluß der drahtlosen 'egraphie von vornherein erwartet, ist das, auf dem sie elst entstanden ist, die Schwingungslehre.

Einfache Schwingungskreise

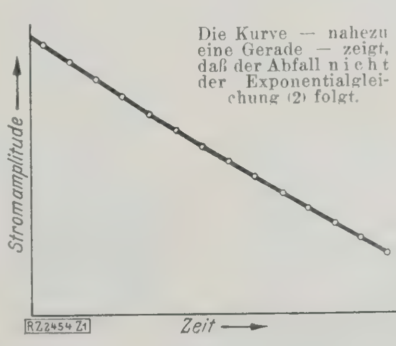
Noch heute gilt für einen einfachen Schwingungskreis ieGleichung von *Kirchhoff* und *Lord Kelvin*

$$R\,i + L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + \frac{1}{C}\int i\,\mathrm{d}t = e \quad \ldots\ldots\ (1).$$

i die freien oder erzwungenen Schwingungen eines sol- he Kreises kennzeichnet, je nachdem die äußere EMK =0 oder verschieden von null ist. (In Gl. (1) bedeutet R er Widerstand, i den Strom, L die Induktivität, t die Zeit n C die Kapazität.) Aber unter dem Einfluß der Erfah- ›ren in der drahtlosen Telegraphie sehen wir in dieser ›ichung doch heute ganz andre Möglichkeiten als vor izig Jahren. Damals hätte es kaum irgendwelchen ›ir gehabt, unter den Größen R, L und C etwas anderes ›erstehen als unveränderliche, von etwaigen Schwin- ›ven im Kreise unabhängige Größen. So kam man für ›i freien Schwingungen zu dem Ergebnis

$$i = J\,e^{-\delta t}\sin(\omega t + \varphi) \quad \ldots\ldots\ (2),$$

zu Schwingungen von der Kreis- ›uenz $\omega \approx \frac{1}{\sqrt{CL}}$, deren Amplitude ›ach einem Exponentialgesetz ab- il. Gl. (2) galt lange als d i e ›ö›ng der Differentialgleichung (1). Aber schon zu der Zeit, als die ›erstationen mit ihren hellen und ›achenden Funken eine Art kleiner ›li fabriken darstellten, tauchten ›wfel auf, ob für den Primärkreis ›er Stationen mit ihren Funken ›. 2) zuträfe. Es war nicht wahrscheinlich, daß der Energieverbrauch im Funken während einer Periode $\approx I^2$ ist, wenn I den Effektivwert des Stromes während dieser Periode bedeutet. Dann konnte auch der zeitliche Abfall der Amplitude in einem solchen Kreis nicht einem exponentiellen Gesetz folgen. Der Versuch hat diesen Bedenken Recht gegeben. Er hat gezeigt, daß der Abfall der Amplitude, wenn der Energieverbrauch im Funken den in den Drähten übersteigt, praktisch durch eine Gerade wiedergegeben wird. In Abb. 1 ist eine solche Amplitudenkurve zu sehen, die ich mit der *Braunschen* Röhre im Jahre 1904 gemessen habe[2]). Die Erörterung der Kurve führt zu dem Ergebnis, daß der Energieverbrauch im Funken durch ein Gesetz, ähnlich dem für den Lichtbogen, bestimmt wird, daß also von einem gleichbleibenden Widerstand eines Schwingungskreises mit Funkenstrecke nicht die Rede sein kann.



Die Kurve — nahezu eine Gerade — zeigt, daß der Abfall n i c h t der Exponentialgleichung (2) folgt.

Abb. 1
Abfall der Amplitude in einem Schwingungskreis mit Funkenstrecke.

Ob die Amplitude nach einem exponentiellen oder nach einem linearen Gesetz abfällt, macht physikalisch und praktisch nicht viel aus. Ganz andre Möglichkeiten für einen Schwingungskreis ergaben sich mit der Einführung des Lichtbogen- und Röhrengenerators (-senders).

Schaltet man z. B. einen Lichtbogengenerator ein, so erhält man Oszillogramme wie Abb. 2, das ich früher einmal mit der *Braunschen* Röhre aufgenommen habe[3]). Ganz ähnliches findet man beim Röhrengenerator. Die Amplitude der Schwingungen steigt zuerst an, um sich dann einem konstanten Endwert zu nähern.

Bleiben wir bei der Form der Schwingungsgleichung (1), so bedeutet ein Anwachsen der Amplitude einen negativen Wert des gesamten Widerstandes, eine gleichbleibende Amplitude einen Gesamtwiderstand gleich null. Für einen Mathematiker ist ein positives oder negatives Vorzeichen gleichberechtigt; aber ich bin überzeugt, wenn man vor 30 Jahren einem Physiker vorgeschlagen hätte, Gl. (1) auch für den Fall eines negativen Widerstandes R zu diskutieren, so würde er es mit Entrüstung als einen vollkommenen Unsinn abgelehnt haben. Wir wundern uns heute über einen solchen Begriff nicht mehr. Wir wissen, daß bei Anordnungen wie dem Lichtbogen- oder dem Röhrengenerator eine Energiezufuhr von außen stattfindet, die anfänglich den Energieverbrauch im Schwingungskreis

[1]) Deutsche gekürzte Bearbeitung des Vor- ›nläßlich der Überreichung der Medal of ›our des Institute of Radio Engineers am ›e. 1928 in New York. In der ursprünglichen ›lhen Fassung ist der Vortrag in den Proc. ›st. adio Engrs. Bd. 17 (1929) S. 89 erschienen. — ›ie rliegende gekürzte Wiedergabe erfolgt mit ›migung des Institute of Radio Engineers.

[2]) *J. Zenneck*, Ann. Phys. Bd. 13 (1904) S. 822.

[3]) *J. Zenneck*, Ann. Phys. Bd. 43 (1914) S. 481.

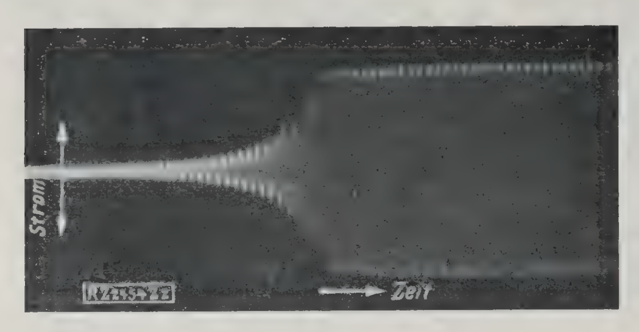


Abb. 2
Oszillogramm des Anstiegs der Schwingung eines Lichtbogensenders unmittelbar nach dem Schließen des Stromkreises.

übersteigt, aber mit wachsender Amplitude im Verhältnis zum Energieverbrauch abnimmt, bis sie gleich dem letzteren wird und zu einer gleichbleibenden Amplitude führt.

Diese eigentümlichen Energieverhältnisse haben noch eine weitere Folge, wenn wir auf ein solches selbstschwingendes System eine äußere EMK wirken lassen und deren Frequenz f verändern. Man erwartet, daß dann außer den Eigenschwingungen von der gleichbleibenden Frequenz f_0 noch erzwungene Schwingungen von der veränderlichen Frequenz der äußeren EMK auftreten. Man erwartet ferner, daß der Effektivwert des Stromes im Kreis sich in bekannter Weise aus den Effektivwerten der Eigen- und erzwungenen Schwingungen zusammensetzt und vermutet eine Resonanzkurve von der Form der gestrichelten Kurve in Abb. 3, in der die Ordinate ab dem Effektivwert der Eigenschwingungen entspricht. In Wirklichkeit erhält man die ausgezogene Kurve der Abb. 3 und findet zwischen den Punkten A und B überhaupt keine Eigenschwingungen von der Frequenz f_0, sondern nur erzwungene Schwingungen von der veränderlichen Frequenz f[4]). Daß auch diese Erscheinung, wie sie z. B. beim Empfang mit Schwingungsaudion eintritt, damit zusammenhängt, daß das Vorzeichen und die Größe des Widerstandes eines solchen Systems von der Amplitude abhängt, hat *B. van der Pol jr.*[5]) in überzeugender Weise dargetan.

[4]) Vergl. z. B. *Vincent*, Proc. Phys. Soc. London Bd. 32 (1920) S. 84 u. *F. Roßmann* u. *J. Zenneck*, Jahrb. d. drahtl. Telegraphie u. Telephonie Bd. 23 (1924) S. 47.

[5]) *B. van der Pol jr.*, Tijdschr. Nederl. Radiogenootschap Bd. 2 (1924) S. 56 u. Phil. Mag. (7) Bd. 3 (1927) S. 65.

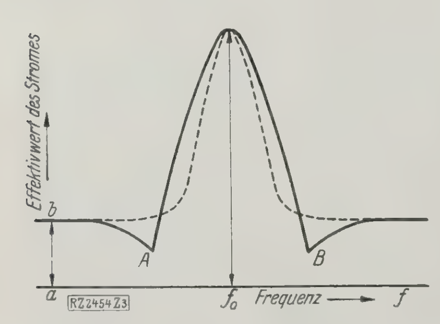


Abb. 3
Resonanzkurve eines selbstschwingenden Systems, auf das eine äußere EMK mit veränderlicher Frequenz f wirkt.

Die ausgezogene Kurve ist die Resonanzkurve des Systems; zur Erläuterung der gestrichelten Kurve vergl. den Text.

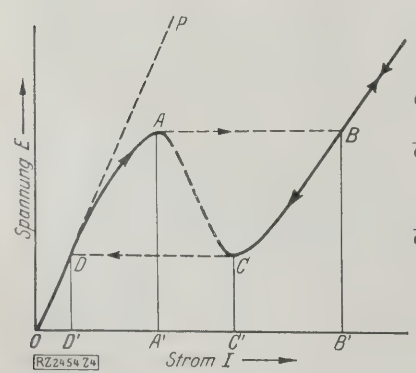


Abb. 4
Strom-Spannungs-Charakteristik eines Stromkreises.

$\overline{OP}$ Strom-Spannungscharakteristik eines Schwingungskreises mit einer eisenfreien Spule

$\overline{ODA}\overline{BC}$ Strom-Spannungscharakteristik eines Schwingungskreises mit einer Spule mit geschlossenem Eisenkern

Natürlich besteht nicht nur die Möglichkeit, daß de W i d e r s t a n d eines Schwingungssystems eine Funktio der Amplitude ist, dasselbe kann auch bei der I n d u k t i v i t ä t der Fall sein. Ein bekanntes Beispiel dafür sin Spulen mit geschlossenem Eisenkern, wie sie in magnet schen Frequenzwandlern benutzt werden. Bei gleichble bender Induktivität ergibt die Schwingungsgleichung di Beziehung

$$E = Z I,$$

wenn $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$ der Scheinwiderstand de Schwingungskreises für die betreffende Frequenz ist. Ma erhält also Proportionalität der Effektivwerte I und Tragen wir in üblicher Weise E abhängig von I auf, s erhalten wir die gestrichelte Gerade OP von Abb. 4 al Strom-Spannungs-Charakteristik[6]). Enthält aber der Kre eine Spule mit geschlossenem Eisenkern, deren Induktiv tät sich mit der Stromamplitude ändert, so kann die Ch rakteristik die Form der Kurve ODACB in Abb. 4 an nehmen. Eine solche Kurve bedeutet aber eine ganz neu Erscheinung, die uns sofort entgegentritt, wenn wir di Spannung allmählich steigern. Solange die Spannun unter dem Wert $\overline{AA'}$ bleibt, steigt der Strom in normale Weise mit der Spannung an. Sobald aber der Wert $\overline{A}$ überschritten wird, springt der Strom plötzlich auf de viel größeren Wert $\overline{BB'}$. Wir bekommen die sog. „Kip erscheinung", die gefährlich sein kann, wenn die Anlag nicht für den starken Strom und die dadurch hervo gerufenen hohen Spannungen an den Spulen und Konde satoren bemessen ist. Ich erinnere mich noch lebhaft a die Zeit, als wir auf der Station Sayville, Long Island, A fang 1915 den Maschinensender mit Frequenzwandlern au gebaut hatten und die ersten Versuche machten, und a unseren Schrecken, als der Stromzeiger bei einer kleine Steigerung der Maschinenspannung auf beinahe den do pelten Wert sprang. Diese Erfahrungen waren für mic der Anlaß, die Verhältnisse theoretisch näher zu unte suchen und in einem Vortrag vor dem Institute of Radi Engineers darüber zu berichten[7]).

Daß auch die Resonanzkurven eines solchen Kreise ganz anders ausfallen als bei einem Kreis mit ko stanter Induktivität, ist von vornherein wahrscheinlic Tatsächlich können sie Formen annehmen, wie sie in Abb. für denselben Kreis, aber bei zwei verschiedenen Spa nungen dargestellt sind.

Gekoppelte Schwingungskreise

Auch von g e k o p p e l t e n K r e i s e n erwarten w heute etwas ganz anderes als früher. Die induktive Kop lung zwischen zwei Kreisen, Abb. 6, besteht bekanntlic darin, daß der primäre Kreis auf den sekundären ein EMK $= -L_{12}\frac{\mathrm{d}\,i_1}{\mathrm{d}\,t}$, der sekundäre auf den primären rück wärts eine EMK $= -L_{21}\frac{\mathrm{d}\,i_2}{\mathrm{d}\,t}$ induziert. Eine der Grun

[6]) *O. Martienssen*, Phys. Zeitschr. Bd. 11 (1910) S. 448; *H. Schun* u. *J. Zenneck*, Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Teleph. Bd. 19 (1922) S. 17 *L. Casper*, *K. Hubmann* u. *J. Zenneck*, Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Telep Bd. 23 (1924) S. 63.

[7]) *J. Zenneck*, Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 8 (1920) S. 463. Vorgetrage am 1. Sept. 1915.

Abb. 5
Resonanzkurven eines Schwingungskreises.

Auf den Kreis, der eine Spule mit geschlossenem Eisenkern enthält, wirkt eine EMK gleichbleibender Amplitude, aber veränderlicher Frequenz.

Die Kurven a und b beziehen sich auf zwei verschiedene Spannungen. Die Pfeile zeigen, welche Teile der Kurven für steigende und welche für fallende Frequenz gelten. Der gestrichelte Teil der Kurve a ohne Pfeil ist der labile Bereich, den die Theorie liefert.

Abb. 6 und 7. Induktive Kopplung zweier Schwingungskreise

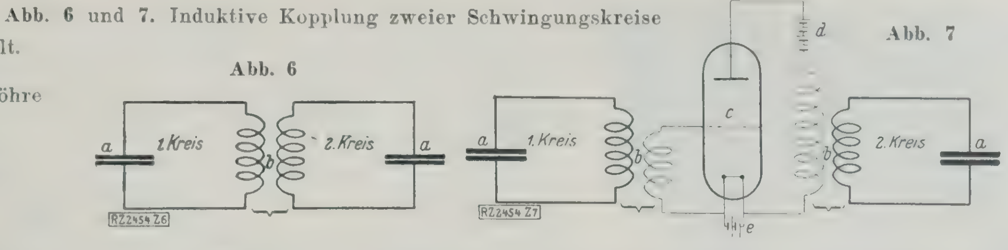


Abb. 6
Unmittelbar gekoppelt.
Abb. 7
’ber eine Verstärkerröhre gekoppelt.

a Kapazitäten
b Kopplungsspulen
c Verstärkerröhre
d Anodenbatterie
e Heizbatterie

-n der Kopplungstheorie war früher die Beziehung, die in jedem Lehrbuch findet, $L_{12} = L_{21}$, d. h. allgemein rochen: Wenn die Systeme so gekoppelt sind, daß das iäre auf das sekundäre eine starke Wirkung ausübt, uß notwendigerweise auch die Rückwirkung des sekun-u auf das primäre verhältnismäßig stark sein. Das eute keineswegs mehr notwendig. Man braucht nur, uf meines Wissens *E. H. Armstrong*[9]) zuerst aufmerk-gemacht hat, die beiden Kreise durch eine Verstärker-e hindurch zu koppeln, Abb. 7; dann kann die Ein-ung des Primärsystems auf das sekundäre sehr stark und trotzdem die Rückwirkung des sekundären auf primäre nahezu verschwinden.

Ferner war eine Folgerung der Kopplungstheorie, daß fester Kopplung im Primär- und Sekundärkreis die-ln zwei Kopplungsschwingungen mit zwei verschiede-r Frequenzen entstehen. Das bedeutet einen Strom-uf im Primär- und Sekundärsystem, wie ihn die en *a* und *b* in Abb. 8 darstellen. Auch dieses Er-bis hat eine ganz erhebliche Änderung erfahren in dem l wenn der Primärkreis eine geeignete Funkenstrecke „Löschfunkenstrecke" enthält, wie es die Quecksilber-nflampe von *Cooper Hewitt* oder die kurzen Metall-nenstrecken von *M. Wien* sind. Dann erhält man einen r verlauf von der Form der Kurven *a b* in Abb. 9. Die ung des Primärkreises ist hier im wesentlichen die, Eigenschwingungen des Sekundärkreises anzustoßen. en er diese Pflicht erfüllt hat, hört seine Tätigkeit auf. Eine eigentümliche Weiterbildung dieser Stoßerregung ne Art synchroner Stoßerregung, die die Erzeugung he ungedämpfter Schwingungen im Sekundär-e, und zwar von sehr viel höherer Frequenz als die s Primärkreises zur Folge hat. Das Mittel zur Stoß-ung ist hier ein ganz anderes als im Falle der Lösch-n. Der Primärkreis mit dem Wechselstromerzeuger *a*, 10, enthält außer einer großen, eisenfreien Selbstinduk-b eine Spule mit geschlossenem Eisenkern, und der n wird so stark gewählt, daß der Eisenkern hoch gesättigt wird. Dann hat die EMK, die von ihm auf den Sekundärkreis induziert wird, ungefähr die Form der Kurve *e* in Abb. 11. Ist der Sekundärkreis auf ein ungerades, unter Umständen sehr hohes Vielfaches der Primärfrequenz abgestimmt, so werden seine Schwingungen — i_2 in Abb. 11 — zweimal während jeder Primärperiode angestoßen und fallen zwischen zwei Stößen ab. Ist das Dekrement (die Dämpfung) des Sekundärkreises klein, so gelingt es, im Sekundärkreis Schwingungen zu erzeugen, deren Amplitude fast vollkommen gleich bleibt. Abb. 12 gibt eine Aufnahme mit der *Braunschen* Röhre wieder, in der die Abszissen dem Primärstrom, die Ordinaten dem Sekundärstrom proportional sind.

Natürlich kann man diese Anordnungen, wie es auch meist geschieht, ebenso gut als ein Verfahren der

Frequenzvervielfachung

auffassen. Auch die Frequenzvervielfachung gehört zu den Errungenschaften, zu denen die Bedürfnisse der drahtlosen Telegraphie geführt haben. Zum ersten Mal ist wohl der Gedanke der Frequenzvervielfachung mit einer ruhenden Anordnung von mir im Jahre 1899[10]) ausgesprochen worden. Ich verwandte bei der Schaltung Abb. 13 zur Ausführung dieses Gedanken zwei Ventilzellen *a* und *b* — die einzigen mir damals bekannten waren die elektrolytischen — und setzte sie in umgekehrter Richtung in zwei Zweige *e* und *f* des Primärstroms, die mit entgegengesetztem Wicklungssinn auf einen Transformatorkern gewickelt waren. Aus einer dritten Spule *g* desselben Transformators konnte dann eine EMK entnommen werden, deren Frequenz das Doppelte der Primärfrequenz betrug. Die Anordnung zeichnete sich nicht durch guten Wirkungsgrad aus. Aber der Gedanke, die Frequenz eines Wechselstroms gewissermaßen nachträglich zu vervielfältigen, hat sich durchgesetzt. Wenige Jahre später kam die magnetische Frequenzverdoppelung, die nach der bekannten Schaltung Abb. 14[11]) arbeitet. Sie fand Eingang in die drahtlose Telegraphie und wurde ein Jahrzehnt lang

[9]) *E. H. Armstrong*, Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 5 (1917) S. 145.

[10]) *J. Zenneck*, Ann. Phys. Chem. Bd. 69 (1899) S. 858.
[11]) *J. Epstein*, DRP Nr. 245 445 (1903).

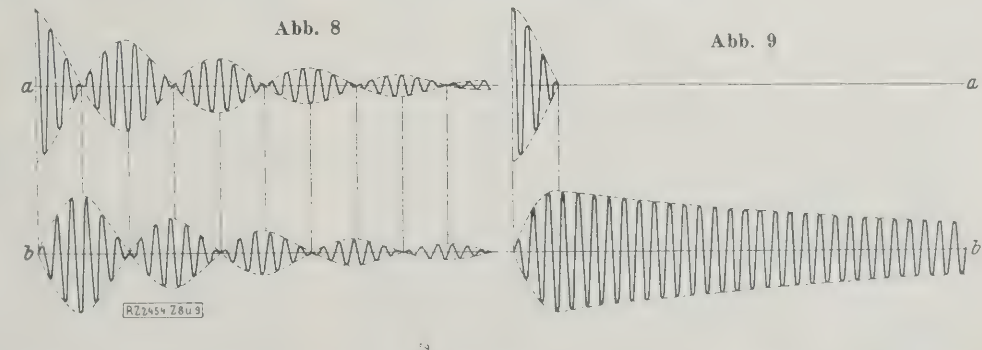
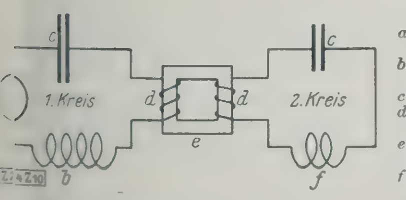


Abb. 8 und 9
Gedämpfte Schwingungen in fest gekoppelten Schwingungskreisen.
Schwingung des Primärkreises
„ „ Sekundärkreises

Abb. 8
Primärkreis ohne Funkenstrecke oder mit gewöhnlicher Funkenstrecke.

Abb. 9
Primärkreis mit Löschfunkenstrecke.



a Wechselstromerzeuger
b große eisenfreie Selbstinduktion
c Kapazitäten
d Spulen mit geschlossenem Eisenkern
e Geschlossener Eisenkern
f Eisenfreie Selbstinduktion

Abb. 10
Synchrone magnetische Stoßerregung (Frequenzvervielfachung).
Der Sekundärkreis ist auf ein ungerades Vielfaches des Primärkreises abgestimmt.

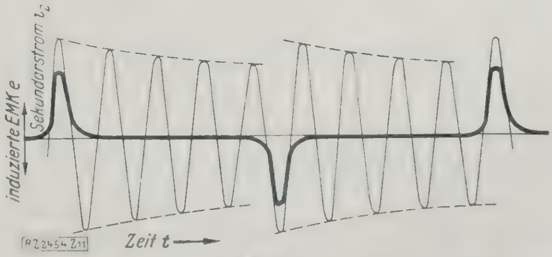


Abb. 11
Vom Primärkreis induzierte EMK *e* und Schwingungen i_2 des Sekundärkreises bei der Schaltung nach Abb. 10.

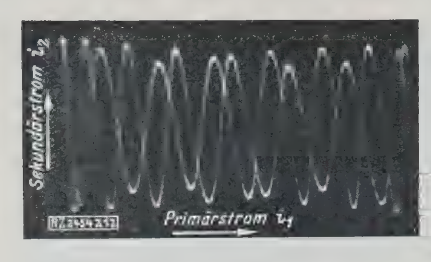


Abb. 12
Schwingungen des Sekundärkreises bei synchroner magnetischer Stoßerregung (Frequenz-Vervielfachung).

Zu Abb. 13:
a. *b* elektrische Ventilzellen, umgekehrt geschaltet
e Selbstinduktionen
d Transformatorkern
c, *f* Wicklungen mit entgegengesetztem Wicklungssinn
g dritte Wicklung des Kernes zur Entnahme des Sekundärstromes mit der doppelten Frequenz des Primärstromes

beim transatlantischen Betrieb der Station Nauen und vieler anderer Stationen, auch von Sayville, der amerikanischen Gegenstation von Nauen während der beiden ersten Kriegsjahre, verwandt.

Die Frequenz-Lage

Daß es außer der Frequenzmultiplikation auch Methoden für die „Frequenz d e multiplikation" oder „Frequenzdivision" gibt, wird jeder begreiflich finden, der weiß, daß Division die Umkehrung der Multiplikation ist, und der die Schwierigkeiten nicht kennt, mathematische Verfahren physikalisch nachzuahmen — ich erinnere nur an die Umkehr des Vorzeichens beim Widerstand, von dem oben die Rede war.

Damit sind aber die Möglichkeiten längst nicht erschöpft; tatsächlich kann man heute aus einem Strom von irgend einer Frequenz einen Strom von jeder beliebigen anderen Frequenz herstellen. Aus einer Hochfrequenz machen wir durch Überlagerung mit einer zweiten Hochfrequenz und mit Gleichrichtern irgend eine Niederfrequenz. Wir heben aus einem niederfrequenten Strom seine hochfrequenten Harmonischen heraus, und wenn wir aus einer Niederfrequenz eine davon verschiedene Niederfrequenz machen wollen, so ist auch das möglich, allerdings nur auf dem Umweg über eine Hochfrequenz. Es soll mich gar nicht wundern, wenn die Frequenzumformung auch in der Musik mit Hilfe von Lautsprechern Eingang findet. Derselbe Sänger kann dann ohne Frequenzwandler als Bassist und mit Frequenzwandler als Tenor auftreten. Oder ein Stück in As-dur soll auf der Flöte gespielt werden; da diese Tonart für die Flöte unbequem ist, so bläst man das Stück in der bequemen Tonart D-dur und überträgt es dann mit Hilfe von Frequenzwandlern in As-dur.

Wechselstrom mit periodisch veränderlicher Amplitude

Ehe ich das Gebiet der Frequenzvervielfachung und die gekoppelten Systeme verlasse, möchte ich noch auf eine merkwürdige Erscheinung hinweisen. Man erhält sie[12]) mit der Schaltung nach Abb. 15 mit zwei gekoppelten Schwingungskreisen, von denen z. B. der sekundäre eine Spule mit geschlossenem Eisenkern enthält. Hier kann man unter Umständen in beiden Kreisen Ströme von der Form Abb. 16 und 17[13]) bekommen, d. h. Ströme mit periodisch veränderlicher Amplitude. Das ist wichtig aus folgendem Grund. Wenn ein Wechselstromerzeuger von einer bestimmten Frequenz und mit gleichbleibender Amplitude auf irgendeine Anordnung von Leitern wirkt, so nimmt man im allgemeinen an, daß, wie auch immer die Verhältnisse liegen mögen, der Strom in diesen Leitern unter allen Umständen gleichbleibende Amplitude bekommen muß, wenn die Einschaltvorgänge abgelaufen sind. Man betrachtet es beinahe als selbstverständlich, daß man den zeitlichen Verlauf des Stromes in der Form $i = J e^{j \omega t}$ ansetzt (i = Momentanwert, J = Amplitude des Stromes, ω = Kreisfrequenz, $j = \sqrt{-1}$). Das eben Ausgeführte beweist, daß man mit dieser Annahme oder diesem Ansatz auch einmal fehlgehen kann.

Die angeführten Beispiele zeigen, wie außerordentlich vielseitiger und reichhaltiger die Schwingungslehre durch die Erfahrungen und Aufgaben der drahtlosen Telegraphie geworden ist.

[12]) *K. Heegner*, Z. f. Physik Bd. 29 (1924) S. 91.
[13]) Aufnahmen mit der Braunschen Röhre aus *H. Plendl*, *F. Sammer* u. *J. Zenneck*, Jahrb. f. drahtl. Telegr. u. Teleph. Bd. 26 (1925) S. 104.

Abb. 13
Erste Schaltung zur Frequenz-Vervielfachung (1899).

Die experimentellen Hilfsmittel

Fast noch vielseitiger und reichhaltiger sind die e perimentellen Hilfsmittel, die die drahtlose Telegrap der Wissenschaft zur Verfügung gestellt hat.

Messung schwacher Wechselströme

Eine besonders schwierige Aufgabe war früher d Messung schwacher Wechselströme, ganz im Gegens zum Gleichstrom, wo man mit Drehspulen-Meßgerät Ströme von der Größenordnung 10^{-9} A und mit Panz Galvanometern noch bis 10^{-12} A ohne ernsthafte Schw rigkeiten mißt. Das Beste, was man für die Messu schwacher Wechselströme hatte, war das Vakuu Thermoelement; aber es war im Vergleich zu eine Gleichstrom-Galvanometer außerordentlich empfindli Heute haben wir in guten Kristalldetektoren, in d *Wehnelt-Flemingschen* Glühkathoden-Gleichrichtern, *de Forests* Audion und den Röhren-Strom- und Spannung messern[14]) Anordnungen von so hoher Empfindlichke daß die Messung schwacher Wechselströme und -spannu gen geradezu ein Vergnügen geworden ist.

Dazu kommt

die Elektronenröhre als Verstärker.

Diese hat in der Physik und in den benachbart Wissenschaften so ausgedehnte Verwendung gefunde daß man sich heute wundert, wenn einmal bei einer e perimentellen Untersuchung k e i n e Verstärkerröh verwendet wird. Jeder elektrische Vorgang — er m noch so schwach sein, wenn er nur nicht an die Gren des Schrot-Effektes geht — läßt sich heute so weit ve stärken, daß er bequem gemessen, oszillographiert, hö bar oder sichtbar gemacht werden kann. Infolge dav kann heute die experimentelle Technik an Aufgab herantreten, die früher unzugänglich erschienen.

Einige Beispiele mögen das erläutern.

Bei der Photometrie von Sternen mit Hilfe der lic elektrischen Zelle hat man es mit Strömen von d Größenordnung 10^{-14} A zu tun. Nach den Versuchen v *H. Rosenberg*[15]) lassen sie sich rd. 100 000 mal verstärke und zwar so, daß der Strom, der von der Größenordnu von 10^{-9} A und mit einem Drehspul-Spiegelgalvanome meßbar ist, bis auf rd. 2 vH der Lichtstärke propo tional bleibt.

Zur Dosierung von Röntgenstrahlen werden d Ströme gemessen, die die Strahlen in einer Ionisation kammer hervorrufen. Sie sind von der Größenordnu 10^{-12} A. Siemens & Halske bauen Verstärker-Anor nungen mit einer einzigen Doppelgitterröhre[16]), die die Ströme so verstärken, daß sie mit einem unmittelbar a zeigenden Drehspul-Meßgerät mit einer Empfindlichke von $2{,}6 \cdot 10^{-7}$ A je Skalenteil gemessen werden können.

Ein anderes Beispiel ist der *Geigersche* Ionenzähle Abb. 18. In einem Metallzylinder *a*, der vorn durch ei Glimmerscheibe *b* abgeschlossen ist, befindet sich, vo Zylinder isoliert, eine Metallspitze *c*, z. B. eine Nähnad Zwischen Spitze und Zylinder ist eine Batterie *d* und ei großer Widerstand *e* geschaltet. An die Enden d Widerstandes sind Gitter und Kathode der Eingang röhre eines Verstärkers *f* angeschlossen; im Anode kreis der Ausgangsröhre liegt ein Lautsprecher *g*. D Spannung der Batterie ist so gewählt, daß eben kei Glimmentladung zwischen Spitze und Zylinder einset

[14]) Bericht über Strom-Spannungsmessungen mit Röhren v *F. Trautwein*, Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Teleph. Bd. 18 (1921) S. 38.
[15]) *H. Rosenberg*, Berl. Ber. Bd. 53 (1920) S. 716.
[16]) *K. W. Haußer*, *R. Jaeger* u. *W. Vahle*, Wissensch. Veröffen des Siemens-Konzerns Bd. 2 (1922) S. 325.

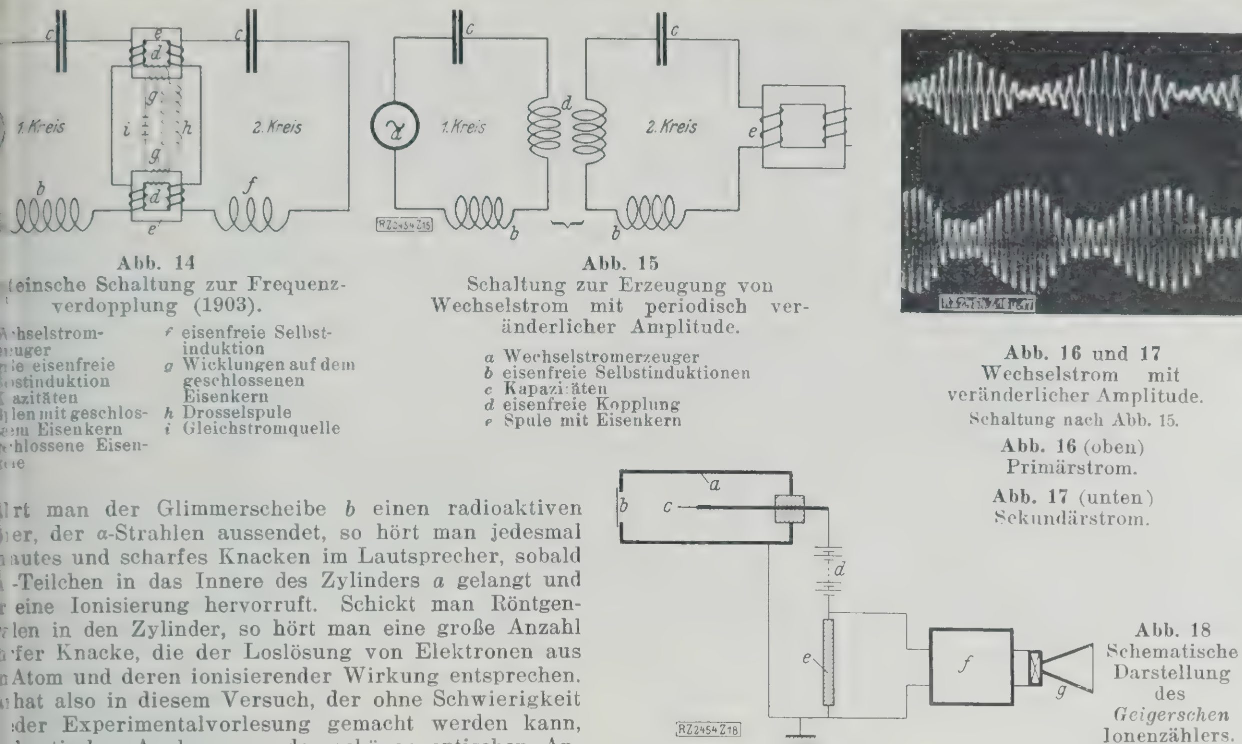


Abb. 14
einsche Schaltung zur Frequenzverdopplung (1903).

hselstrom-
uger
ie eisenfreie
stinduktion
azitäten
len mit geschlossenem Eisenkern
hlossene Eisen-
ie

f eisenfreie Selbstinduktion
g Wicklungen auf dem geschlossenen Eisenkern
h Drosselspule
i Gleichstromquelle

Abb. 15
Schaltung zur Erzeugung von Wechselstrom mit periodisch veränderlicher Amplitude.

a Wechselstromerzeuger
b eisenfreie Selbstinduktionen
c Kapazitäten
d eisenfreie Kopplung
e Spule mit Eisenkern

Abb. 16 und 17
Wechselstrom mit veränderlicher Amplitude.
Schaltung nach Abb. 15.
Abb. 16 (oben) Primärstrom.
Abb. 17 (unten) Sekundärstrom.

Abb. 18
Schematische Darstellung des *Geigerschen* Ionenzählers.

a Metallzylinder
b Glimmerplatte
c Metallspitze, von *a* isoliert
d Batterie
e großer Widerstand
f Verstärker
g Lautsprecher

rt man der Glimmerscheibe *b* einen radioaktiven er, der α-Strahlen aussendet, so hört man jedesmal autes und scharfes Knacken im Lautsprecher, sobald -Teilchen in das Innere des Zylinders *a* gelangt und eine Ionisierung hervorruft. Schickt man Röntgenlen in den Zylinder, so hört man eine große Anzahl fer Knacke, die der Loslösung von Elektronen aus Atom und deren ionisierender Wirkung entsprechen. hat also in diesem Versuch, der ohne Schwierigkeit der Experimentalvorlesung gemacht werden kann, kustisches Analogon zu der schönen optischen Anung von *C. T. R. Wilson*, die dieselben Vorgänge sichtnacht.

Venn man einen Stahl ummagnetisiert, so erfolgt Jmmagnetisierung nicht gleichförmig, sondern die etischen Elemente, was sie auch immer sein mögen, pen" in größeren Gruppen um, wie man mit Recht Unrecht zu sagen pflegt. Bekanntlich hat *Barkn*[17]) einen sehr hübschen Versuch angegeben, der es ttet, die Erscheinung hörbar zu machen. Man bringt nagnetischen Körper — einen Stahlstab oder Stahln — in das Innere einer Spule mit vielen Windungen chließt an die Enden der Spule einen Verstärker an, essen Endröhre ein Lautsprecher angeschaltet ist. n man dann mit einem starken Stabmagneten an der oder dem in ihr befindlichen Stahl entlang fährt, so nan ein Rauschen im Lautsprecher, das von der unförmigen Ummagnetisierung herrührt.

iese beiden letzten Beispiele zeigen, wie die Verer uns Elementarvorgänge näher gebracht haben, auf Vorhandensein man früher nur aus dem Integralschließen konnte.

Der Röhrengenerator

ie schönste Errungenschaft der drahtlosen Teleie ist meines Erachtens der Röhrengenerator. egt mir ferne, das Verdienst derer schmälern zu ln, die auf den Fußtapfen *Nicola Teslas* fortschritnd das Ziel von ungedämpften Schwingungen mit f von Maschinen zu erreichen suchten. Diese Man mit ihren Regelvorrichtungen — ich brauche nur von *Alexanderson* zu erinnern — sind Kunstwerke, dem Besten gehören, was die Elektrotechnik je geen hat. Ungedämpfte Schwingungen waren von fag an der Traum jedes, der sich mit drahtloser Teleie beschäftigte. Aber keiner hätte wohl im Traum ken gewagt, daß es einmal möglich sein würde, mit fachen Mitteln ungedämpfte Schwingungen bis hinu Frequenzen von 30 Mill. in 1 s, wie sie keine e Quelle elektrischer Schwingungen als der Röhrenator aufweist, zu erzeugen, außerdem ihre Amplien einfachster Weise mittels Niederfrequenz zu ieren.

enn ich dem Röhrengenerator die höchste Konstanz reibe, so bin ich mir wohl bewußt, daß das heute nicht mehr ganz richtig ist. Tatsächlich hat er sich bst übertroffen, als man ihm den piezo-elektrischen Quarz, den *Cady*[18]) in die drahtlose Telegraphie eingeführt hat, zur Steuerung beigab. Auch in dieser Beziehung verdankt die Physik der drahtlosen Telegraphie eine wertvolle Bereicherung. Sie hat nicht nur gezeigt, wie man von der Piezo-Elektrizität, die bis dahin mehr als ein Kuriosum betrachtet wurde, nützlichen Gebrauch machen kann, sondern auch bewiesen, daß Quarz fähig ist, m e c h a n i s c h e Schwingungen mit einer Frequenz von über 1 Mill. in 1 s und mit äußerst geringer Dämpfung auszuführen. Man hat sich heute an den Quarzoszillator so sehr gewöhnt, daß man gar nicht mehr daran denkt, welches physikalische Wunder er ist. Ich bin überzeugt, kein Physiker hätte früher etwas Derartiges für möglich gehalten. Wenn jedenfalls zu mir jemand gekommen wäre, der mich versichert hätte, er habe eine Erfindung gemacht, um von einem Quarz mechanische Schwingungen mit Frequenzen von über eine Million Hertz herzustellen, so würde ich ihn sehr freundlich behandelt, ihm aber doch den Rat gegeben haben, sich in Behandlung eines Nervenarztes zu begeben.

Der Röhrengenerator hat in der Physik bei Hochfrequenzmessungen alles Andere verdrängt. Seine größte Bedeutung für die Physik hat er aber wohl erreicht in Verbindung mit der *Fessendenschen* Schwebungsmethode, wenn auch nicht in ihrer ursprünglichen Form, sondern in der, die dem Röhrengenerator angepaßt ist. Man kann wohl sagen, daß es hierdurch möglich geworden ist, irgendeine Veränderung, gleichgültig welcher Art und Kleinheit, nachzuweisen und zu messen: es wird fast immer möglich sein, durch diese Veränderung die Frequenz eines Kondensatorkreises in einem Röhrengenerator und damit die Schwebungsfrequenz zwischen ihm und einem Schwingungserzeuger mit gleichbleibender Frequenz zu beeinflussen. Daß es auf diese Weise z. B. möglich ist, die sehr kleinen Änderungen der Dielektrizitätskonstanten von Gasen in Abhängigkeit vom Druck zu messen, leuchtet ein; man braucht nur den Plattenkondensator eines Röhrengenerators in das betreffende Gas hereinzubringen. Weniger nahe liegt schon die Messung kleiner Längen. Wenn man die eine Kondensatorplatte *b*, Abb. 19, eines Röhrengenerators beweglich macht, so ändert sich bei ihrer Bewegung die Kapa-

[17]) *H. Barkhausen*, Phys. Zeitschr. Bd. 20 (1919) S. 401.

[18]) *W. G. Cady*, Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 10 (1922) S. 88.

zität des Kondensators und damit der Schwebungston. *R. Whiddington*[19]) hat dieses Verfahren ausgearbeitet, so daß damit Bewegungen von der Größenordnung 10^{-8} cm meßbar werden. Das bedeutet eine Genauigkeit, die diejenige der bisher genauesten Messungen mit Hilfe von Interferenzerscheinungen des Lichtes ganz erheblich übersteigt. Daß man auf diese Weise sehr geringe Wärmeausdehnungen, kleine Drehungen von Bruchteilen von Bogensekunden und kleinste Ausschläge von Waagen bestimmen kann[20]), will ich nur erwähnen, um die vielseitige Anwendung dieses Verfahrens auch außerhalb der Domäne der elektrischen Schwingungen zu zeigen.

Röntgentechnik

Weit ab von den elektrischen Schwingungen liegt auch noch ein Gebiet, das aus der drahtlosen Telegraphie größten Nutzen gezogen hat, die Röntgentechnik. Das gilt in zweierlei Beziehung. Einmal sind die Hochvakuum-Gleichrichter mit Glühkathode, die die drahtlose Telegraphie für die hohen Gleichspannungen ihrer Anodenkreise entwickelt hat, für den Betrieb neuzeitlicher Röntgenröhren, die hochgespannten Gleichstrom verlangen, ein übliches Hilfsmittel geworden. Wohl gab es früher schon eine Anordnung, um hochgespannten Wechselstrom gleichzurichten, den synchron laufenden mechanischen Gleichrichter. Aber diese Gleichrichter mit ihren vielen kleinen und großen Funken und den dadurch angeregten, oft recht kräftigen elektrischen Schwingungen bedeuteten für ein physikalisches Laboratorium elektrisch ungefähr dasselbe, wie Hagel für ein Getreidefeld. Und dann sind die neuzeitlichen Röntgenröhren selbst mit Hochvakuum und Glühkathode, wie sie insbesondere durch *Coolidge* in die Röntgentechnik eingeführt wurden, auf demselben Boden gewachsen, auf dem die Hochvakuum-Elektronenröhren mit ihren Glühkathoden entstanden sind.

Drahtlose Telegraphie und Akustik

Wohl kein Gebiet der Physik ist von der drahtlosen Telegraphie unberührt geblieben, eines aber, das lange brach gelegen hatte, verdankt ihr geradezu seine Wiedererweckung.

Ich meine die Akustik. Sie war eine Zeit lang etwas in Mißkredit gekommen, und wer sich mit ihr beschäftigte, kam in den Verdacht, daß es ihm an wichtigeren Aufgaben fehle. Das ist heute anders geworden. Die drahtlose Telegraphie hat nicht nur neue akustische Probleme aufgeworfen, wie sie besonders der Bau von Räumen mit besonderen akustischen Eigenschaften, z. B. der Aufnahmeräume beim Rundfunk, oder die Konstruktion hochwertiger Mikrophone und Lautsprecher mit sich brachte[21]), sie hat auch der Akustik mit ihren Röhrengeneratoren und -verstärkern und ausgezeichneten Mikrophonen Mittel in die Hand gegeben, um die Aufgaben der physikalischen und physiologischen Akustik, auch praktische Fragen, die man als hoffnungslos aufgegeben hatte, wie die objektive Untersuchung und die Verbesserung der Akustik eines vorhandenen Raumes, mit größtem Erfolg anzufassen.

[19]) *R. Whiddington*, Phil. Mag. Bd. 40 (1920) S. 634.
[20]) *A. Pflüger*, Phys. Zeitschr. Bd. 22 (1921) S. 73; *F. Kock* u. *G. Schweikert*, Phys. Zeitschr. Bd. 23 (1922) S. 123.
[21]) Vergl. z. B. *E. Lübcke*, Akustik neuzeitlicher Sprechmaschinen, Z. Bd. 73 (1929) S. 333.

Akustische Untersuchung von Räumen

Als Beispiel dafür darf ich wohl über Versuche richten, die zwei meiner Schüler, Dipl.-Ing. *Schindelin* u *Scharstein*, auf meine Veranlassung angestellt haben[22]

Wir haben zu akustischen Untersuchungen v Räumen zwei im Prinzip nicht neue Verfahren e wickelt: Bei dem einen, der Stoßprüfung, wird einer kleinen 6 mm-Pistole (Rundkugelpatrone oh Kugel) ein Schuß abgefeuert und der zeitli Verlauf der Schalldruckkurve im Raum mit ein Mikrophon — bei unseren Versuchen einem *Rei* Mikrophon —, Mehrfachverstärker mit Widerstandsko lung und Siemens-Oszillograph aufgenommen. Die Kur die man in freier Luft, z. B. auf dem Dach des Physika schen Instituts der Technischen Hochschule München kommt, ist Kurve *a*, Abb. 20; die Kurve *b* stellt Ze marken eines Stimmgabel-Unterbrechers von je 1/ Länge dar.

Das zweite, die Tonprüfung, bestand darin, daß Röhrensender mit Lautsprecher mit Hilfe eines Unt brechers in regelmäßigen Abständen Tongruppen a sandte und dann die Schallkurven in derselben Weise a genommen wurden.

Einige Beispiele sollen die Ergebnisse dieser M verfahren zeigen. Das erste ist die akustische Stoßp fung des physikalischen Hörsaals der Technisch Hochschule München, Abb. 21 und 22. Wie aus Abb. hervorgeht, ist es ein ganz regelmäßig gebauter, amp theatralischer Raum. Bei der Aufnahme befand sich Pistole ziemlich genau im geometrischen Mittelpunkt Saalgrundrisses (bei *a* in Abb. 22), während das A nahme-Mikrophon unmittelbar daneben stand. Das zillogramm im leeren Hörsaal zeigt Kurve *a* in Abb. Man sieht darin der Reihe nach den Abschuß, die flexion an den einzelnen Bankreihen — am stärksten jenige an der ersten (überlagert von der Reflexion Boden), die übrigen mit abnehmender Stärke —, dann Reflexion an der verhältnismäßig hohen Rückwand letzten Bankreihe und schließlich die an der Gale (beide überlagert von Reflexionen an der Decke). vollbesetzten Hörsaal, Kurve *a* in Abb. 24, fallen die flexionen an den Bänken — abgesehen von der an Vorderwand der ersten und an der Rückwand der letzt — fast vollkommen weg, da sie durch die in den Bänk sitzenden Zuhörer gestört werden. Die Genauigkeit, der die akustische Aufnahme, Kurve *a* in Abb. 23, Einzelheiten des Hörsaals und seines Längsschnitts w dergibt, könnte dazu verleiten, einen neuen Ausdruck „prägen", wie es heute vielfach Sitte ist, und solche K ven als „akustische Photogramme" zu bezeichnen; glü licherweise stehen dem schon philologische Rücksicht im Wege.

Der große Vorteil dieser Stoßprüfung liegt dar daß man aus dem Zeitabstand der Reflexion unter U ständen unter Zuhilfenahme der Richtwirkung der Pisto mit Sicherheit auch in ziemlich verwickelten Fällen d Stelle im Raum bestimmen kann, an der die Reflexi stattfindet und die unter Umständen für ein störend Echo im Saal verantwortlich zu machen ist. Mit welch Genauigkeit das möglich ist, dafür haben wir kürzli

[22]) Die Arbeiten erscheinen in der nächsten Zeit in den Annal der Physik.

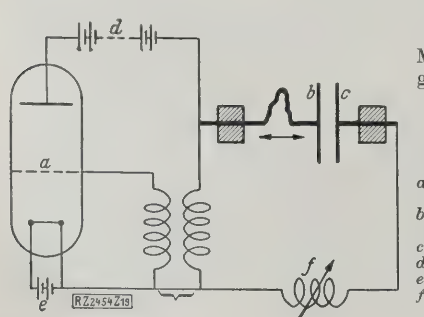


Abb. 19 Messung kleiner Längen mittels Röhrensenders nach *Whiddington*. Genauigkeit bis zu 10^{-8} cm.
a Senderöhre (Schwingungserzeuger)
b bewegliche Kondensatorplatte
c feste Kondensatorplatte
d Anodenbatterie
e Heizbatterie
f regelbare Induktivität

Abb. 20. Schalldruckmessung eines Pistolenschusses freier Luft. Aufgenommen auf dem Dach d physikalischen Institutes der Technischen Hoc schule München.

a Schalldruckkurve
b Zeitmarken (je 1/32 s) des Stimmgabel-Unterbrechers

b — 1/32 s — a — RZ2454Z20



bb. 21 und 22
:uer physikali-
er Hörsaal der
hnischen Hoch-
hule München.

Pistole als Schallquelle für die Stoßprüfung
Aufnahme-Mikrophon

i interessantes Beispiel gehabt. l.-Ing. *Schindelin* und Dipl.-I. *Scharstein* waren nach Frei-g i. Br. gerufen worden, um Aula der dortigen Universi- die eine besonders schlechte Austik hat, auszumessen. Die Ztunterschiede zwischen den rken Reflexionen, die sie den, waren nicht in Ein-ng zu bringen mit den Ab-ssungen des Saales. Sie ften ihre Stimmgabel-Unter-cher und damit ihre Zeit-ssung, fanden aber alles in Olnung. Allmählich bekamen si Verdacht gegen die Richtigkeit der Pläne, d man ihnen gegeben hatte, maßen den Saal h und fanden, daß ihre akustischen Mes-ugen, nicht aber die Pläne mit den wirk-ien Abmessungen übereinstimmten[23]).

onprüfung eines Rundfunk-Senderaumes und einer Halle

Als Beispiel für die Tonprüfung enthält Ab. 25 in Kurve *a* das Oszillogramm, das d Aufnahmeraum des Münchener Rund-fksenders ergab: die Kurve *b* stellt den Som im Lautsprecher, die Kurve *c* die Zeit-mrke dar. Die Schalldruckkurve *a* in Ab. 25 zeigt entsprechend den guten akusti-sen Eigenschaften des Raumes nur eine swache, auf den direkten Schall unmittel-b folgende Reflexion, die einzelnen Ton-ppen sind scharf voneinander getrennt. I Gegensatz dazu gibt die Kurve *a* in Ab. 26 die entsprechende Aufnahme in einer Egangshalle der Technischen Hochschule Mnchen mit einer gewölbten Decke und e em Steinfußboden wieder (vergl. den Snitt durch die Halle, Abb. 28). Die Kurve veranschau-t die geradezu ungeheuerlichen akustischen Eigen-saften des Raumes. Man bekommt überhaupt keine abge-sen Tongruppen mehr, sondern nur ein allgemeines Tönen mRaum. Dabei fiel die gewählte Frequenz nicht einmal auf ein Eigenton des Raumes; sonst wären die Verhält-nise noch viel schlimmer. Untersucht man nun die

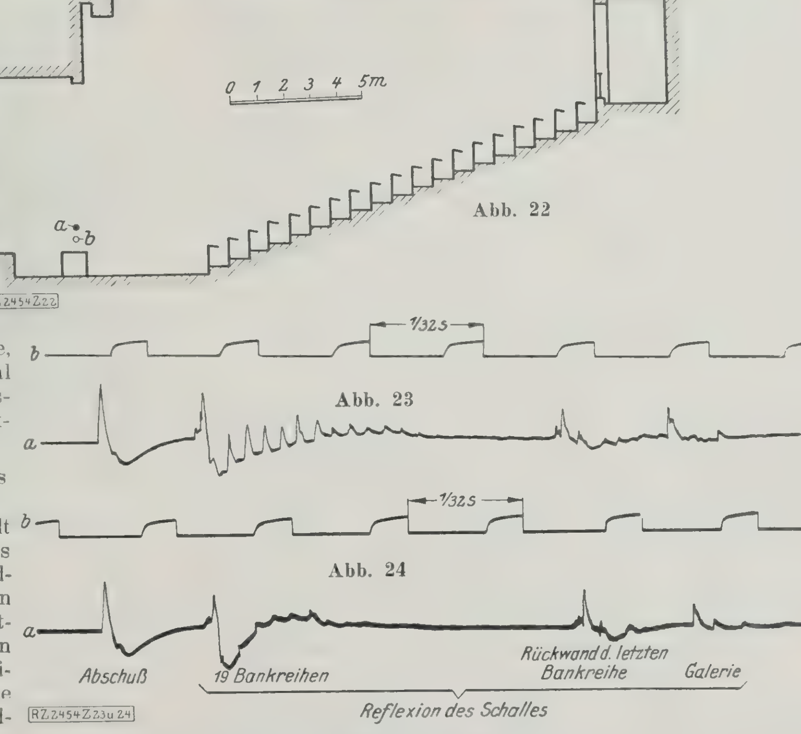
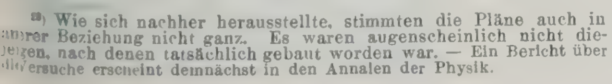


Abb. 23 und 24
Akustische Stoßprüfung des physikalischen Hörsaales der Technischen Hochschule München, leer, Abb. 23, und vollbesetzt, Abb. 24.
Der Vergleich mit Abb. 22 zeigt die Übereinstimmung der räumlichen Verhältnisse mit den aufgezeichneten Reflexionen
a Oszillogramm *b* Zeitmarken des Stimmgabel-Unterbrechers

Gründe dafür mit der Stoßprüfung, so findet man einen Strahlengang, ähnlich dem in Abb. 29, wenn die Schallquelle an der Stelle des Punktes *a* steht[24]). Man bekommt also zuerst eine Reflexion an der gewölbten Decke, dann am Boden, dann wieder an der Decke und so fort. Tatsächlich geht das viele Sekunden lang so fort, da sowohl die Decke, als auch der Fußboden sehr wenig von dem Schall absorbiert. Es ist danach zu erwarten, daß man diese


[23]) Wie sich nachher herausstellte, stimmten die Pläne auch in derer Beziehung nicht ganz. Es waren augenscheinlich nicht die-jenigen, nach denen tatsächlich gebaut worden war. — Ein Bericht über die Versuche erscheint demnächst in den Annalen der Physik.

[24]) Wegen Einzelheiten vergl. die Originalarbeit von *Scharstein*, die demnächst in den Annalen der Physik erscheinen soll.

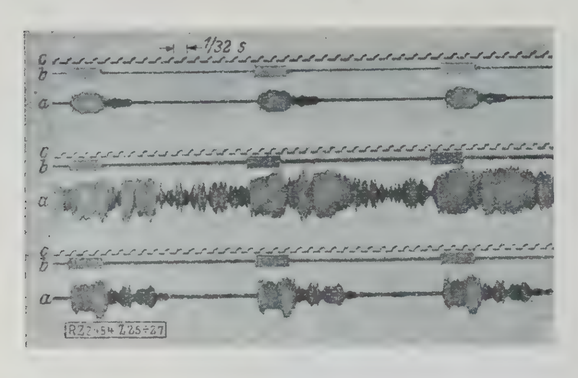


Abb. 25
Tonprüfungen im Aufnahmeraum des Münchener Rundfunksenders.

Abb. 26
Tonprüfungen in einer Eingangshalle der Techn. Hochschule München mit gewölbter Decke und Steinfußboden (siehe Abb. 28 und 29).

Abb. 27
Tonprüfungen in der gleichen Eingangshalle, aber mit schallabsorbierender Abdeckung des Fußbodens.

a Oszillogramm des Schalles
b Strom im Lautsprecher (Tonquelle)
c Zeitmarken (je $^1/_{32}$ s)

beinahe unendliche Reihe von Reflexionen schon nach dem ersten Glied abbrechen kann, wenn man den Schall gleich beim ersten Eintreffen am Boden dort absorbiert. Wir haben deshalb den Boden mit einem stark schallabsorbierenden Stoff, sog. Molton, belegt. Das Ergebnis war die Kurve *a* in Abb. 27. Die Akustik des Raumes ist durch diese Maßnahme aus einer ungewöhnlich schlechten zu einer so guten geworden, daß sie der des Rundfunk-Aufnahmeraumes nur wenig nachsteht. Interessant ist dabei, daß man in diesem Fall den schlechten Einfluß der Decke durch eine Maßnahme am Boden praktisch ausschalten konnte. Bemerkenswert war ferner die folgende Beobachtung. Stellt man den Lautsprecher an irgendeine Stelle an der Seite der Halle, so werden die Schallstrahlen, die von der Decke herunterkommen, im allgemeinen auf einen beschränkten Teil des Bodens reflektiert. Belegt man nun diesen Teil des Bodens mit absorbierenden Stoffen — bei den Versuchen genügten $2 \times 2\,m^2$ —, so kann die Akustik durch dieses einfache Mittel in derselben Weise verbessert werden, wie es Abb. 27 im Verhältnis zu Abb. 26 zeigt. Verblüffend war der Eindruck, wenn man den Stoff abwechslungsweise auflegte und wieder wegnahm: im ersteren Fall klar abgesetzte Tongruppen, im letzteren allgemeines Hallen. Da bei Vortragsälen und Kirchen der Redner im allgemeinen immer an demselben Platz steht, so ist hier ein Weg gewiesen, auf dem man unter Umständen mit ganz einfachen Mitteln die Akustik erträglich oder sogar gut machen kann — allerdings nur für einen ganz bestimmten Standpunkt des Redners.

Diese Beispiele und der Hinweis auf die neueren Versuche mit Schallwellen, deren Frequenz von der Größenordnung 300 000 in 1 s ist, also weit über den Hörgrenzen liegt, und bei denen natürlich ebenfalls Anordnungen benutzt wurden, die der drahtlosen Telegraphie entlehnt sind, mögen genügen.

Physiologische Akustik

Auch die physiologische Akustik hat aus den Mitteln der drahtlosen Telegraphie Nutzen gezogen. Als Beispiel

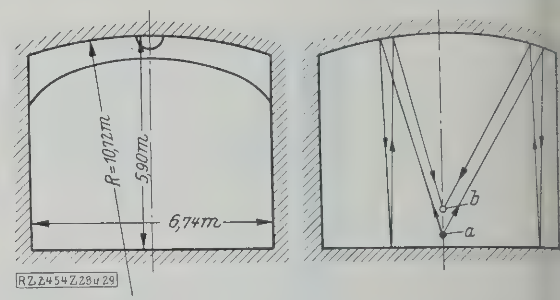


Abb. 28
Schnitt und Abmessungen.

Abb. 29
Verlauf der Schallstrahlen von der Tonquelle *a* aus.

Abb. 28 und 29
Eingangshalle der Technischen Hochschule München.

dafür zeigen Abb. 30 und 31 die Aufnahme von Schallwellen, wie sie beim Aussprechen der Vokale *a* und *e* ausgesandt werden. Die Aufnahmen wurden, wie die oben behandelten akustischen, mit einem modernen Kondensatormikrophon, Widerstand-gekoppeltem Verstärker und Siemens-Oszillograph in meinem Laboratorium aufgenommen. Man sieht in der Literatur gegenwärtig häufig solche Aufnahmen, auch früher hat es ähnliche gegeben. Vergleicht man die heutigen mit denen, die man früher aufgenommen hat und die sich noch in vielen Lehrbüchern finden, so überzeugt man sich am besten von dem großen Fortschritt, der durch die aus der drahtlosen Telegraphie übernommenen Mittel erzielt wurde[25]).

Anwendungen in der Medizin

Im Anschluß an solche physiologischen Untersuchungen fängt auch die Medizin an, sich die Mittel, die von der drahtlosen Telegraphie und der modernen Akustik entwickelt worden sind, zunutze zu machen. Als Beispiel sind in Abb. 32 und 33 aus einer Arbeit von *F. Trendelenburg*[26]) die Aufnahmen von Herztönen wiedergegeben. Sie wurden im wesentlichen mit derselben Anordnung, wie bei den erwähnten akustischen Untersuchungen gemacht, das Aufnahme-Mikrophon war das ausgezeichnete Kondensator-Mikrophon, das von *H. Riegger* bei Siemens & Halske ausgebildet wurde. Abb. 32 zeigt das Herzgeräusch eines 31jährigen gesunden Mannes, Abb. 33 das einer herzleidenden 70jährigen Frau. Man wird schon als Nichtmediziner vermuten, daß auf Grund solcher objektiver Aufnahmen, wenn man damit einmal die nötige Erfahrung hat, eine viel sichere Diagnose möglich sein muß, als auf Grund des bisherigen subjektiven Befundes.

Meteorologie und Physik der Atmosphäre

Gerne würde ich noch auf eine Wissenschaft eingehen, die in den letzten Jahren in nahe Berührung mit der drahtlosen Telegraphie gekommen ist, die Meteorologie und die Physik der Atmosphäre. Aber so interessant die Arbeiten über die Fortpflanzung der Wellen durch die Atmosphäre für die drahtlose Telegraphie selbst sind, so wird doch vorläufig die Physik der Atmosphäre daraus nicht viel mehr entnehmen können, als eine mehr oder weniger unsichere Schätzung der Elektronenkonzentration in den verschiedenen Höhen. Ähnlich steht es auch mit dem Einfluß der Sonnentätigkeit auf unsere

[25]) Vergl. z. B. *F. Trendelenburg*: Zusammenfassende Darstellung über Methoden und Ergebnisse der Klangforschung, Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Teleph. Bd. 28 (1926) S. 54.
[26]) Wissenschaftl. Veröffentl. aus dem Siemens-Konzern Bd. 6 (1928) S. 184.

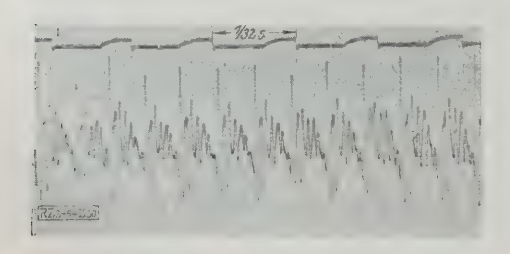


Abb. 30 und 31
Schalldruckkurven beim Aussprechen von Vokalen.

Abb. 30 (links). Vokal *a*.

Abb. 31 (rechts). Vokal *e*.

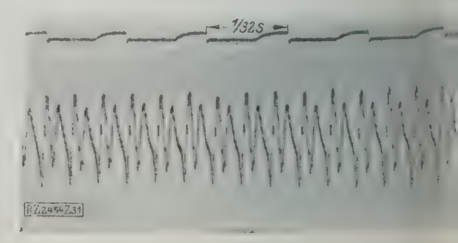


Abb. 32 und 33
Aufnahme von Herztönen.

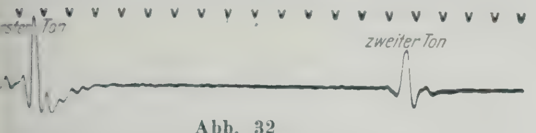


Abb. 32
Bei einem 31jährigen gesunden Mann.

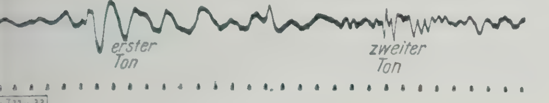


Abb. 33
Bei einer 70jährigen herzkranken Frau.

…phäre, die nach den Arbeiten von Dr. *L. W. Austin* …. *W. Pickard* die Fortpflanzung der drahtlosen …ln nicht unberührt läßt. Wir stehen hier ganz augenscheinlich an dem Anfang einer Forschungsrichtung, die von größtem Interesse ist, aber auch auf besondere Schwierigkeiten stößt, weil uns hier eines der Haupterfordernisse des Experiments, die willkürliche Änderung der Versuchsbedingungen, versagt ist. Es wäre verfrüht, hier schon Schlüsse zu ziehen, die über das Gebiet der drahtlosen Telegraphie hinausgehen.

* * *

Ich habe versucht, an einigen Beispielen zu zeigen, was die Wissenschaft im allgemeinsten Sinn des Wortes der drahtlosen Telegraphie verdankt. Man kann die Bedeutung eines wissenschaftlichen oder technischen Gebietes nach den praktischen Erfolgen beurteilen, die es erreicht hat, oder man kann als entscheidend die Anregungen betrachten, die ihre Ergebnisse, ihre Probleme und Hilfsmittel auf dem Gesamtgebiet der Wissenschaft gegeben haben. Man mag den einen oder anderen Maßstab an die drahtlose Telegraphie anlegen, das Ergebnis bleibt dasselbe: sie steht in der Geschichte der Technik und Naturwissenschaften unerreicht da. [B 2454]

…kfestigkeit der Pfosten von K-Fachwerken

Von Dr. K. GIRKMANN, Wien

…Fachwerke mit Streben und Pfosten aus Winkel…n Abb. 1 und 2, sind im Eisenbau bei ebenen Verbän…äufig. Aus konstruktiven Gründen werden die …leisenstäbe so angeordnet, daß ein Winkelschenkel …al zur Tragwandebene zu liegen kommt. Bei Ver…ung gleichschenkliger Winkeleisen schließen dann …ägheitshauptachsen der Stabquerschnitte mit der Trag…ene Winkel von 45° ein, Abb. 2.

…n folgenden wird die Knickbedingung für den durch…n gedachten Pfosten aus gleichschenkligen Winkel…n aufgestellt. Die Zusammenschlußorte m zwischen …n und Streben werden als seitlich nicht gehalten …gesetzt, zur Vereinfachung der Rechnung wird …$=l$ angenommen.

1. Fall

…d die Stabkräfte P_1 und P_2 der beiden Stabhälften …kräfte, Abb. 3, so kann die Knickbedingung mit Hilfe … meiner Abhandlung „Die Knickfestigkeit der Eck…on Raumtragwerken mit ebenen Knoten"[1]) abgelei…Beziehungen unter den dort geltenden Voraussetzun…fort angeschrieben werden (für Geschoßzahl $n=2$):

$$\begin{vmatrix} \left\{ \ldots t_1 \frac{P_1+P_2}{2P_1} - t_2 \frac{P_1+P_2}{2P_2} \right\}, & \left\{ t_1 + \frac{P_1}{P_2} t_2 \right\} \\ \left\{ \ldots \frac{P_1+P_2}{2P_1} - (t)_2 \frac{P_1+P_2}{2P_2} \right\}, & -\left\{ (t)_1 - \frac{P_1}{P_2} (t)_2 \right\} \end{vmatrix} = 0 \quad (1),$$

$$t_1 = 1 - \frac{l\beta_1}{\operatorname{tg}(l\beta_1)}, \quad (t)_1 = 1 - \frac{l\gamma_1}{\operatorname{tg}(l\gamma_1)} \quad \ldots \quad (a),$$

$$t_2 = 1 - \frac{l\beta_2}{\operatorname{tg}(l\beta_2)}, \quad (t)_2 = 1 - \frac{l\gamma_2}{\operatorname{tg}(l\gamma_2)} \quad \ldots \quad (b)$$

$$\beta_1 = \sqrt{\frac{P_1}{E J_z \tau_1}}, \quad \gamma_1 = \sqrt{\frac{P_1}{E J_y \tau_1}} \quad \ldots \quad (c),$$

$$\beta_2 = \sqrt{\frac{P_2}{E J_z \tau_2}}, \quad \gamma_2 = \sqrt{\frac{P_2}{E J_y \tau_2}} \quad \ldots \quad (d)$$

…un; J_y und J_z sind Hauptträgheitsmomente.

[1]) … Bd. 72 (1928) S. 588.

2. Fall

Ist P_1 Druck, P_2 jedoch Zug, so hat man in vorstehenden Gleichungen $-P_2$ anstatt P_2 einzuführen und $\tau_2 = 1$ zu setzen. Bedeuten P_1 und P_2 die absoluten Werte der Stabkräfte, so erhält man mit

$$\beta_2' = \sqrt{\frac{P_2}{E J_z}}, \qquad \gamma_2' = \sqrt{\frac{P_2}{E J_y}} \quad \ldots \ldots \quad (d')$$

$$T_2 = 1 - \frac{l\beta_2'}{\mathfrak{Tg}(l\beta_2')}, \quad (T)_2 = 1 - \frac{l\gamma_2'}{\mathfrak{Tg}(l\gamma_2')} \quad \ldots \quad (b')$$

die Knickbedingung (1) in der für den Fall (2) geänderten Schreibform:

$$\begin{vmatrix} \left\{ 2 - t_1 \frac{P_1 - P_2}{2P_1} + T_2 \frac{P_1 - P_2}{2P_2} \right\}, & \left\{ t_1 - \frac{P_1}{P_2} T_2 \right\} \\ \left\{ 2 - (t)_1 \frac{P_1 - P_2}{2P_1} + (T)_2 \frac{P_1 - P_2}{2P_2} \right\}, & -\left\{ (t)_1 - \frac{P_1}{P_2} (T)_2 \right\} \end{vmatrix} = 0 \quad (II).$$

Unter Zugrundelegung eines bestimmten Verhältniswertes $m = \frac{J_y}{J_z}$ kann aus der Knickbedingung (I) bzw. (II) zu einem beliebigen Verhältniswert $\frac{P_2}{P_1}$ jener Kleinstwert P_1 (Knickstabkraft) ermittelt werden, bei dem der Winkeleisenpfosten auszuknicken beginnt.

Die in der Zahlentafel 1 zusammengestellten Ergebnisse sind für $m = 3{,}933$[2]) und für Knickung im elastischen Bereich berechnet worden. In Spalte 2 sind die unmittelbaren Lösungen der Knickbedingung eingetragen. Aus diesen erhält man P_1 als Funktion des Hauptträgheitsmomentes J_z. Mit Einführung des Trägheitsmomentes $J_x = {}^1/_2\,(J_y + J_z)$ entstehen die P_1-Werte der Spalte 3. Die Gleichsetzung dieser Berechnungswerte P_1 mit $\frac{\pi^2 E J_x}{l_k^2}$ führt zu den in Spalte 4 eingeschriebenen Knicklängen l_k.

[2]) a. a. O. S. 590 Anmerkung.

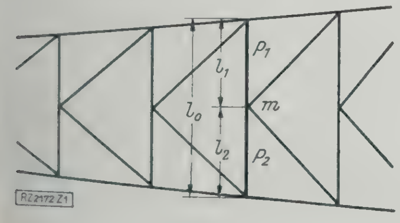
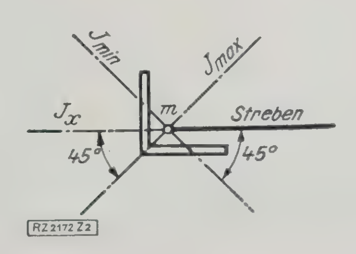
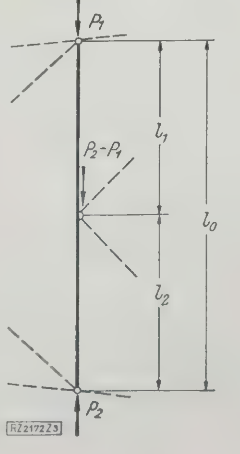


Abb. 1
K-Fachwerk. Der zu untersuchende Pfosten ist durch die Bezeichnungen hervorgehoben.

Abb. 3 (rechts)
Belastung des Pfostens nach Fall 1: P_1 und P_2 sind Druckkräfte.

Abb. 2 (unten)
Pfostenquerschnitt.





Zahlentafel 1

1		2	3	4
Verhältniswerte $\frac{P_2}{P_1}$		$l\beta_1$	$P_1 = \nu \frac{E J_x}{l_k^2}$ Werte ν	l_k
P_1 und P_2 Druck	$\frac{P_2}{P_1} = 1{,}0$	2,454	2,442	$1{,}005\ l_0$
	$= 0{,}5$	2,803	3,184	$0{,}880\ l_0$
	$= 0$	3,195	4,138	$0.772\ l_0$
P_1 Druck P_2 Zug	$= 0{,}5$	3,499	4,963	$0{,}705\ l_0$
	$= 1{,}0$	3,679	5,486	$0{,}671\ l_0$
	$= 1{,}5$	3,790	5,823	$0{,}651\ l_0$

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse habe ich in Abb. 4 zu einzelnen Verhältniswerten $\frac{P_2}{P_1}$ als Abszissen die zugehörigen l_k-Werte als Ordinaten aufgetragen und ihre Endpunkte verbunden (für Zugkräfte P_2 sind die Verhältniswerte $\frac{P_2}{P_1}$ negativ bezeichnet). In Abb. 4 ist auch zum Vergleich der bekannte Verlauf der l_k-Werte für achsrecht angeordnete Pfosten (Querschnitte mit einer Trägheitshauptachse in der Tragwandebene liegend) dargestellt, und zwar für Knicken in und aus der Tragwandebene.

Für Knicken in der Ebene ist bei diesen Stäben der Einfluß von $\frac{P_2}{P_1}$ auf die Größe von l_k nur gering, weshalb es üblich ist, den Größtwert von l_k, $l_k = 0{,}5\ l_0$, für alle Verhältniswerte $\frac{P_2}{P_1}$ beizubehalten und die Knickberechnung mit dieser Knicklänge und der Achslast P_1 durchzuführen.

Für Knicken aus der Fachwerkebene zeigen sich aber innerhalb des Bereiches der in Betracht kommenden Verhältniswerte $\frac{P_2}{P_1}$ erhebliche Unterschiede in den zugehörigen Knicklängen. Zur wirtschaftlichen Bemessung der Stäbe ist die Berücksichtigung der Belastungsverhältnisse notwendig. Nach den österr. Normen ist für diesen Knickfall die Knicklänge aus $l_k = l_0\left(0{,}75 + 0{,}25\frac{P_2}{P_1}\right)$ zu entnehmen, wobei P_1 Druckkraft, P_2 die kleinere Druckkraft oder Zugkraft (dann mit negativem Vorzeichen einzusetzen) bedeutet.

Die Knickberechnung der Winkeleisenpfosten kann nun in ähnlicher Art durchgeführt werden, wie die Berechnung

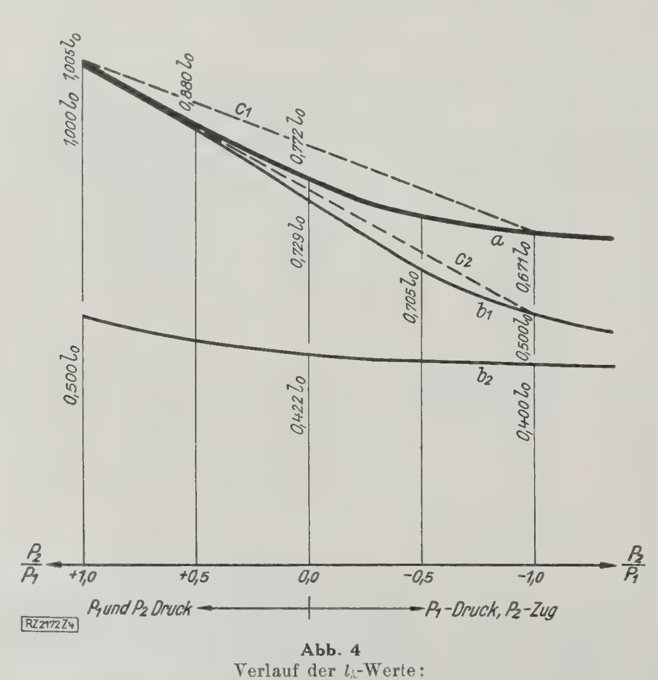


Abb. 4
Verlauf der l_k-Werte:

a gleichschenkeliges Winkeleisen
b_1 achsrecht liegender Pfosten, Knicken senkrecht zur Tragwandebene
b_2 achsrecht liegender Pfosten, Knicken in der Tragwandebene
c_1 Wert $l_k = l_0\left(0{,}84 + 0{,}17\frac{P_2}{P_1}\right)$ c_2 Wert $l_k = l_0\left(0.75 + 0{,}25\frac{P_2}{P_1}\right)$

achsrecht liegender Pfosten für Knicken senkrecht Tragwandebene, und zwar kann man auf Grund der stehend erhaltenen Ergebnisse die Knicklänge für Bereich

$$\frac{P_2}{P^1} = +1 \text{ bis } \frac{P_2}{P_1} = -1 \text{ mit } l_k = l_0\left(0{,}84 + 0{,}17\frac{P_2}{P_1}\right) \ . \ .$$

annehmen. P_2 bedeutet wieder die kleinere Druckkraft Zugkraft und ist in letzterem Falle mit negativem V chen in (III) einzusetzen. Für $\frac{P_2}{P_1} = +1$ und $\frac{P_2}{P_1}$ stimmen die Näherungswerte aus (III) mit den Rechn werten ausreichend genau überein, für Zwischenwerte $\frac{P_2}{P_1}$ sind die Näherungswerte größer als die Rechn werte.

Die Knickberechnung des Winkeleisenpfostens ist mit der zur jeweiligen Verhältniszahl $\frac{P_2}{P_1}$ aus (III) sic gebenden Knicklänge l_k und mit dem Trägheitsmome für die Druckkraft P_1 durchzuführen. [M 21

Probefahrtergebnisse eines Dampfers de Maier-Schiffsform

Am 10. April fand die Abnahmeprobefahrt des Dam „Helios" statt, des ersten Schiffes einer Reihe von Frachtdampfern, die von der Dampfschiffahrtsgesells „Neptun", Bremen, der Deutschen Schiff- und Masch bau-A.-G., Werk A.-G. „Weser", Bremen, in Auftrag geben worden sind. „Helios" stellt zugleich das erste ßere nach der Maier-Schiffsform erbaute Fahrzeug Das Kennzeichen dieser Schiffsform besteht[1] in der die ganze Schiffslänge einheitlichen schrägen Span lung unter einem Winkel von 45 bis 50°, d. h. also Spanten laufen, in der Längsachse des Schiffes ges einander parallel und hüllen bis zu gewissen Grenzen Eb ein. Grundlegend hierbei ist der Gedanke, die einz Wasserteilchen auf dem kürzesten Weg um den Sc körper herumzuführen und so den Schiffswiderstand zu ringern. Daraus ergibt sich dann entweder eine Zun an Geschwindigkeit oder eine Ersparnis an Maschi leistung. Drei Fischdampfer sind bereits nach dieser n Schiffsform erbaut worden und haben sich im Laufe ¾jährigen Betriebes auf das Beste bewährt.

Mit dem Bau der vier „Neptun"-Frachtdampfer hat sich nun auch dem Gebiet des Großschiffbaues nach Maierform zugewandt. „Helios" hat 86 m Länge zwis den Loten, 13,99 m Breite auf Spanten, eine Seitenhöh zum Hauptdeck von 7,9 m und eine Tragfähigkeit 2800 t bei einem Tiefgang von 5,1 m. Zum Antrieb Schiffes dient eine Dreifachexpansions-Kolbenda maschine mit nachgeschalteter Abdampfturbine, Ba Bauer-Wach, mit einer inneren Gesamtleistung von 1200 PS entsprechend einer Dienstgeschwindigkeit 10,5 Kn.

Da die Abnahmeprobefahrt mit leerem Schiff s gefunden hat, konnten die von der Maierform erwart Vorteile noch nicht in ihrem vollen Umfang zur Gel kommen. Es ist zunächst nur festgestellt worden, daß der Dampfer ausgezeichnet steuern ließ und eine be kenswert geringe Wellenbildung während der Fahrt wies. Überhaupt kennzeichnet sich das Maierschiff allgemein durch ruhiges und stetes Verhalten auf See, bei hohem Wellengang, ist also ein ausgesprochen g Seeschiff. Dieser Umstand findet zum großen Teil s Erklärung in der Form des weit überhängenden stevens, der, im Gegensatz zu dem geraden Steven des malschiffes, sich nicht gegen die Brandung aufbäumt dadurch Erschütterungen im Schiffskörper erzeugt, son sich flach über die Wellen legt.

Die beim „Helios" beoachtete geringe Wellenbil läßt darauf schließen, daß der Schiffswiderstand verhäl mäßig gering ist und infolgedessen mit einem guten schwindigkeitsergebnis gerechnet werden darf. Bauw und Reederei werden genaue Ermittlungen in dieser I tung gemeinsam auf den ersten Reisen anstellen.
[N 2911]

[1] Vergl. „Werft-Reederei-Hafen", Bd. 17 (1928) S. 347.

Die Messung des elektrischen Feldes des Menschen

Von O. UTESCH, München

(Mitteilung aus dem elektrophysikalischen Laboratorium der Techn. Hochschule München)

Bei physiologischen Vorgängen auftretende elektrische Felder kann man durch eine empfindliche Verstärkeranordnung mit einem Saitengalvanometer als Anzeigegerät nachweisen. Es werden mögliche Fehlerquellen und die Verstärkung der verschiedenen Frequenzen erörtert. Die genaue Aufzeichnung der schnellen Feldveränderungen wird mit Hilfe eines Kathodenstrahl-Oszillographen versucht.

D· Frage, ob bei physiologischen Vorgängen des Menschen und andrer lebender Wesen elektromagne·e Felder auftreten, die zu den Lebensvorgängen in ··hung stehen, wurde auf Anregung von *F. Sauer·n* und *W. O. Schumann* untersucht[1]). Da bei solchen ·gängen naturgemäß verhältnismäßig kleine Wirkun· zu erwarten waren, war es erforderlich, einen Ver·er zu bauen, der neben hoher Empfindlichkeit vor ·n auch frei von inneren Störungen (inkonstante ·ssion der Glühkathoden und mangelhafte Isolation) · Daher mußten Verstärkerröhren mit Oxydfäden ·n ihrer inkonstanten Emission für die Versuche aus·den, und es wurde ausschließlich mit Wolfram·elgitterröhren gearbeitet, von denen bis zu vier ·len in Widerstands-Kapazitätskopplung hinterein·r geschaltet werden konnten.

Alle Versuche, magnetische Felder nachzuweisen, ·lt unter Zuhilfenahme von Aufnahmespulen mit ins·nt 100 000 Windungen und Permalloykern, führten · einem Ergebnis. Dagegen hatten die Versuche, elek·she Felder nachzuweisen, Erfolg, und zwar wurde ·ei mit folgender Versuchsanordnung gearbeitet, ·b 1:

An das Gitter der ersten Verstärkerröhre war eine ·ahmeplatte angeschlossen, deren Zuleitung isoliert ·nen Faradaykäfig geführt war. Dieser Aufnahme·e wurden die zu untersuchenden Körper (bewegter ·rarm, Oberschenkel usw.) genähert. Der Käfig selbst ·a 1,6 × 2 × 2 m³ groß, isoliert aufgestellt und mittels ·n Hilfsspannung auf das Gitterpotential aufgeladen. ·Verstärker bestand aus zwei, bei manchen Versuchen ·c aus drei Doppelgitterröhren (Type SSIII), die ·nodenschutz-Netzschaltung als Spannungsverstärker·hen arbeiteten und durch Widerstands-Kapazitätskopp·n miteinander verbunden waren. Die Kapazität der ·plungskondensatoren zwischen den einzelnen Röhren ·ug rund 10⁴ cm; die Kondensatoren bestanden aus ·limer und waren in Paraffin eingegossen. Die Ver·ärkerröhren waren unterheizt, ihr Heizstrom betrug ·5 statt 0.55 A, die Anodenspannung betrug 100 V, die ·denschutz-Netzspannung 8 V, die Gitterspannung 2 V, ·Durchgriff der Röhren 1 vH. Die Widerstände (Bau·Löwe) betrugen für die Gitterableitung 5 bis 6 MΩ, ·die Anodenwiderstände rd. 4 bis 5 MΩ. Die Arbeits·heiten der Röhren lagen zwischen 7 bis $10 \cdot 10^{-6}$ A/V, ·aß sich je Röhre eine rd. 35- bis 40fache Spannungs·ärkung ergab.

Als letzte Verstärkerröhre, die auf ein kleines *Edel·nsches* Saitengalvanometer arbeitete, wurde eine ·nverstärkerröhre (Valvo 410, Sättigungsstrom rd. 10^{-3} A) benutzt. Der Anodenwiderstand dieser Röhre, ·er das Galvanometer in Kompensationsschaltung lag, ·ug 5000 Ω. Zur Beobachtung der Saitenausschläge ·le die Saite auf einen Schirm projiziert. Bei Bedarf ·ten die Ausschläge mit einer mittels Uhrwerk an·ebenen photographischen Schreibvorrichtung auf·chnet werden. Die Empfindlichkeit des Galvano·ers betrug 10^{-6} A je mm der Skala.

Um jegliche Störung von außerhalb vom Verstärker ·zuhalten, erwies es sich als unbedingt erforderlich, ·gesamten Verstärker einschließlich der Betriebsbatterien mittels geerdeter Metallkästen abzuschirmen. Die Verbindungsleitungen zwischen den einzelnen Teilen des Verstärkers waren Bleikabel. Der gesamte Isolationswiderstand der Verstärkeranordnung betrug mehr als 10^{10} Ω; von den Spannungsverstärkerröhren waren die Sockel entfernt, die Zuleitungen unmittelbar an die Elektrodenzuführungen angelötet und die Rohre mittels Paraffin festgegossen.

Damit nicht irgendwelche Störungen und triviale Vorgänge falsche Effekte vortäuschten, wurden diese Möglichkeiten eingehend untersucht. Mechanische Erschütterungen des Verstärkers konnten leicht erkannt und vermieden werden. Stöße gegen den Faradaykäfig und mechanische Erschütterungen darin zeigten keine großen Wirkungen und klangen in kurzer Zeit ab.

Eine weitere Fehlerquelle konnte dadurch entstehen, daß der in den Faradaykäfig eingeführte Körperteil durch Kontaktspannung ein elektrisches Feld im Käfig um sich verbreitete. Um solche Kontaktspannungen zu vermeiden, wurde der Körperteil ebenfalls durch eine zweite Hilfsspannung auf das Gitterpotential aufgeladen. Weiter konnten durch Bewegungen des Körpers gegen die Aufnahmeplatte im Käfig Kapazitätsschwankungen, also falsche Wirkungen, vorgetäuscht werden. Die nähere Untersuchung dieser Bewegungseinflüsse[2]) zeigte, daß Relativbewegungen des Körpers gegen die Aufnahmeplatte Ausschläge am Galvanometer hervorriefen; jedoch waren diese Ausschläge bei ruhig gehaltenem Körperteil verhältnismäßig klein und verschwanden fast vollkommen, wenn man die Entfernung zwischen Körper und Aufnahmeplatte vergrößerte.

Das Anzeigevermögen der gesamten Verstärkeranordnung wurde auf folgende Weise nachgeprüft: Der Aufnahmeplatte wurde eine Metallplatte gegenübergestellt, die durch eine Gleichspannung plötzlich aufgeladen und wieder entladen wurde; es zeigte sich, daß das Galvanometer diesen Spannungsstoß sofort abbildete. Außerdem wurde vor allem auch die Empfindlichkeit und das Anzeigevermögen für verschiedene Frequenzen untersucht, und zwar besonders das Gebiet niedriger Frequenzen unter 50 Hertz. Hierbei wurde neben der oben angegebenen Schaltung noch ein Zweiröhrenverstärker in Gegenschaltung benutzt, d. h. die Kopplungskondensatoren zwischen den Röhren wurden durch entgegengesetzt geschaltete Akkumulatorenbatterien von je rd. 50 V ersetzt, die den Spannungsabfall der vorhergehenden Röhre kompensierten und die nötige negative Gitterspannung des

[1]) *F. Sauerbruch* und *W. O. Schumann:* Über elektrische Felder ·d Umgebung lebender Wesen, Z. f. techn. Physik Bd. 9 (1928) S. 96.

[2]) *W. O. Schumann:* Über elektrische Felder physiologischen Ursprungs, Z. f. techn. Physik Bd. 9 (1928) S. 315.

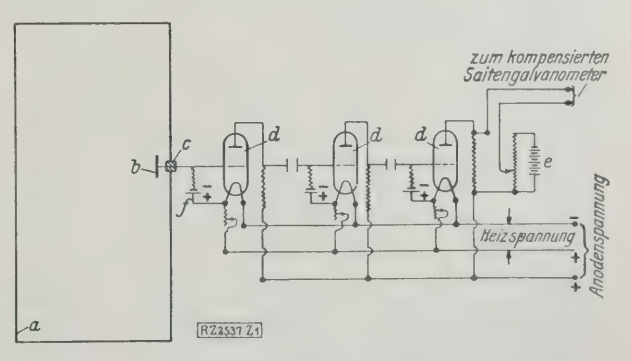


Abb. 1
Schaltbild der Anordnung zum Nachweis elektrischer Felder in der Umgebung lebender Wesen.

a Faradaykäfig (auf die Gittervorspannung gebracht)
b Auffangplatte (Gitter)
c isolierte Durchführung der Gitterleitung
d Verstärkerröhren
e Kompensationsbatterie
f Gittervorspannungsbatterie

folgenden Rohres lieferten. Bei dieser Schaltung wurde mit isoliertem Gitter an der ersten Röhre, also ohne künstliche Ableitung, gemessen.

Der Unterschied gegenüber der Anordnung nach Abb. 1 liegt hauptsächlich in der Eingangsschaltung, indem in dieser Anordnung mit isoliertem Gitter gearbeitet wird, während die Schaltung mit Widerstandskopplung ein abgeleitetes Gitter benutzt. Die beiden Schaltungen unterscheiden sich bei rascheren Vorgängen grundsätzlich dadurch, daß die Anordnung mit isoliertem Gitter die Spannung U bzw. die Ladung O des Aufnahmegegenstandes mißt, während die Schaltung mit Widerstandskopplung die zeitliche Änderung $\frac{dU}{dt}$ bzw. $\frac{dQ}{dt}$ wiedergibt. So ergibt die Anordnung mit isoliertem Gitter wohl sehr genaue Aufzeichnungen der Vorgänge, besonders bei niedrigen Frequenzen, man kann jedoch wegen der notwendigen großen Konstanz der Gegenschaltungsbatterien nicht mehr als zwei Röhren hintereinanderschalten; der Verstärker ist dann für die schwächeren Wirkungen nicht genügend empfindlich. Diese Nachteile fallen zwar bei der Schaltung mit Widerstandskopplung und abgeleitetem erstem Gitter fort, jedoch ist sie stark abhängig von der Frequenz, so daß sie besonders bei niedrigen Frequenzen keine genauen Aufzeichnungen liefert; für die Verstärkung der höheren Frequenz wirkt sie jedoch günstig. Zum Ausgleichen der Frequenzabhängigkeit wurde in den Ausgang der letzten Röhre eine Drosselspule von 10^5 Windungen mit Permalloykern geschaltet, mit der das Galvanometer in Reihe geschaltet war. Ist für diese Spule $\omega L > R$, wobei ω die Kreisfrequenz, L die Selbstinduktion und R der Widerstand ist, so bewirkt sie, daß in dem mittleren Frequenzbereich die Oberwellen etwa im gleichen Maße geschwächt werden, wie sie durch die Eingangsschaltung vergrößert werden. Abb. 2 zeigt die unter diesen Vorsichtsmaßregeln beobachteten Wirkungen bei Muskelzusammenziehungen.

Andere Photogramme, die teilweise unter Weglassung der Drosselspule im Endkreis aufgenommen wurden, bei denen somit die höheren Frequenzen verhältnismäßig mehr verstärkt wurden als die niedrigen, zeigten deutlich, daß bei den physiologischen Vorgängen ziemlich schnelle Ladungs- bzw. Spannungsänderungen auftreten. Es war von Interesse festzustellen, ob auch bei höheren Aufzeichnungsgeschwindigkeiten die schnellen Veränderungen und besonders die senkrechten Ablenkungen von der Zeitachse bestehen bleiben, die eben auf ein Vorhandensein höherer Frequenzen hindeuten. Die großen Anstieggeschwindigkeiten schließen auch die Vermutung, daß möglicherweise Strahlungsvorgänge auftreten, nicht gänzlich aus.

Da zur genauen Aufzeichnung dieser schnellen Vorgänge, besonders der Anstieggeschwindigkeiten, das Saitengalvanometer, das nur Frequenzen bis zu 200 Hertz getreu abbildete, nicht ausreichte, wurde versucht, einen Kathodenstrahl-Oszillographen zu benutzen. Geeignet erwies sich ein Glühkathoden-Oszillograph der Western Electric Co. (Vacuum Tube Nr. 224 A) mit einer Empfindlichkeit von rd. 1 V auf 1 mm Ablenkung. Der Ablenkungskondensator des Oszillographen war über einen Kopplungskondensator unmittelbar mit dem Anodenwiderstand der letzten Verstärkerröhre verbunden. Als solche diente dann eine Spannungsverstärkerröhre. Zu diesem Zweck wurde außer der SSIII-Röhre auch eine Schirmgitterröhre von Telefunken (Type RES 044) benutzt.

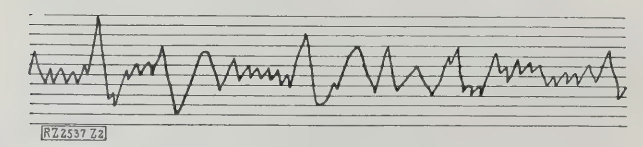


Abb. 2
Feldveränderungen bei Muskelkontraktionen.

Kontraktionen (Bewegung der Finger, Ellenbogen unbewegt). Aufgenommen mittels Saitengalvanometers. Vierröhren-Schaltung mit Widerstands-Kondensatorkopplung und abgeleitetem erstem Gitter. Permalloy-Drosselspule hinter der letzten Röhre. ($^9/_{10}$ d. nat. Gr.)

Der Kathodenstrahl des Oszillographen wurde au durch die aufzuzeichnenden Vorgänge noch in ei zweiten zu der ersten senkrechten Richtung abgele (Zeitablenkung). Der Kathodenstrahl beschrieb in ei genau feststellbaren Zeit einen geraden Strich auf d Fluoreszenzschirm, dem sich die aufzuzeichnenden A schläge senkrecht überlagerten. Nachdem der Kathod strahl seinen Weg über den Fluoreszenzschirm zurü gelegt hatte, schnellte er in seinen Ausgangspunkt zur und wiederholte dann seinen Weg. Dieser periodi sich wiederholende Ablauf wurde durch folgende Sch tung erreicht, Abb. 3:

Der Kathodenstrahl wurde aus seiner Ruhel durch eine passend gewählte Spannung abgelenkt; glei zeitig wurde der zu dem Ablenkungskondensator b p allel geschaltete Kondensator c aufgeladen. Entlud n die Kondensatoren über eine Verstärkerröhre, so w derte der Kathodenstrahl in dem Maße, wie sich die K densatoren entluden, in seine Ruhelage zurück. Man ha es also durch geeignete Wahl des Kondensators c und du Veränderung des Röhrenstromes in der Hand, die Z ablenkung genau zu regeln. Die Zeit t des vom Str zurückgelegten Weges bestimmt sich aus der Beziehu

$$t = \frac{C\,E}{i},$$

wo C die Kapazität des Kondensators c, E die Aufla spannung und i den Emissionsstrom der Verstärkerrö bedeutet. Die Aufzeichnungsgeschwindigkeit wurde e weder nach dieser Formel berechnet, wobei darauf achten war, daß der durch den Strahl zurückgelegte W nicht über den Schirm hinausging, oder die Sinuskur einer Maschine für 50 oder 500 Hertz wurde längs Zeitachse auseinandergezogen und photographiert. I Zahl der Sinuswellen gab dann ebenfalls das Zeitm Die Geschwindigkeit des Strahles konnte in dieser Ano nung in weiten Grenzen von mehreren Sekunden bis $^1/_{1000}$ s verändert werden. Schnelleren Aufzeichnungs schwindigkeiten war durch die beschränkte Lichtempfi lichkeit des photographischen Papiers eine Grenze geset

Zum periodischen Ein- und Abschalten der Aufladu der Kondensatoren diente der umlaufende Schalter d, auf die Welle eines Motors gesetzt war, dessen Umla zahl in weiten Grenzen geregelt werden konnte. Der üb den Fluoreszenzschirm laufende Kathodenstrahl wurde v außen photographiert, und zwar wurde zu diesem Zwe ein Streifen hochempfindlichen Bromsilberpapiers du ein Uhrwerk über den Fluoreszenzschirm gezogen.

Es wurden nun die gleichen physiologischen V gänge, wie sie schon mit dem Saitengalvanometer auf zeichnet worden waren, mit dem Kathodenstrahloszil graphen aufgenommen. Abb. 4 und 5 zeigen zwei A nahmen der Feldänderungen bei ruhendem Unterarm u bewegten Fingern, also des gleichen physiologischen V gangs wie bei Abb. 2, nur sind die Aufzeichnungsgeschw digkeiten des Kathodenstrahls schneller als die des Saite galvanometers. Abb. 4 und 5 sind mit verschiedenen A

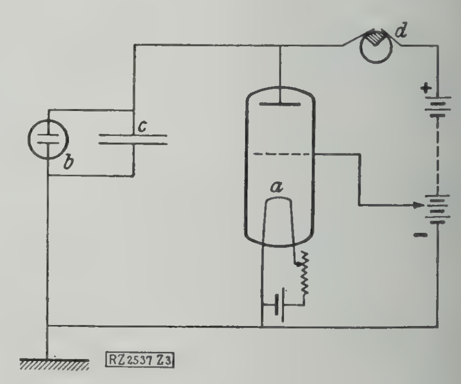
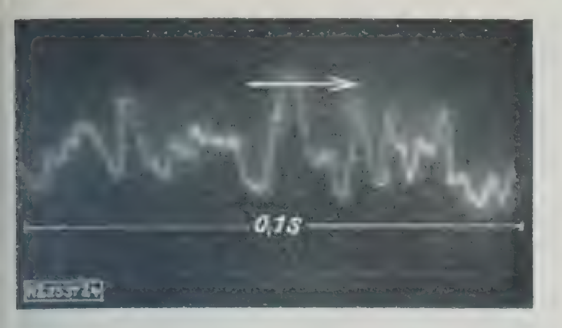


Abb. 3
Schaltung für die Zeitablenkung des Kathodenstrahl-Oszillographen.

a Verstärkerröhre
b Ablenkungskondensator des Kathodenoszillographen
c Kondensator, zu b parallelgeschaltet
d umlaufender Schalter



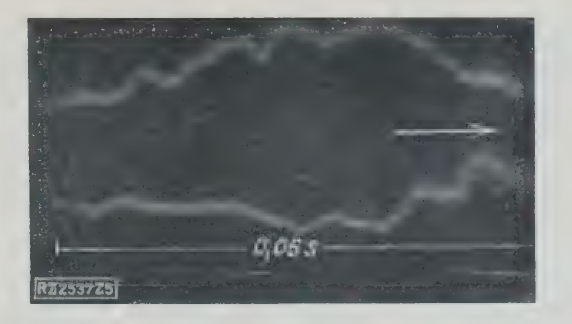


Abb. 4 und 5
Feldänderungen bei Muskelzusammenziehungen.
Bewegung der Finger, Unterarm unbewegt, wie bei Abb. 2. Aufgezeichnet mittels Kathodenstrahl-Oszillographen bei verschiedenen Aufzeichnungsgeschwindigkeiten. Die Pfeile zeigen die Ablaufrichtung des Vorganges.

…ungsgeschwindigkeiten aufgenommen. Bei Abb. 4 …rg die Zeit für die Aufzeichnung 0,1 s, bei Abb. 5 …5 s. Die Aufzeichnungszeit des Saitengalvanometers …rg für die gleiche Strecke wie beim Kathoden…al-Oszillographen (10 cm) 2,5 s, d. h. die Aufzeichnungs…windigkeit des Kathodenstrahl-Oszillographen war 25- …r rd. 40mal so groß wie die des Saitengalvanometers. Die hierdurch bedingten Unterschiede der Kurven sind offensichtlich. Die Versuche mit noch größeren Aufzeichnungsgeschwindigkeiten sind noch im Gange.

Die Durchführung der Arbeit war nur auf Grund der dauernden Hilfsbereitschaft der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft möglich; es sei ihr dafür auch an dieser Stelle ergebenst gedankt. [B 2537]

Amerikanische Riesenlöffelbagger

Von Dr.-Ing. W. FRANKE, Dresden

…ur Bewältigung großer Erdarbeiten haben die Ameri…e sehr frühzeitig, und zwar schon zu Beginn der 80er …e des vorigen Jahrhunderts, mit dem Bau der ersten …ffbagger begonnen und wenn natürlich in dieser …g… Zeit auch viele durchgreifende konstruktive Ver…s…ungen an dieser Baumaschine[1]) zum Zwecke der …s…ngssteigerung erfolgt sind, so ist doch bis heute der …e…liche Zeitgedanke, der dem Aufbau des Löffel…ers zugrunde liegt, der gleiche geblieben, wie eine …überstellung mit heutigen Erzeugnissen zeigt, Abb. 1 … (S. 578). Die ersten Firmen, die vor nunmehr fast …hren etwa gleichzeitig den Bau von Löffelbaggern …gonnen haben, sind Bucyrus, Marion und schließlich …d. Da infolge der hohen amerikanischen Arbeitslöhne …d… Zwischenzeit die Löffelbagger eine ungewöhnliche …beitung in den Vereinigten Staaten gefunden haben, so …ch heute die Zahl der Sonderfirmen auf mehr als …höht, und bei den kleineren Bauarten sind in einzel… Werken monatliche Erzeugungszahlen von 40 bis …ück durchaus keine Seltenheiten. Als bekannteste …ellerfirmen seien an erster Stelle: Thew, Northwest … Harnischfeger genannt, ferner Koehring, Byers und …o.

…nen starken Aufschwung hat der Bau von kleinen …öffbaggern durch den in hoher Blüte stehenden Straßen…halten, wofür Tausende dieser Maschinen arbeiten. …n kann der Besucher mitten in den Großstädten …s auf kleineren Baustellen drei oder mehr Löffel…g… beim Erdaushub für Gründungs- und ähnliche Bau…in beobachten.

…gleichem Maß wie der kleine Löffelbagger hat in den …te Jahren die Entwicklung des Großlöffelbaggers un…öhnliche Fortschritte gemacht, und während man noch …nigen Jahren Bagger von etwa 5 m³ Löffelinhalt und …Gewicht zu den Größtausführungen zählte, baut man …bereits Großbagger zusammen, die etwa 1500 t Dienst…ht erhalten werden.

…s Hauptabsatzgebiet für diese Riesenbagger ist der …hlen-Tagebau, in geringerem Maß auch der Eisenerz…bau, und nachdem sich in den letzten Jahren die Bau…Marion 350" mit 6 m³ Löffelinhalt gut eingeführt … ein neues größeres Modell „Marion 5480" entwickelt …de, Abb. 2, das ich im Sommer 1928 in mehreren …führungen im Steinkohlen-Tagebau von Illinois im Be…beobachten konnte. Da in vielen amerikanischen …ebieten die Steinkohle oder der Anthrazit nicht …ef (8 bis 20 m) liegt, kann das steinige Deckgebirge …dem Löffelbagger abgeräumt werden, nachdem das Gestein gesprengt worden ist. So ist es erklärlich, daß der Löffelbagger hier ein gutes Absatzgebiet finden konnte. Anderseits ist aber in manchen amerikanischen Steinkohlen-Tagebauen das Deckgebirge verhältnismäßig leicht und locker (Sand, Kies und Ton), so daß wir in Deutschland zweckmäßiger vielleicht den Eimerkettenbagger anwenden würden, der in den Ver. Staaten überhaupt nicht bekannt ist. Überhaupt kann man feststellen, daß in einzelnen Fällen unsre im Braunkohlentagebau arbeitenden hochentwickelten Abraumförderverfahren wirtschaftlicher sein würden.

Der neue Bagger mit der Bezeichnung „Marion 5480" ist z. Z. der größte Löffelbagger der Welt, und es sind bereits 12 Ausführungen im Betrieb oder im Bau. Das Dienstgewicht einschl. Gegengewicht beträgt rd. 800 t, der Löffelinhalt rd. 9 m³.

Besonders auffällig ist die außerordentlich kräftige Fachwerkkonstruktion des 30 m langen Auslegers, der sich auch seitlich etwas einstellen kann, so daß keine hohen Verdrehungsbeanspruchungen auftreten; ferner sind zur Sicherheit zu beiden Seiten je zwei Halteseile angeordnet, die an der Auslegerspitze befestigt sind. Der 18 m lange Löffelstiel ist mit starken Stahlplatten bewehrt und nur einfach ausgeführt, im Gegensatz zu den Bucyrus-Baggern, die mit zwei seitlich am Ausleger geführten Löffelstielen ausgestattet sind. Alle Teile des Löffels, Abb. 3, die beim Graben mit dem Erdreich in Berührung kommen, sind aus Manganstahl gefertigt, und die auswechselbaren Zähne werden in der Regel aus Sonderstahl geschmiedet. Das Hubseil hat rd. 45 mm Dmr. und ist am Auslegerkopf dreifach aufgehängt, wogegen die Bucyrusbagger allgemein einen einfachen Strang des Hubseiles aufweisen.

Sehr umfangreich ist die Ausstattung des geräumigen Maschinenhauses, und einen Hauptteil des Platzes nimmt die elektrische Ausrüstung ein. Die beiden Hubmotoren entwickeln je 250 PS, die beiden Drehmotoren je 125 PS und der auf dem Ausleger untergebrachte Vorschubmotor 150 PS. Wie bei allen bisher gebauten amerikanischen Löffelgroßbaggern, so ist auch bei der neuen Type „Marion 5480" die Ward-Leonard-Schaltung eingebaut, die sich infolge ihrer erheblichen Vorteile im Großbaggerbau allgemein eingeführt hat. Die bedeutend höheren Anschaffungskosten werden durch Ersparnisse im Stromverbrauch bald wieder ausgeglichen, und die übrigen Vorteile, die durch die gute Regelfähigkeit bedingt sind, dürften bekannt sein. Den Umformersatz für die Hubbewegung zeigt Abb. 4. In der Mitte der Maschinenplattform, vergl. die ähnliche Anordnung des Eimerseilbaggers, Abb. 7, befindet sich das Hubwerk mit den dazugehörigen mechanischen Triebwerkteilen, das Drehwerk hingegen ist doppelt ausgeführt, und zwar an beiden Seiten der Plattform. Außerdem sind noch eine Reihe von Hilfsmaschinen, wie Luftverdichter,

[1]) Vergl. a. *Franke*, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 4 S. 140/41.

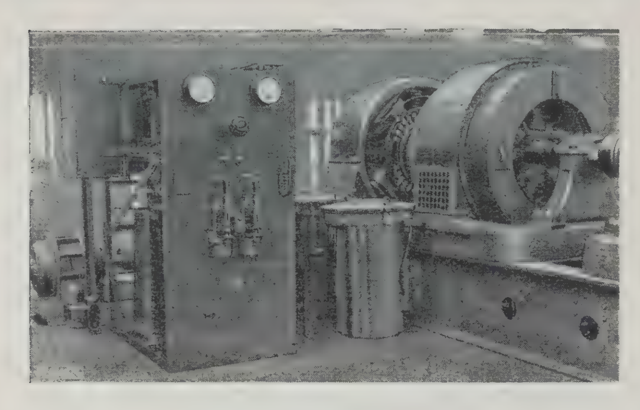


Abb. 4
Teil des Umformersatzes auf der Maschinenplattform.

Ölpumpe, Lichtmaschine usw. aufgestellt. Der Führerstand mit den Steuerschaltern ist auf dem vordersten Teil in einem besonders abgetrennten, geschlossenen Raum untergebracht, so daß der Baggerführer einen umfassenden Überblick über das Arbeitsgelände hat.

Der Rollenkranz, auf dem die Maschinenplattform ruht, hat rd. 10 m Dmr., seine 80 Rollen sind aus Sonderstahl. Von kräftiger Bauart ist der Rahmen des Unterwagens, der aus genieteten Blechträgern zusammengesetzt ist, die untereinander ausreichend versteift sind.

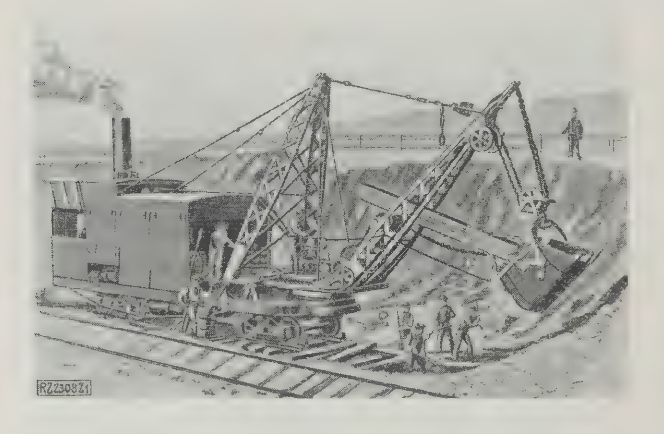


Abb. 1
Amerikanischer Löffelbagger aus dem Jahre 1880.

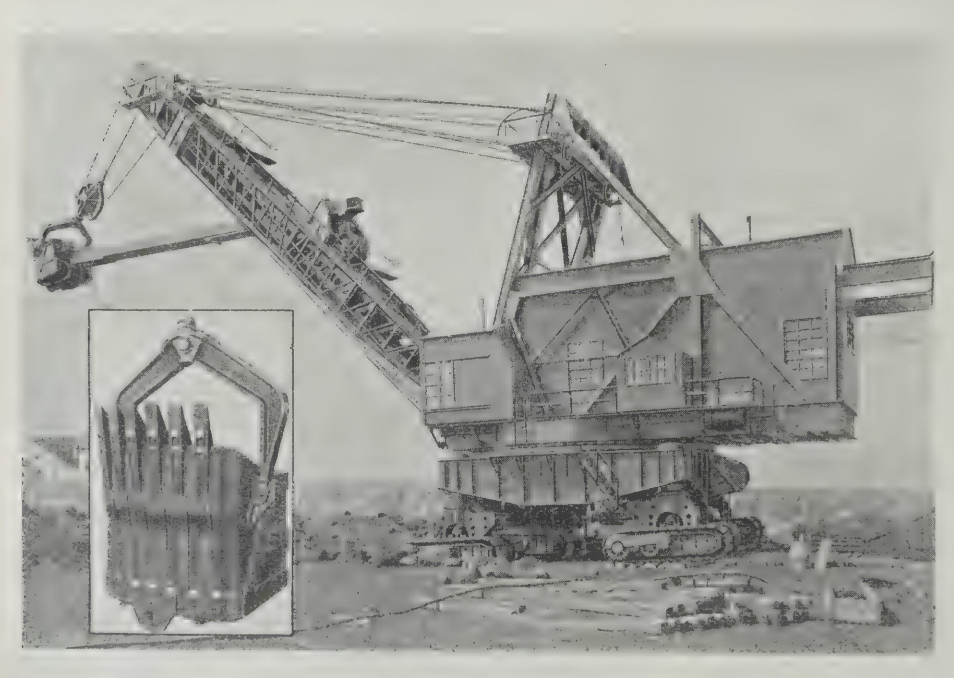


Abb. 2 und 3
Riesenlöffelbagger, Bauart „Marion 5480“ Löffelinhalt 9 m³, Dienstgewicht rd. 800 t

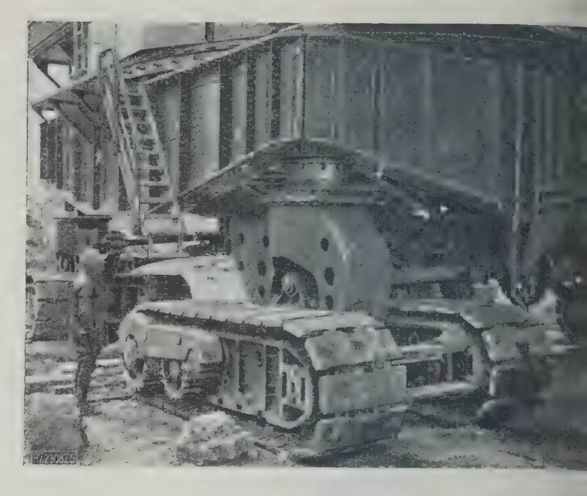


Abb. 5
Unterteil des Marion-Baggers mit vier Doppelraupen.
Verlagerung in Ölzylindern, Kurvensteuerung zwangläufig.

Diese vier in Form eines Quadrates angeordneten Tr
sind in der Mitte 1,8 m hoch, Abb. 5, in den Ecken sind
Ölzylinder eingebaut. Diese der Firma Marion geschü
Bauart ist dadurch bemerkenswert, daß diese Zyli
untereinander durch Öldruckleitungen verbunden sind,
durch ein ständiger Druckausgleich herbeigeführt wird.
Zweck dieser Vorrichtung besteht darin, daß das Bag
gewicht möglichst gleichmäßig auf den Unterwagen
teilt wird, und zwar auch dann, wenn der Bagger sich
unebenem Gelände fortbewegt. Die sich in den Ölzylin
bewegenden Kolben stehen mit den über den Raupen
findlichen Sattelstücken in starrer Verbindung. Diese
ordnung hat gegenüber der von Bucyrus ausgeführten D
punktlagerung praktische Vorteile.

Zu den bemerkenswertesten Einzelteilen des G
baggers gehören die Raupenbänder, über die
gewaltige Baggergewicht auf den Boden übertragen w
Hier sind im Laufe der letzten Jahre in konstruktiver
sicht große Wandlungen vor sich gegangen. Bei der ne
Bauart, „Marion 5480“, fallen dem Fachmann die verhält
mäßig kleinen Abmessungen der vier Doppelraupen
Abb. 5. Der Bodendruck ist hier wesentlich höher als
her üblich, er beträgt außer Betrieb etwa 3,5 kg/cm²
beim Graben etwa das Doppelte. Zum Lenken des Bagg
beim Fahren im Bogen dienen angetriebene Spindeln, die
über den Raupen befindlichen Sattelstücke in die Fahrtr
tung drehen und so die Raupenpaare zwangläufig einstel
Bisher begnügte man sich
dem Festbremsen einzelner R
pen, während der übrige
weiterlief und so unter star
Gleiterscheinungen die Richt
geändert wurde. Außerdem
noch durch je ein unter
Bagger mit der Hand einzusc
tendes Vorgelege die Mögl
keit gegeben, den Raupen
schiedene Geschwindigkeiten
erteilen. Der für die Raup
tragflächen zugelassene h
Bodendruck läßt sich z. T. da
begründen, daß der Bagger
der Grube vorzugsweise
ziemlich festem Untergr
meist Steinkohlen, steht. Ü
dies werden noch starke H
schwellen unter die Raupen
legt. Diese Maßnahme spr
allerdings gegen die eigentl
Zweckbestimmung der Rau
nämlich den Bagger vom
strecken von Schienen
Schwellen unabhängig
machen und die dazu erfor
lichen Bedienungsleute zu
ren. Da jedoch eine Fahrbe
gung nicht allzu häufig ist
dann mit geringer Geschwin
keit ausgeführt wird, so
sich diese Arbeitsweise eini
maßen rechtfertigen.

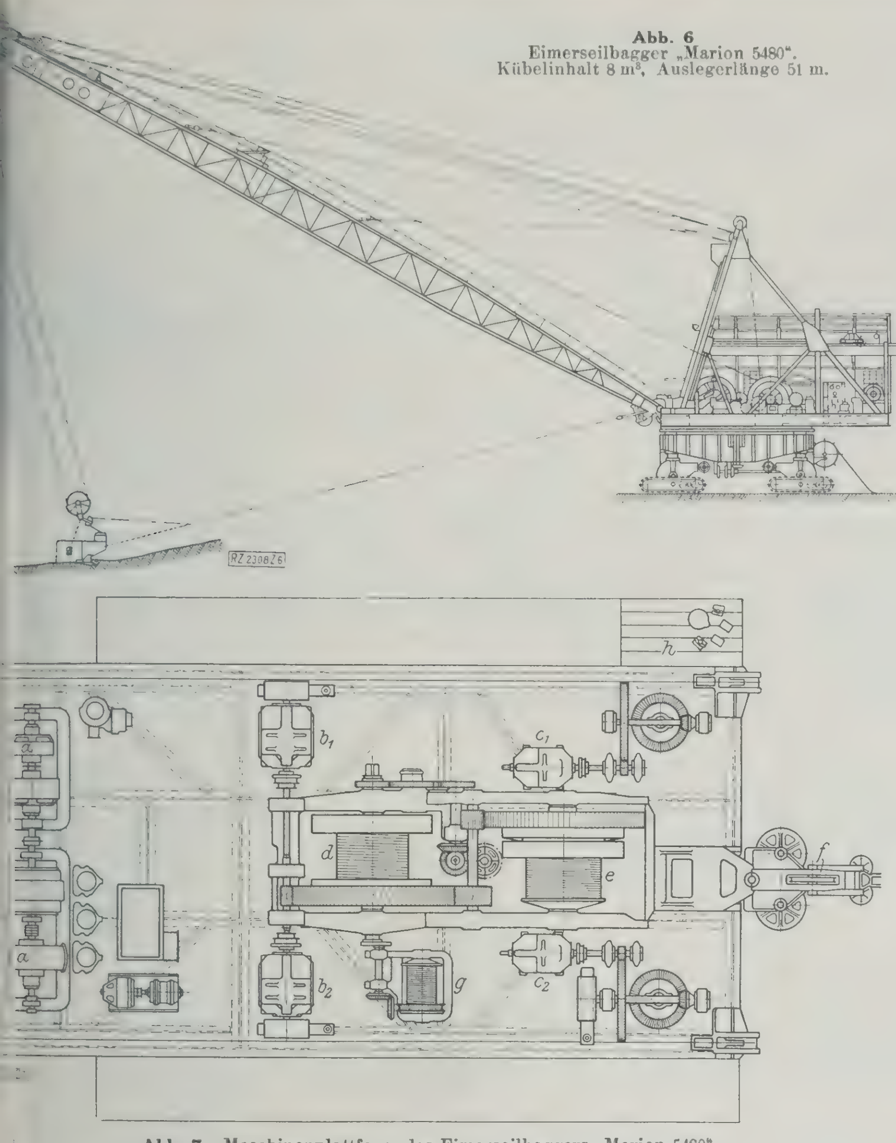


Abb. 6
Eimerseilbagger „Marion 5480".
Kübelinhalt 8 m³, Auslegerlänge 51 m.

Abb. 7. Maschinenplattform des Eimerseilbaggers „Marion 5480".
…maschinenumformer c_1, c_2 Drehwerkmotoren *e* Schürftrommel *g* Einziehwerk
… Hubmotoren *d* Hubtrommel *f* Seilführung für Schürfseil *h* Führerstand

G…ichzeitig mit dem neuen Löffelbagger „Marion 5480" …m eine entsprechende Bauart als Eimerseilbag- …Marion 5480", dessen Aufbau ganz ähnlich ist, Abb. 6, d… Markt gebracht worden. Auf der Maschinenplatt- …efinden sich zwei Trommeln, Abb. 7, je eine für das Hub- und Schürfseil, während mit Ausnahme des wegfallenden Vorschubumformers die elektrische Ausrüstung die gleiche wie beim Löffelbagger ist. Sehr zweckmäßig ist auch die Anordnung eines 15 t-Laufkranes im Maschinenhaus, dessen Fahrbahn bis über das Haus hinauskragt, so daß das Ein- und Ausbringen von Maschinenteilen usw. sehr erleichtert wird. Abb. 2. Der Ausleger des Eimerseilbaggers hat die ungewöhnliche Länge von 51 m, der Schürfkübel faßt etwa 8 m³. Im Gegensatz zum Löffelbagger schürft bekanntlich der Eimerseilbagger vorzugsweise unterhalb der Baggersohle, und zwar bis rd. 15 m Tiefe; er geht im amerikanischen Tagebau in der Regel dem Löffelbagger voran, um zunächst den ersten Einschnitt herzustellen. Bei geschickter Arbeitsweise kann dabei der Kübel ziemlich weit über die Auslegerspitze hinausgeschleudert werden, wodurch der Schürfbereich noch etwas erweitert wird.

Die Entwicklung des amerikanischen Löffelbaggers hat jedoch mit der beschriebenen Bauart „Marion 5480" noch nicht den Abschluß gefunden. Bei meinem Besuch in den Werkstätten zu Marion (Ohio) habe ich mehrere Einzelteile für eine Bauart „Marion 5600" im Zusammenbau gesehen, die bei 12 m³ Löffelinhalt rd. 1500 t Dienstgewicht erhalten soll.

Nach den aufgestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen arbeiten die neusten großen Bauarten günstiger als eine Anzahl kleinerer Löffelbagger, wenn es darauf ankommt, ungewöhnlich große Bodenmassen zu bewältigen. Anderseits dürfte aber dahingestellt sein, ob nicht in einer Reihe von Anwendungsfällen unsere neuen deutschen Abraumförderverfahren, die ja heute ebenfalls auf große Leistungen zugeschnitten sind, zweckmäßiger sind. [M 2308]

…che an den TragKabeln amerikanischer HängebrücKen

…m Bau der Mount Hope-Hängebrücke in den Ver… Staaten von Amerika, die am 15. Mai dem Verkehr …en werden sollte, sind in den beiden 28 cm dicken …bel der 365 m weiten Hauptöffnung zahlreiche …h zutage getreten. Jedes Kabel besteht aus 11 Litzen j… 350 Drähten. Zum erstenmal hatte man bei dieser …k an Stelle der sonst üblichen kaltgezogenen warm…elte und verzinkte Drähte verwendet, die sich bei …raufgegangenen planmäßigen Werkstoffprüfungen …ht bewährt, sogar den kaltgezogenen in bezug auf …e Festigkeit überlegen gezeigt hatten (134 gegen- …2 kg/mm²).

Z… der Zeit, als die Brüche entdeckt wurden, war die …nstruktion der Hauptöffnung etwas über einen …at lang eingebaut, die Kabelbelastung betrug rd. …kg/mm² gegenüber rd. 56 kg/mm², die nach Inbetrieb…ezu tragen waren. Bei der genauen Untersuchung …des Kabel 300 bis 400 Drahtbrüche auf, und zwar war in jedem Kabel eine Litze mit allein 250 Drahtbrüchen besonders betroffen, während bei den übrigen zehn Litzen verhältnismäßig wenige Brüche festgestellt wurden. Die meisten Bruchstellen lagen den Kabelschuhen sehr nahe. Hier hatten die Kabel eine Vorverformung beim Verspinnen dadurch erhalten, daß sie um eine an der Spitze des Schuhes befestigte Scheibe von 64,4 mm Dmr. herumgeführt waren. Nunmehr hat sich die Bauleitung entschlossen, die Fahrbahn der Brücke noch einmal abzunehmen und die Kabel durch solche aus kaltgereckten Drähten zu ersetzen. Infolgedessen wird sich die Inbetriebnahme um sechs Monate verzögern.

Auch beim Bau der großen Ambassador-Hängebrücke in Detroit mit 565 m l. W. der Hauptöffnung, haben sich vor kurzem Drahtbrüche gezeigt, und zwar unter einer Belastung, die nur etwa 12 vH der Betriebslast betrug. Die Drähte waren ebenfalls warm behandelt und verzinkt. Die Bauleitung hat daher inzwischen auch hier eine Unterbrechung der Bauarbeiten verfügt, damit die Kabel durch solche mit kaltgezogenen Drähten ersetzt werden. (Engineering News-Record Bd. 102 (1929) Nr. 13 S. 514)

[N 2914] *Sd.*

Abb. 2 bis **5**
Hochseedampfer „Aspirant Brun“ mit Einrichtungen.

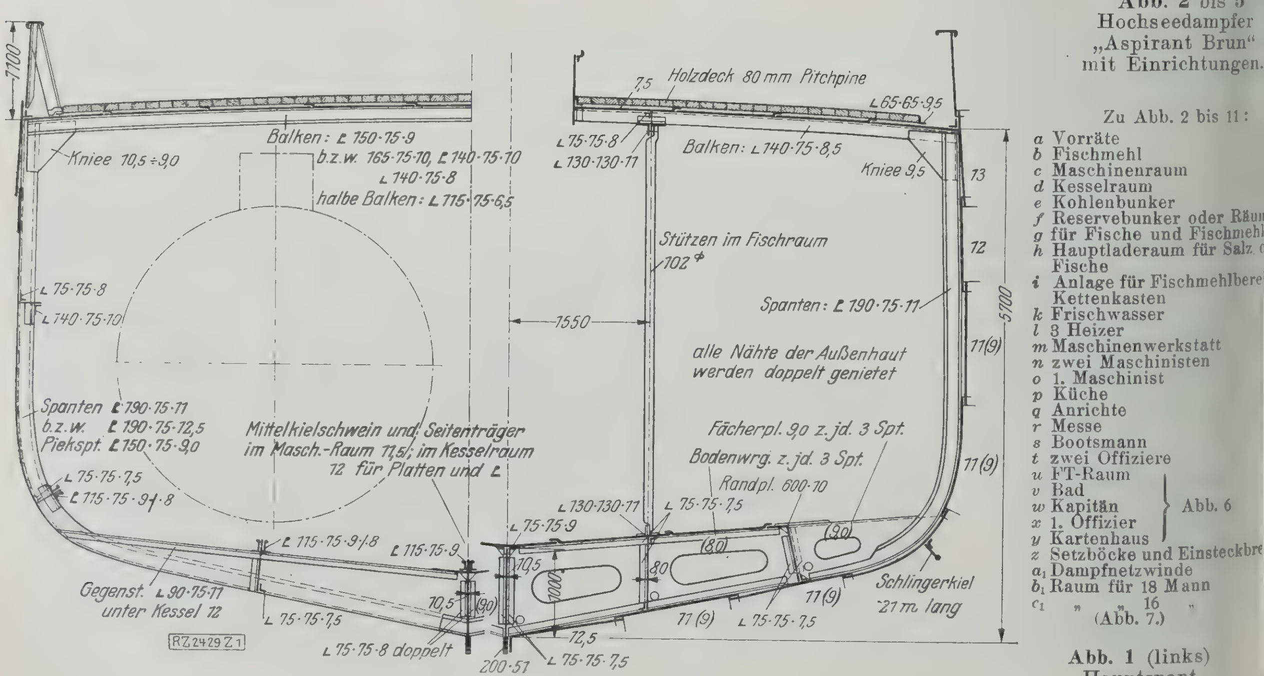


Abb. 1 (links) Hauptspant.

Zu Abb. 2 bis 11:

- *a* Vorräte
- *b* Fischmehl
- *c* Maschinenraum
- *d* Kesselraum
- *e* Kohlenbunker
- *f* Reservebunker oder Räum[...]
- *g* für Fische und Fischmehl
- *h* Hauptladeraum für Salz o[...] Fische
- *i* Anlage für Fischmehlbere[...] Kettenkasten
- *k* Frischwasser
- *l* 3 Heizer
- *m* Maschinenwerkstatt
- *n* zwei Maschinisten
- *o* 1. Maschinist
- *p* Küche
- *q* Anrichte
- *r* Messe
- *s* Bootsmann
- *t* zwei Offiziere
- *u* FT-Raum
- *v* Bad
- *w* Kapitän } Abb. 6
- *x* 1. Offizier
- *y* Kartenhaus
- *z* Setzböcke und Einsteckbre[...]
- a_1 Dampfnetzwinde
- b_1 Raum für 18 Mann
- c_1 „ „ 16 „ (Abb. 7.)

Die Fischdampfer „Sergent Gouarne“ und „Aspirant Brun“,

erbaut auf der Schiffswerft von H. C. Stülcken Sohn, Hamburg

Von C. BOLLOW, Schiffs-Ing., Hamburg

Die beiden Dampfer für die französische Neufundland-Fischerei haben zum Teil neuartige maschinelle Ein-ichtungen für die Verarbeitung der gefangenen Fische zu Klippfisch erhalten, z. B. Köpf-, Spalt- und Entgrät-maschinen, mit denen man stündlich 1000 bis 1200 Fische behandeln kann. Neu für diese Dampfer ist auch die Anlage zur Bereitung von 2000 kg Fischmehl am Tag aus 8000 kg Abfallstoffen.

che Fischgründe der französischen Klippfisch-ndustrie[1]) liegen bei Neufundland mit den Stütz-nten St. Pierre und Miquelon. Die Seglerflotte, die bisher sächlich den Fang ausübte, ersetzt und vergrößert allmählich durch Dampfer, die für ein wirtschaft-hres Arbeiten z. T. mit neuzeitlichen Hilfseinrich-n ausgerüstet sind. Zwei solche Schiffe gleicher t deren Bau auf Reparationskonto der Werft von Stülcken Sohn, Hamburg, von der Reederei Laisney, alo, übertragen worden war, sind durch ihre Größe Einrichtung bemerkenswert.

ie der Werft gestellten Bedingungen ergaben fol-e Hauptabmessungen des Schiffskörpers:

Länge zwischen den Steven . . .	65 m
Breite auf den Spanten	10 „
Seitenhöhe	5,7 „
Tiefgang beladen im Seewasser . .	5,2 „
Tragfähigkeit auf Sommerfreibord .	1450 t
Raumgehalt, brutto	1140 R.-T.
„ netto	535 „
Geschwindigkeit	11 Kn
Maschinenleistung, indiziert . . .	850 PS.

ie Schiffe sind aus bestem deutschen Schiffbau-l gebaut und führen die Klasse des Bureau Veritas 3/ 1. 1. F. P. R. A. u. C. P.; ihre Ausrüstung entspricht n Forderungen des Gesetzes vom 17. April 1907 und s Règlement d'administration publique vom 21. Novem-r 1908. Die Anordnung und die Abmessungen der rinde sind aus der Hauptspantzeichnung zu er-n, Abb. 1.

ie unter dem durchlaufenden Hauptdeck liegenden ume sind für folgende Zwecke vorgesehen, Abb. 2 1: Im Hinterschiff liegen dem Hintersteven zu-clt die Hinterpiek, die Lagerräume für Wein und iruosen (hiervon werden rd. 25 000 l mitgenommen), nvorrat und Fischmehl, Abb. 5. Es folgen der Ma-ienraum, der Kessel- und Heizraum, der Haupt-nker, die Reserveräume für Kohlen oder Fische und smehl, der Hauptladeraum für Salz und Fische, der u der Anlage für die Fischmehlbereitung, der Ketten-sin und die Vorpiek.

in Vorrat- und Netzraum, ferner ein Raum für 16 n sind ebenfalls unter dem vorderen Hauptdeck tegebracht, Abb. 10. Ein zweiter Raum für 18 Mann let sich unter der Back, Abb. 4. Auch die gesund-heitlichen Einrichtungen für die Seeleute sind hier untergebracht. Die Heizer, die Schiffs- und Maschinenleitung haben ihre Unterkunftsräume in den Aufbauten auf dem hinteren Deck erhalten. Ferner befinden sich hier eine Maschinenwerkstatt, die Küche mit Anrichte, die Messe, der Raum für die FT-Station, ein Bad, die Aborte für die Offiziere und die Navigationsräume, Abb. 4 und 6.

An Trinkwasser werden rd. 15 m³ in losen Tanks, 40 m³ Kesselspeisewasser und 80 m³ Ballast- und Frischwasser in einem Bodentank, der sich etwa über die Hälfte der Schiffslänge erstreckt, mitgeführt. Der Reservefischraum und der Hauptladeraum sind mit Kiefernholz nur ausgewegert. Eine weitergehende Isolierung mit Kork oder Torf, wie sonst üblich, fehlt, da man die Fische nur salzt. Zu diesem Zweck werden rd. 600 t Salz mit auf die Reise genommen. Als Belag des vollständig beplatteten Hauptdecks sowie der übrigen Decks dient Pitchpine. Die Einrichtung der Wohnräume ist aus Abb. 4 und 6 ersichtlich, sie entspricht den Wünschen der Reederei und ist im allgemeinen einfach gehalten. Für die Tischlerarbeiten im Vorschiff ist durchweg Kiefernholz, für die der Unteroffizierräume Pitchpine, naturlackiert, verwendet worden, während Wandverkleidungen und Möbel in den Offiziersräumen vorwiegend in Mahagoni ausgeführt worden sind.

An Hilfsmaschinen auf Deck sind eine Dampf- und Handankerwinde, ein Dampf- und Handsteuerapparat und ein Schraubensteuerapparat als Notsteuer vorgesehen. Die Bootsausrüstung besteht aus zwei Rettungsbooten für je 25 Personen, einem Arbeitsboot (Dingi) und einem Motor-Rettungsboot, das jedoch in Frankreich bereits für andere Zwecke an Land gesetzt worden ist.

Die beiden Masten bestehen aus nahtlos geschweißten Stahlrohren mit Stengen aus Pitchpine. Der Fockmast ist besonders kräftig und durch Wanten und Stage abgestützt, weil es oft vorkommt, daß daran Einzelfänge von 20 bis 30 t Gewicht mittels Gientalje bei Seegang an Bord genommen werden müssen. Die weitere Einrichtung für das Fischen mit dem Grundschleppnetz besteht aus besonders starken Galgen, Abb. 9, Leitrollen und

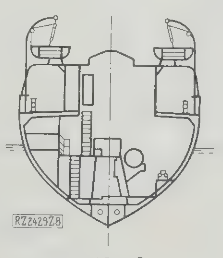


Abb. 8
Spant 15, von vorn gesehen.

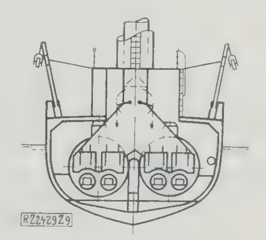


Abb. 9
Spant 26, von vorn gesehen.

[1]) Klippfisch ist ein aufberei-er Weißfisch, zu dem man Schell-h, Kabeljau, Lengfisch, Köhler nliche Arten verarbeitet.

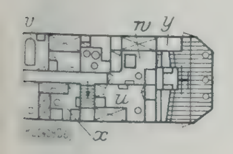


Abb. 6
Brückendeckhaus.

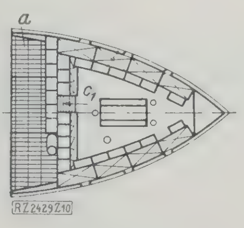


Abb. 7
Zwischendeck.

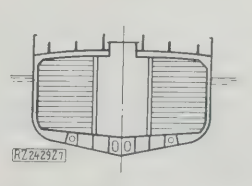


Abb. 10
Spant 60, von hinten gesehen.

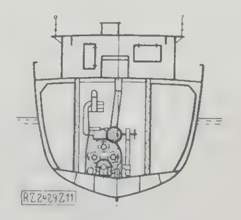


Abb. 11
Spant 83, von hinten gesehen.

Abb. 6 bis 11
Hochseedampfer „Aspirant Brun“. Einrichtungen.

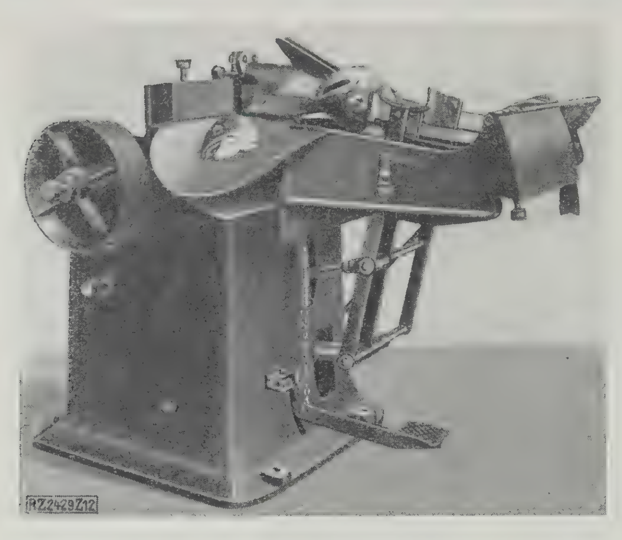


Abb. 12. Fischköpfmaschine.

einer Dampfnetzwinde mit zwei Seiltrommeln für je 2000 m Drahtseil von 7 cm Umfang, Abb. 3. Die Anordnung der Setzböcke und Einsteckbretter, mit denen verschiedene Abteilungen zum Aussondern, Reinigen und Schlachten der Fische gebildet werden, ist in Abb. 3 zu erkennen.

Die Verarbeitung des Fanges geht so vor sich, daß die zur Bereitung von Klippfischen geeigneten Tiere ausgesondert, gereinigt, und mit der Hand ausgeweidet werden. Zum Köpfen und Entgräten, das bei den Neufundlandfischern bisher immer noch mit der Hand ausgeführt wurde, sind hier je eine Köpf- und eine Entgrätmaschine aufgestellt, bei *h* in Abb. 4, die sich auf
Fischgröße selbsttätig einstellen und mittels umlaufe
Scheiben unter ständiger Reinwasserspülung stün
1000 bis 1200 Stück Fische köpfen, entgräten und spli
d. h. kunstgerecht aufschneiden, Abb. 12 bis 14.
entgräteten Fischteile gelangen darauf zum Salze
den Laderaum. Daß es möglich ist, durch den Ei
einer solchen Maschine bei aufmerksamer Bedie
etwa 6 Mann der Besatzung zu sparen und die L
wesentlich zu schonen, haben Erprobungen bewiesen
empfiehlt sich jedoch, zwei Maschinensätze anzuord

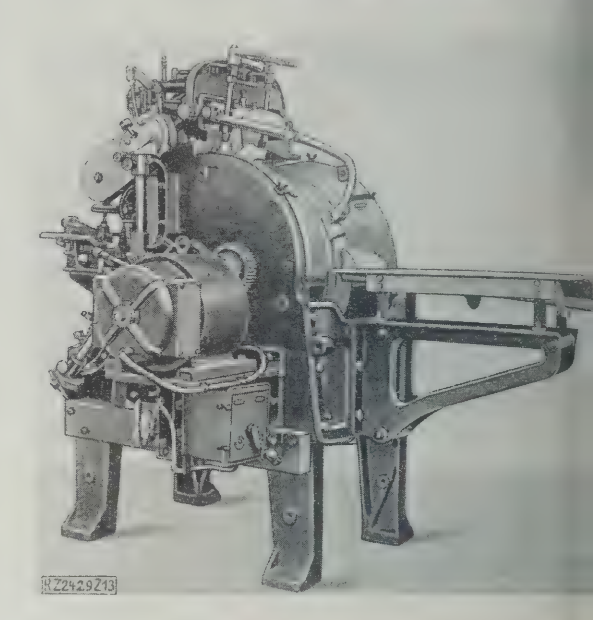
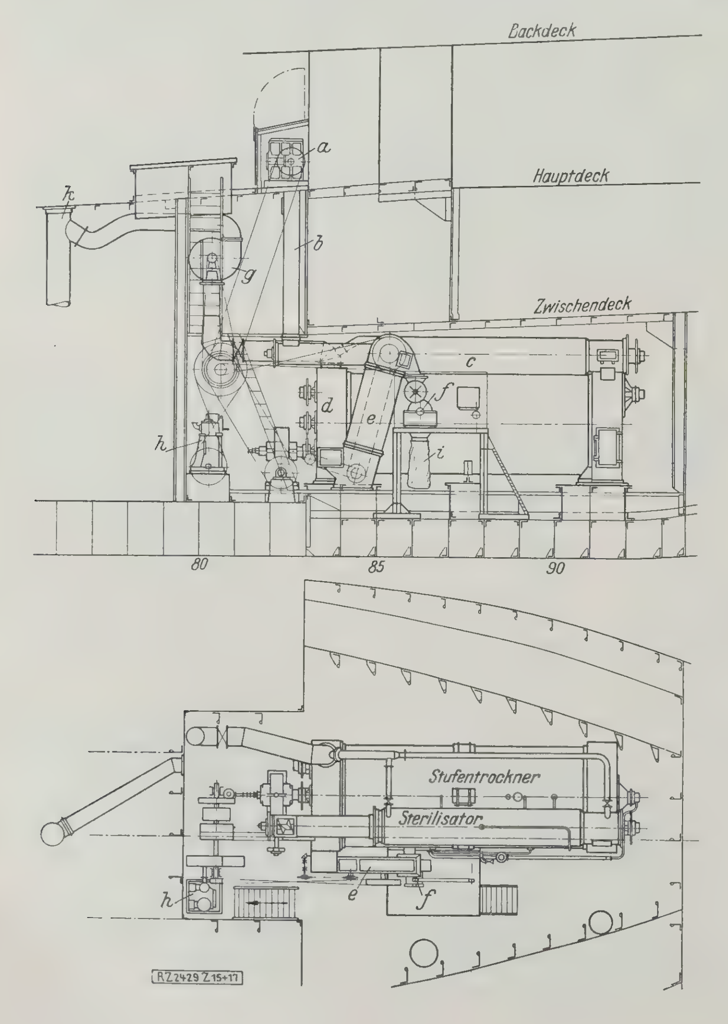


Abb. 13
Spalt- und Entgrätmaschine.



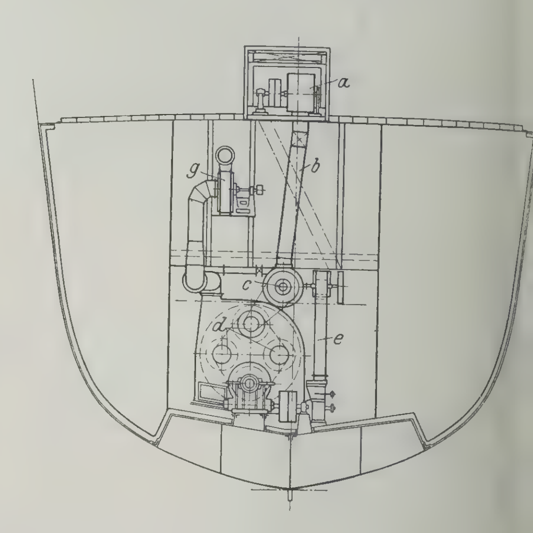


Abb. 15 bis 17
Anlage für Fischmehlbereitung.

a Zerkleinerungsmaschine
b Fallschacht
c Entkeimvorrichtung
d Stufentrockner
e Hubförderer
f Schlagkreuzmühle
g Lüfter
h Antriebmaschine
i Entnahmestelle für Fischmehl
k Luftleitung zum Mast



Abb. 14
Köpf- und Entgrätmaschine im Betrieb.
Rechts: herausfallende Fischköpfe, Mitte: die zum Salzen fertigen Fische und links: herausgeschnittene Fischgräten.

\ußer den fettreichen Lebern, aus denen schon früher)ampfkochapparaten der Lebertran herausgezogen :e, übergab man bisher allen Beifang, Köpfe und :n, wieder der See. Da sich aber diese Abfälle in frischem Zustande vorzüglich für die Fischmehl-rtung eignen, schlug die Werft der Auftraggeberin r eine Anlage für Fischmehlbereitung einbauen zu :n. Die Reederei bestellte daraufhin je eine Anlage)eide Schiffe, die täglich 2000 kg Mehl, ein vorzüg-hs Viehfutter, aus 8000 kg Rohstoffen liefern können, 15 bis 17.

)ie in dem auf Deck stehenden Zerreißwolf r einerten Fischteile fallen zunächst in eine Entkeimanlage und werden dann zum Trocknen in mehreren Trommeln durch Förderschnecken hin- und zurückbewegt, worauf sie in einer Kreuzschlagmühle auf die gewünschte Korngröße zerkleinert werden, Abb. 15 bis 17. Das in Säcken aufgefangene Mahlgut wird in den in Abb. 5 angedeuteten Stellen trocken gelagert. Die beim Trocknen entwickelten Schwaden werden durch den Fockmast abgeleitet. Zuverlässige Angaben über die Betriebsergebnisse waren bisher leider noch nicht zu erlangen, doch kann der Versuch nach den bisher festgestellten Leistungen als gelungen angesehen werden.

Die eingebaute elektrische Beleuchtungsanlage ist im Bereiche der Arbeitplätze auf dem Vordeck besonders sorgfältig und umfangreich ausgebildet worden. Die zum Antrieb des Schiffes dienende Dreifachexpansionsmaschine mit Oberflächenkondensation von sehr gedrängter Bauart, Abb. 5, hat bei etwa 125 U/min rd. 850 PS indizierte Leistung und ist mit 400 mm HDZ-Dmr., 660 mm MDZ-Dmr., 1050 NDZ-Dmr. und 660 mm Hub ausgeführt.

An Hilfsmaschinen sind im Maschinenraum untergebracht: 1 Zirkulationspumpe, 1 Ballastpumpe, 1 Dampfspeisepumpe, 1 Evaporatorpumpe, 1 Vorwärmer, 1 Waschwassererwärmer, 2 Turbodynamos und 1 Aschenejektor im Heizraum. Der Kondensator ist von der Maschine getrennt aufgestellt. Den erforderlichen Dampf liefern zwei Zylinderkessel mit rückkehrender Flamme von je 135 m² Heizfläche und 13 at Arbeitsdruck.

Die vierflügelige Schraube aus Bronze hat 3200 mm Dmr. und 3000 mm Steigung. Vor ihr am Schraubensteven und hinter ihr am Rudersteven sind je zwei Leitflächen eines Star-Contra-Propellers eingebaut. Erwähnt werden mag noch, daß die Werft mit dem Modell des Schiffes in der Hamburger Schiffbau-Versuchsanstalt einen Schleppversuch ausführen ließ, der ergab, daß die gewählte Maschinenleistung für die vorgesehene Geschwindigkeit ausreicht. [B 2429]

---

ber die Anfressung und das Rosten von unlegiertem und legiertem Gußeisen

)ie großen Verluste, die durch die chemische oder :k:ochemische Zerstörung der Metalle und Legierungen rsacht werden, haben es zu einer zwingenden Not-igkeit gemacht, die Erscheinung und den Vorgang der ifssung so weit zu klären, daß diese Verluste mit Er-gherabgesetzt werden können. Bei den ersten Ver-cln, die entscheiden sollten, ob Gußeisen, Schweiß- oder u:tahl ein besseres Verhalten gegenüber anfressenden nüssen zeigen, trat zum erstenmal die Schwierigkeit f. len Einfluß des ungebundenen Kohlenstoffs, des Gra-it im Gußeisen, richtig zu deuten. Nach der heute am :ien anerkannten elektrochemischen Anfressungstheorie r:t die schnellere Auflösung des Gußeisens in Säuren g:über den reineren Eisensorten auf dem Auftreten n nneren Strömen zwischen dem Ferrit oder Perlit und mGraphit, da dem letzteren in der elektrochemischen a:ungsreihe der höchste elektropositive Wert zukommt. ngeringerer Bedeutung als bei der Auflösung des Guß-e: in Säuren ist der Einfluß des Graphits auf den Rost-r:ng, wobei durchweg keine wesentlichen Unterschiede ishen graphitfreiem und graphithaltigem Eisen festge-ll wurden.

'on den im Gußeisen auftretenden Eisenbegleitern ist r 'ichtigste das Silizium, dessen Untersuchungen jedoch ilweise recht widersprechenden Ergebnissen führten. c ist über den Einfluß der beim Gußeisen ursprünglich r erbesserung der mechanischen Eigenschaften zulegier-:lemente Nickel, Chrom, Nickel und Chrom, sowie p:r hinsichtlich ihres Verhaltens gegen Anfressung n: bekannt. Infolgedessen haben *P. Kötzschke* und *lwowarsky*[1]) es unternommen, den Einfluß

1. der Ausbildungsform und Menge des Graphits,
2. des Siliziums,
3. des Nickels und Chroms, getrennt und bei gleichzeitiger Anwesenheit,
4. des Kupfers

auf die Anfressung des grauen Gußeisens in Säuren, wässerigen Salzlösungen, starken Laugen und in der Atmosphäre zu untersuchen.

Die Art der Graphitausscheidung, die durch verschieden hohe Schmelzüberhitzung oder veränderte Abkühlgeschwindigkeiten erreicht werden kann, hat keinen wesentlichen Einfluß auf die Anfressung in Säuren als auch auf das Rosten in wässerigen Salzlösungen. Die Menge des Graphits je Flächeneinheit hat, solange sie in den im grauen Gußeisen üblichen Grenzen wechselt, ebenfalls keinen wesentlichen Einfluß auf die Anfressung.

Siliziumgehalte unter 1,5 vH verringern die Anfressung bei Salzsäure, unter 3 vH bei Essigsäure; in starken Laugen und Ätzalkalien steigt sie dagegen bis zu 3 vH Si sehr schnell an, während in wässerigen Salzlösungen Siliziumgehalte von 0,7 bis 3 vH ohne Einfluß auf den Rostvorgang sind. In allen Fällen, wo Säure- und Laugenanfressungen des gewöhnlichen grauen Gußeisens in Frage kommt, muß somit der Siliziumgehalt so gering wie möglich sein.

Nickelzusätze zum grauen Gußeisen waren bis zu 6 vH ohne Einfluß auf die Säureanfressung, während gleichzeitiger Chromzusatz (0,5 vH Cr, 2,5 vH Ni) vorteilhaft wirkte. Die Anfressung in starken Laugen wurde durch Nickelzusätze erheblich verringert, während Nickelzusätze bis zu 6 vH ohne merklichen Einfluß auf die Anfressung in wässerigen Salzlösungen war (hier war gleichzeitiger Chromzusatz schädlich).

Ein Chromzusatz von 1 vH zum grauen Gußeisen setzt die Säureanfressung — allerdings auf Kosten der Bearbeitbarkeit — wesentlich herab. Auf das Rosten in wässerigen Lösungen ist er jedoch ohne Einfluß.

Ein Kupferzusatz bis zu 0,9 vH ließ auf die Säureanfressung keinen Einfluß erkennen. In Kochsalzlösung dagegen wird der Angriff mit steigendem Kupfergehalt beträchtlich herabgesetzt. Die atmosphärische Anfressung wird durch Zusatz von 0,3 bis 0,4 vH Cu um etwa 25 vH herabgesetzt; weiterer Kupferzusatz war ohne Vorteil.

[N 2748] *A. S.*

[1]) Archiv f. Eisenhüttenwesen Bd. 2 (1928) S. 333 und „Stahl und er Bd. 48 (1928) S. 1716.

Untersuchungen an zugfesten Anschlüssen im Holzbau

Einleitende Versuche mit glatten Dornen

Von JOHS. STAMER, Berlin-Dahlem

(Mitteilung aus dem Staatl. Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem)

Versuche mit Zugkörpern, deren Glieder mit glatten Dornen angeschlossen waren, als Einleitung zu einer größeren geplanten Versuchsreihe mit Bolzen- und Dübelverbindungen. Einfluß von Dorndicke, Dornzahl und Seitenverhältnis der Außenhölzer. Bettungsziffer und Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung.

Die Frage der zugfesten Anschlüsse für Holzkonstruktionen kann nicht als restlos gelöst betrachtet werden. Die Rechnungsannahmen z. B., die man für die Ermittlungen der Randspannungen bei Bolzenverbindungen aus der Theorie der Fundamentpressungen[1]) übernommen hat, werden als vorläufige Notbehelfe in der Praxis empfunden. Die Hauptschwierigkeit bietet das Holz selbst infolge der starken Ungleichmäßigkeit seiner Festigkeitseigenschaften, nicht bloß in den verschiedenen Richtungen; diese Ungleichmäßigkeit besteht auch innerhalb des Querschnittes in starkem Maße infolge Verkernung der inneren Teile, exzentrischen Wuchses, einseitiger Rotholzbildung (bei Nadelhölzern) und andrer Ursachen. Schließlich geben Äste, Fehlstellen, Schwindrisse, Feuchtigkeitsunterschiede Anlaß zur mannigfachen Veränderung der Eigenschaften.

Zum Studium möglichst aller noch der Klärung bei Holzanschlüssen bedürftigen Fragen war ein Arbeitsplan vorgesehen, der sich auf die Untersuchung einfacher Bolzenverbindungen und später auch der hauptsächlichsten und gangbarsten Dübelverbindungen erstrecken sollte. Um bezüglich des Umfanges der Fragen allen Wünschen der Praxis gerecht zu werden, wandte sich das Amt an Dipl.-Ing. *Haber-Schaim*, Berlin, der einen Arbeitsplan, unter Berücksichtigung aller zunächst als wichtig erscheinenden Fragen entwarf. Der Gedankengang, der zur Aufstellung dieses Planes führte, war etwa folgender:

Der Wert einer Holzkonstruktion ist vornehmlich gegeben durch die Güte der zugfesten Anschlüsse. Eingehendere Kenntnis der Wirksamkeit der einzelnen Anschlußelemente ist zur Förderung wirtschaftlicheren Konstruierens erwünscht. Die Anschlußmittel, im wesentlichen Bolzen mit Muttern und Unterlegscheiben, Dübel der verschiedensten Art in Form und Stoff, bezwecken die Kraftübertragung von dem hochwertigen Eisen geringen Querschnittes, auf das weniger feste Holz größerer Abmessung, das die Kräfte meist mit seiner geringen Druckfestigkeit oder der noch niedrigeren Schubfestigkeit aufnehmen muß. Diese Umsetzung ist genauer zu studieren.

Zu diesem Zweck sind folgende Untersuchungen erwünscht:

1. Ist der Querschnitt eines Holzteiles $F = a\,b$, wie groß ist der Einfluß von verschiedenem Verhältnis a/b [1a])?
2. Wie wächst die übertragene Kraft mit der Zahl der Bindeglieder?
3. Wie wirkt sich die Dicke der Bindeglieder aus?
4. Wie äußert sich die Veränderung der Größe der Unterlagscheiben?
5. Welchen Einfluß hat die Reibung zwischen den Holzflächen?
6. Wie ist das Verhältnis der Inanspruchnahme der verschiedenen Festigkeiten bei einem Bolzen (Scherung, Biegung, Zug)?
7. Wie ändert sich die Kraftübertragung mit dem Winkel Kraft—Faserrichtung?

Würde man sich bei der Durchführung der nach 1 bis 7 notwendigen Versuchsreihen zunächst auf je drei Veränderungen und auf nur drei Parallelversuche be-

[1]) *W. Schnidtmann*, Beitrag zur Ermittlung von Fundamentpressungen, Stuttgart 1920; *H. Bronneck*, Holz im Hochbau, Wien 1927, u. a. m.
[1a]) *a* in der Richtung des Dornes, *b* senkrecht dazu.

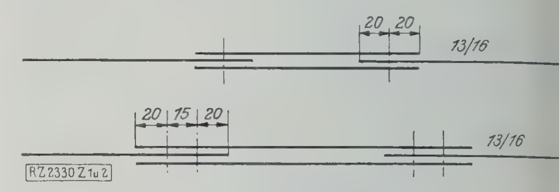


Abb. 1 und 2
Versuchskörper, Zugverbindungen aus Kiefernholz

schränken, so ergibt sich schon ein außerordentli Umfang des Planes. Allerdings ist es nicht au schlossen, daß sich im Laufe der Untersuchung die M lichkeit einer Kürzung ergibt.

Untersuchungen mit glatten Dornen

Von dem vorstehenden Arbeitsplan sind bisher die einleitenden Versuche mit glatten Dornen (o Kopf und Mutter) durchgeführt. Trotzdem sollen die gebnisse im Nachstehenden schon mitgeteilt werden, mit etwa sich ergebende neue Gesichtspunkte und regungen bei den Hauptversuchen Berücksichtig finden können.

Als Versuchskörper dienten Zugverbindungen n Abb. 1 und 2 aus Kiefernholz. Die Mittelhölzer bild stets Stücke von 13 × 16 cm² Querschnitt. Geändert w den das Seitenverhältnis der Außenhölzer, die D dicke und die Zahl der Dorne; der Querschnitt Außenhölzer wurde auf etwa 100 cm² bemessen und Verhältnis der Querschnittkanten zu 10 × 10, 8 × und 6,5 × 16 cm gewählt. Die Zahl der Dorne in je Anschlußpunkt wurde auf 1 und 2 beschränkt, ihr Du messer auf 20, 16 und 13 mm und die Zahl der Pare versuche auf 3.

Das Holz, aus dem Handel bezogen, lagerte meh Monate bis zur Lufttrockenheit in einem gedec Schuppen. Auf die genaue Herstellung und saub Zusammenpassen der Bohrlöcher wurde besondere S falt gelegt. Die Dorne aus handelsüblichen Runde füllten beim Zusammenbau die Bohrlöcher gut aus mußten mit leichten Schlägen eingetrieben werden.

Die Endglieder (Mittelhölzer) wurden durch st Seitenlaschen, die mit drei Bolzen im Holz gehalten w den, an die Einspannköpfe der Maschine angeschlos

Bei den Versuchen wurde die Last stufenweise steigert und die Bewegung der Mittelhölzer von einan nach je 2 min Lasteinwirkung gemessen.

Hier sei gleich bemerkt, daß von einer Bestimm der Holzeigenschaften bei diesen Vorversuchen bew Abstand genommen wurde, da dergleichen Bestimmun in den seltensten Fällen die gleiche Holzgüte erfas können, auf deren Festigkeitseigenschaften das Erge der Bolzenversuche beruht — Versuche in dieser Richt liegen bereits vor[2]). Dem Erfordernis der Innehalt möglichst gleicher Anordnung des Holzstückes wu dadurch Rechnung getragen, daß bei den Außenhöl von 8 × 13 und 6,5 × 16 cm² die Kernseite stets an Mittelhölzern anlag; bei den Außenhölzern 10 × 10 lag der Kern etwa in der Mitte des Querschnittes.

Von einer Wiedergabe der Formänderungskurven an dieser Stelle abgesehen; sie stimmen innerhalb drei Parallelversuche in befriedigender Weise über

Die eingeführten wechselnden Versuchsbedingun gestatten eine Betrachtung der Ergebnisse nach Pun bis 3 der dem Arbeitsplan zu Grunde liegenden Fra nämlich hinsichtlich des Seitenverhältnisses der Au hölzer, der Zahl und der Dicke der Dorne.

[2]) *Graf*, „Bauingenieur" Bd. 3 (1922) S. 100.

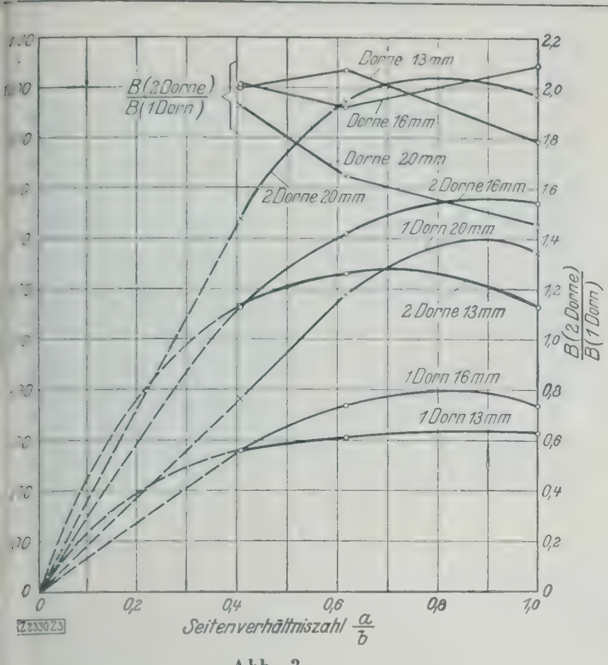


Abb. 3
Höchstlasten in Abhängigkeit vom Seitenverhältnis der Außenhölzer und Einfluß der Dornzahl auf die Höchstlasten.

ur Beurteilung des Einflusses dieser drei Verdlichen können die Bruch- und Höchstlasten und die rhiebungen als Funktion der Zugkräfte heranzen werden. Die Höchstlasten wurden erreicht bei Verbindungen mit Dornen von 20 und 16 mm Dmr. tbeim Aufsplittern der Seitenhölzer, also durch Spaltrlng, bei den Verbindungen mit Dornen von 13 mm dn überwiegenden Fällen beim Abgleiten der Seitenz von den Dornen. Bruch durch Aufplatzen des tt holzes trat nur in zwei Fällen ein.

ie mittleren Höchstlasten betrugen bei den drei tverhältnissen der Außenhölzer a/b:

	$\frac{a}{b}$	B_{13} kg	B_{16} kg	B_{20} kg
erwendung eines Irnes	1	3150	3700	6730
	0,615	3050	3700	5900
	0,406	2830	2800	3830
erwendung zweier Irne	1	5650	7720	9830
	0,615	6310	7100	9730
	0,406	5670	5630	7400

Einfluß der Dorndicke

er Einfluß der Dorndicke würde sich auf Grund se Ergebnisse, wie folgt, auswirken:

$:_{16}: B_{20} = 1:1,2:2,1$ bei einem Dorn und $\frac{a}{b} = 1$

$= 1:1,2:1.9$ „ „ „ „ „ $= 0,615$

$= 1:1\ :1.4$ „ „ „ „ „ $= 0,406$

Mittel $= 1:1,1:1,8$

$:_{16}: B_{20} = 1:1,4:1,7$ bei zwei Dornen und $\frac{a}{b} = 1$

$= 1:1.1:1.5$ „ „ „ „ „ $= 0,615$

$= 1:1\ :1,3$ „ „ „ „ „ $= 0,406$

Mittel $= 1:1,2:1,5$

ies würde besagen, daß bei Verwendung glatter rı unter gleichen Bedingungen die Höchstlasten sich ɛähert verhalten wie die Durchmesser der Dorne $B_{16} : B_{20} = 13 : 16 : 20 = 1 : 1.2 : 1,5$.

Influß des Seitenverhältnisses der Außenhölzer

ı Abb. 3 sind die mittleren Höchstlasten als Funktion Seitenverhältnisses der Außenhölzer aufgetragen und Versuch gemacht, die Punkte zu Linienzügen zu verbinden. Danach hat es den Anschein, als ob der Höchstwert bei einem Seitenverhältnis zwischen 0,7 und 0,9 zu suchen wäre. Es braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden, daß Zahl der Parallelversuche und Zahl der Veränderungen im Dorndurchmesser zu schlüssigen Aussagen in dieser Richtung noch nicht ausreichen. Die Beantwortung der Frage nach dem günstigsten Verhältnis $\frac{a}{b}$ dürfte auch erst bei Bolzenverbindungen mit Kopf und Mutter an Bedeutung gewinnen. Unterhalb $\frac{a}{b} = \approx 0,6$ nimmt jedenfalls bei den 20- und 16 mm-Dornen die Gefahr des Aufreißens der Seitenhölzer schnell zu; bei den 13 mm-Dornen kam Aufreißen als Bruchursache nicht mehr in Frage.

Einfluß der Dornzahl

Der Quotient $\frac{B\,(2\text{ Dorne})}{B\,(1\text{ Dorn})}$ drückt die **Auswirkung der** Verdoppelung der Dornzahl aus und ist in Abb. 3 gleichfalls als Funktion des Seitenverhältnisses $\frac{a}{b}$ aufgetragen. Für die Dorne von 13 und 16 mm Dmr. nähert sich der Wert in befriedigender Weise der Zahl 2. Der starke Abfall des Linienzuges für 20 mm Dorndurchmesser dürfte dahin zu deuten sein, daß bei stärkeren Dornen eine Verdoppelung der Höchstlast nicht zu erwarten ist, wenn nicht der Bolzenabstand entsprechend dem Durchmesser der Dorne und dem Seitenverhältnis $\frac{a}{b}$ vergrößert und damit die Gefahr des Aufreißens vermindert wird.

Für den Wert einer Holzverbindung ist nun die erreichbare Höchstbelastung nicht allein ausschlaggebend; diese ist von gewissen Zufälligkeiten, z. B. unvermeidlichen Schwindrissen, abhängig. Von Bedeutung sind in höherem Maße die Formänderungen an der Verbindungsstelle in Abhängigkeit von den Zugkräften. Die Kurven für die Bewegung der Mittelhölzer voneinander verliefen zunächst praktisch geradlinig; doch waren bereits in diesem Teil der Kurven die Verschiebungen größtenteils bleibender Art.

Es liegt nahe, die Neigung dieser Geraden zur Bewertung der Güte der Verbindung heranzuziehen, doch zeitigten Bemühungen in dieser Richtung keinen Erfolg. Die Kurven bogen dann im weiteren Verlauf allmählich im Sinne stärkerer Formänderung ab, so daß auch der Beginn stärkerer Formänderung als Maßstab der Güte wegen zu großer Unsicherheit der Bestimmung ausscheidet.

Entnimmt man den Schaulinien die Zugkräfte, die zu einer bestimmten stärkeren Formänderung erforderlich sind, z. B. für eine mittlere Bewegung von 5 mm an jedem Anschlußpunkt, so findet man:

	$\frac{a}{b}$	P_{13} kg	P_{16} kg	P_{20} kg
Bei Verwendung eines Dornes	1	1660	2460	4470
	0,615	1530	2390	3570
	0,406	1560	2530	3060
Bei Verwendung zweier Dorne	1	3090	5010	8270
	0,615	3060	4680	7320
	0,406	2810	4330	6070

Der Einfluß der Dorndicke würde sich hiernach, wie folgt, auswirken:

$P_{13} : P_{16} : P_{20} = 1:1,5:2,7$ bei einem Dorn und $\frac{a}{b} = 1$

$= 1:1.6:2.3$ „ „ „ „ „ $0,615$

$= 1:1,5:2,0$ „ „ „ „ „ $= 0,406$

Mittel $1:1.5:2.3$

$P_{13} : P_{16} : P_{20} = 1:1,6:2,7$ bei zwei Dornen und $\frac{a}{b} = 1$

$= 1:1.5:2.4$ „ „ „ „ „ $= 0,615$

$1:1.5:2.2$ „ „ „ „ „ $0,406$

Mittel $= 1:1,5:2,4$

Die Verschiebungskräfte würden sich danach im Mittel verhalten:

$$P_{13} : P_{16} : P_{20} = 1 : 1{,}5 : 2{,}4 = \text{etwa wie die Dornquerschnitte}^{3)}$$
$$= f_{13} : f_{16} : f_{20} = 1{,}33 : 2{,}01 : 3{,}14 = 1 : 1{,}5 : 2{,}4.$$

Beachtenswert ist der gleichsinnige Abfall der Verhältniszahl für einen und zwei Dorne von 20 mm mit fallendem Wert $\frac{a}{b}$.

In gleicher Weise wie in Abb. 3 die mittleren Höchstlasten, sind in Abb. 4 die mittleren Verschiebungskräfte für je 5 mm in jedem Anschlußpunkt als Funktion des Seitenverhältnisses der Außenhölzer aufgetragen. Der Einfluß des Seitenverhältnisses $\frac{a}{b}$ wird hierbei nur für die 20 mm-Dorne und die Anordnung von zwei Dornen von 16 mm Dmr. deutlich. Hier wachsen die Verschiebungskräfte mit zunehmenden $\frac{a}{b}$. Zur Beurteilung des Einflusses der Verdoppelung der Dornzahl ist in Abb. 4 der Quotient $\frac{P\,(2\text{ Dorne})}{P\,(1\text{ Dorn})}$ gegeben; er liegt für alle Dorndurchmesser nahe dem Wert 2.

Abb. 5 zeigt den Schnitt durch das Dornloch eines Mittelholzes nach Beendigung des Versuches. Auffallend sind die durch eine regelmäßige Kurve begrenzten Flächen verformten Holzes unter den Enden des Dornloches. Man könnte versucht sein, auf die Beanspruchung des Holzes aus der Tiefe der Zone schließen zu wollen. Dies erscheint aber wenig aussichtsreich, weil nach den Versuchen *G. Jankas*[4]), die ich teilweise nachprüfte, die Verdrückung von Nadelholz bei Teilbelastung der Hirnfläche zunächst zwar angenähert geradlinig mit der Belastung zunimmt, nach Eintritt des Wendepunktes, der dem Zerstörungsbeginn entspricht, jedoch dann bei sinkender Belastung schnell wächst.

Einfluß des Winkels Kraft — Faserrichtung

Zur Fragestellung 7: „Wie ändert sich die Kraftübertragung mit dem Winkel Kraft — Faserrichtung?" wurden zwei Versuchsreihen folgender Art durch-

[3]) Die gleiche Beziehung ergibt sich auch für größere Verschiebungswege als 5 mm an jedem Anschlußpunkt.
[4]) *G. Janka*, Die Eignung des Buchenholzes zu Straßenpflaster im Vergleiche mit Nadelhölzern, Wien 1902.

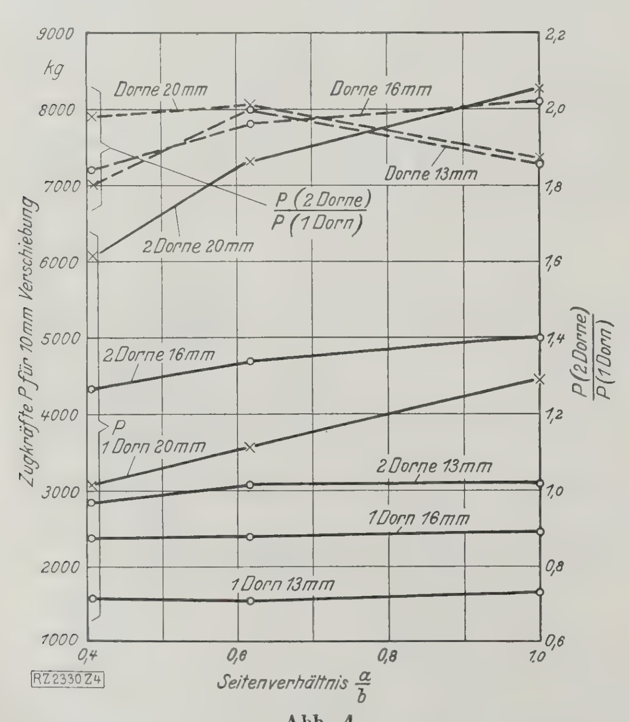


Abb. 4
Zugkräfte P für je 5 mm Verschiebung an jedem Anschluß in Abhängigkeit vom Seitenverhältnis und Einfluß der Dornzahl auf P.

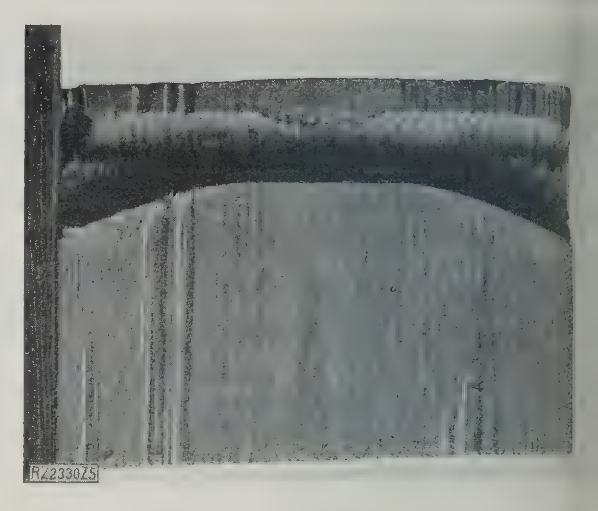


Abb. 5
Schnitt durch das Dornloch eines Mittelholzes nach dem Versuch.

geführt. Aus einem gut lufttrockenen Kiefernholzbalk mit gerade durchlaufenden Fasern wurden zwei Reih prismatischer Versuchskörper zu je 7 Stück v a, b, h, = 9, 12, 16 cm Kantenlänge derart entnomm daß die Fasern zur Höhe h um 0, 15, 30, 45, 60, 75 u 90° geneigt waren. In einer Endfläche ($a\,b$) war e Rinne vom Halbkreisquerschnitt vorgesehen, die v Mitte zu Mitte der Kante a lief, und zwar lagen Prismen im Balken derart, daß die Rinnen möglic genau an der gleichen Stelle im Querschnitt lag Der Durchmesser der Rinne betrug bei der einen Reihe bei der anderen 14,3 mm, so daß zwei sauber gedre Stahlwalzen von 20,0 und 14,3 mm Dmr. sich satt in Rinnen einlegten. Die Walzen wurden stufenweise lastet und die Eindringung in das Holz mit Meßuh gemessen, sobald einigermaßen Gleichgewicht errei war, d. h. der Waagebalken der Maschine innerh 2 min nicht mehr merklich absank. Die Belastung wurden bis zum Eintritt größerer Formänderungen steigert. Diese sowie der weitere Verlauf des Belastun versuches waren nicht von Bedeutung, da sie die V gänge während der Zerstörung umfassen, die im v liegenden Falle durch die beschränkten Abmessun der Versuchskörper und den dadurch bedingten ge gen Schubwiderstand in den Jahrringgrenzen bei Kraft geneigter Faser bedingt ist. Vor Eintritt größeren Formänderungen steigen die Eindringtie geradlinig mit den Druckkräften an, und zwar nin die Neigung der Geraden zur Achse der Eindringtie mit wachsendem Winkel Kraft—Faserrichtung ab.

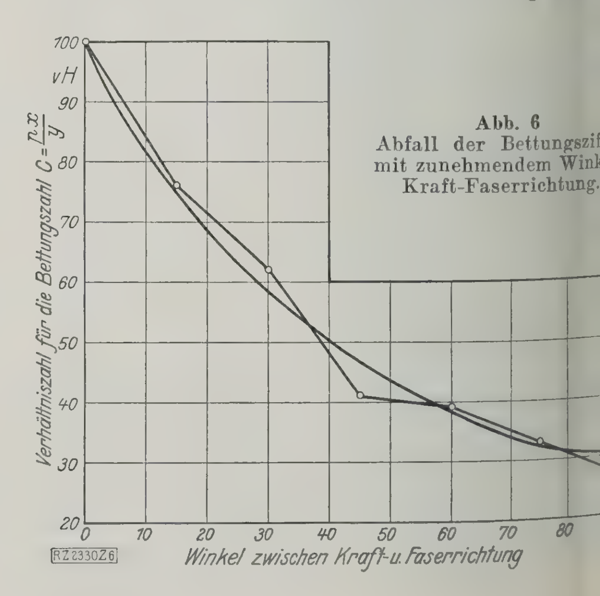


Abb. 6
Abfall der Bettungszif mit zunehmendem Wink Kraft-Faserrichtung.

Drückt man die Neigung der Geraden aus als $\frac{p\,x}{y} = \frac{\text{Flächenpressung}}{\text{Eindringtiefe}}$, so ergeben sich für beide .uchsreihen die Werte nach Zahlentafel 1.

.ie Erfahrung, daß dünnere Bolzen verhältnismäßig .ren Widerstand im Holz finden, bestätigt sich. Abb. 6 gibt den Verlauf der mittleren Verhältniszahlen mit dem Winkel und die Ausgleichkurve.

Als nächste Versuchsreihe ist in Aussicht genommen eine Reihe Zugkörper gleicher Abmessungen, wie oben, mit Bolzen als Bindeglieder und Veränderung der Bolzendicke und der Größe der Unterlegscheiben.

[B 2230]

Zahlentafel 1

Winkel Kraft—Faserrichtung		0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
.. kg/cm² für Walzendurchmesser	2,0 cm	2720	1970	1760	1175	1100	875	650
	1,43 „	3470	2740	2020	1320	1310	1220	1050
.rhältniszahlen für C (bei 0° = 100) bei Walzendurchmesser	2,0 „	100	72,5	65	43	40,5	32	24
	1,43 „	100	79	58,5	38	38	35	30
	im Mittel	100	76	62	41	39	33	27

.talle im Flugzeugbau

.. EVERLING und B. SPLANEMANN, Berlin

Abb. 1
Rumpfaufbau.

Die Entwicklung im Flugzeugbau geht darauf hinaus, .er und mehr den Metallbau in den Vordergrund treten .assen. Obwohl sich der Holzbau durch jahrelange Er..ungen zu einer hohen Blüte entwickelt hat, zieht der .tallbau allmählich weitere Kreise, weil er den höheren .derungen, die heutzutage in bezug auf Größe, Wetter..ndigkeit u. a. an ein Flugzeug gestellt werden, eher .cht wird. Da es nicht immer leicht war, die alten Flug..konstrukteure mit der neuen Richtung zu befreunden, .hte der Metallbau nur langsam Fortschritte. Neuerdings .angt der Verbraucher aber nicht nur die Lufttüchtigkeit .s Flugzeuges, sondern auch die Ausführung in Metall. .diesem Sinne berichtet *H. I. Pollard*[1]), ein bekannter ..ischer Flugzeugfachmann, aus seinen eingehenden Er..ungen bei der Firma Boulton & Paul.

Der Metallbau hat sich in England, nach schwachen An..en zu Kriegsende, nur ganz allmählich neben dem Holz.. eingeführt, und zwar vorwiegend als Stahlbau; ..lumin wird wenig und im allgemeinen nur für weniger ..spruchte Teil verwendet, ausgenommen die Beardmore-..duralumin-Flugzeuge, die von der deutschen Rohrbach-..art hergeleitet sind. Bemerkenswert ist auch, daß das ..sche Luftministerium Schweißungen an beanspruchten ..en verbietet, da sie nicht zuverlässig und nicht leicht ..g auszubessern seien.

[1]) *Pollard:* Metall Construction Development, „Flight" Bd. 20 (1928) . 4 u. f., Abt. „The Aircraft Engineer".



Abb. 2 bis **4**
Schnitte genieteter Profilrohre.

Aus *Pollards* Bericht, der sich dementsprechend auf den

Stahlbau mit Nietverbindungen

beschränkt, sei die praktische Seite hervorgehoben, um die Eigenheiten dieser Bauart kurz darzulegen.

Beim Stahlrumpf, Abb. 1, werden nicht geschweißte Rundrohre benutzt, sondern gewellt profilierte, genietete Rohre. Abb. 2 bis 4 zeigen solche zu Rohren zusammengenietete Profilbleche im Schnitt. Für Rumpflängsgurte wird die Form, Abb. 2, gewählt; sie unterscheidet sich von den senkrechten und diagonalen Streben, Abb. 3 und 4, dadurch, daß die Nietnähte nicht auf einem Durchmesser liegen, sondern auf den Schenkeln eines rechten Winkels, daß also ein Quadrant mit einem 270°-Blech zusammengenietet wird, da ja an jeden Längsgurt nur wagerechte und senkrechte Verbände angeschlossen sind, Abb. 1.

Die Rohre werden in den Knotenpunkten so zusammengesetzt, daß sämtliche Stabachsen sich in einem Punkte schneiden, somit zusätzliche Momente ausgeschlossen werden. Die Rohre werden durch Knotenbleche, die die Stabkräfte voll aufnehmen und weiterleiten, verbunden, Abb. 5 bis 10. Zur Verminderung des Gewichtes werden die Rohre an den Enden auf beiden Seiten abgeschrägt, so daß allein die Nietränder übrig bleiben, da ja nur diese die Kräfte auf die Knotenbleche übertragen. Besonders stark beanspruchte Streben, z. B. die des ersten Rumpfspantes hinter dem Motorbockanschluß, werden an den Knotenpunkten durch kurze Überschubrohre versteift, Abb. 9; bei diesem Knotenpunkt ist auch das eingenietete Stahlformstück im Ende des Rumpflängsgurtes erwähnenswert, das zum Abschluß der im ganzen abnehmbaren Motorträgerstreben dient. Abb. 10 veranschaulicht eine bemerkenswerte Befestigungsart für den Beschlag zum Höhenflossen-Holmanschluß an einem Rumpfknotenblech.

Versuche haben gezeigt, daß diese Bauart, wenngleich rechnerisch nicht immer leicht zu erfassen, für den Flugzeugbau wohl geeignet ist. Ein Vergleich mit Rundrohren ergibt bei größeren Rohrquerschnitten kleinere äquatoriale Trägheitsmomente und daher geringere zulässige Beanspruchungen als für genietete Rohre mit gewelltem Profil. Danach wäre diese Bauart besonders für knickbeanspruchte Stäbe schon des Gewichts wegen unbedingt vorzuziehen. Nachteilig sind dagegen die größeren Kosten bei der Herstellung.

Bei den Tragflügeln werden die Luftkräfte, die auf das Tragwerk wirken, von der Beplankung auf die Rippen übertragen; diese wiederum leiten die Kräfte auf die Holme weiter, die also als Hauptträger auftreten. Der Holm besteht aus Ober- und Untergurt, die durch Stege verbunden sind. Die Gurte haben die Zug- und Druckkräfte aufzunehmen, während die Stege den Schubspannungen gewachsen sein müssen.

Da auf Grund der Wahl eines Flügelschnittes, die von strömungstechnischen Erwägungen ausschlaggebend bestimmt wird, eine begrenzte Bauhöhe eingehalten werden muß, besteht die Aufgabe des Konstrukteurs darin, durch geeignete Formgebung von Gurten wie Stegen ein möglichst

RZ2433Z5-7

Abb. 5 Obergurt.

Abb. 6 Untergurt.

Abb. 7 Seitenwand.

RZ2433Z8-10

Abb. 8 Seitenwand.

Abb. 10 Beschlagbefestigung für Höhenflossenholm.

Abb. 9. Überschubrohr, Einsatz für Strebenanschluß.

Abb. 5 bis **10**. Rumpfknotenpunkte.

Abb. 11 bis **14** Flügelholme mit durchlaufenden Stegen.

Abb. 11 Für starke Beanspruchungen, mit Rohrnieten und Längsplatten.

Abb. 12 Mit durchlaufendem Abstandrohr.

Abb. 13 Für leichte Beanspruchungen.

Abb. 14 Mit Rohrnieten und Teilstegblechen.

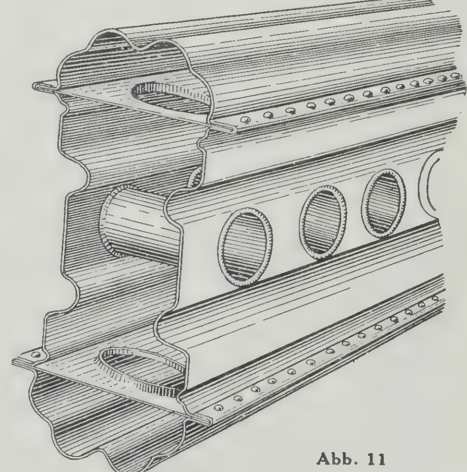


Abb. 11

hohes Trägheitsmoment bei geringstem Gewicht herausz arbeiten. Abb. 11 bis 14 zeigen Beispiele von Holmba arten mit durchlaufenden Stegen. Ein Holm nach Abb. für starke Beanspruchungen hat im Schnitt für Ober- u Untergurt eine gewellte Halbkreisform. Die Platten, d zwischen Gurten und Stegen längs laufen, sind an den krei förmig ausgestanzten Erleichterungslöchern umgebördelt, u eine größere Steifigkeit zu ergeben. Die Stege, ebenfa profilgewalzt, werden durch Abstand-Rohrniete von groß Durchmesser verbunden. Wo Gurte, Stege und Platten z sammenstoßen, entstehen im ganzen vier Nietreihen. D Holm, Abb. 12, hat als Sonderheit in der Mitte ein durc laufendes, dünnwandiges Rohr, das zur Versteifung beiträ und den Stegen ihre Entfernung sichert. Der Holm für g ringe Beanspruchungen, Abb. 13, besteht aus Ober- u Untergurt und den beiden einfach gewellten Stegbleche ohne jegliche Zusatzversteifung. Beim Träger, Abb. 14, sin auf die gewellten Stege noch Teilstegbleche aufgenietet; s sollen die Höhe der Stege festhalten und einen Nietgru für die durchlaufenden Rohrniete bilden.

Bei Fachwerkholmen sind entweder je ein Ober- u Untergurt in einer Ebene durch Streben, Abb. 15, nämlich a den Enden zusammengedrückte Rohre, verbunden, oder d

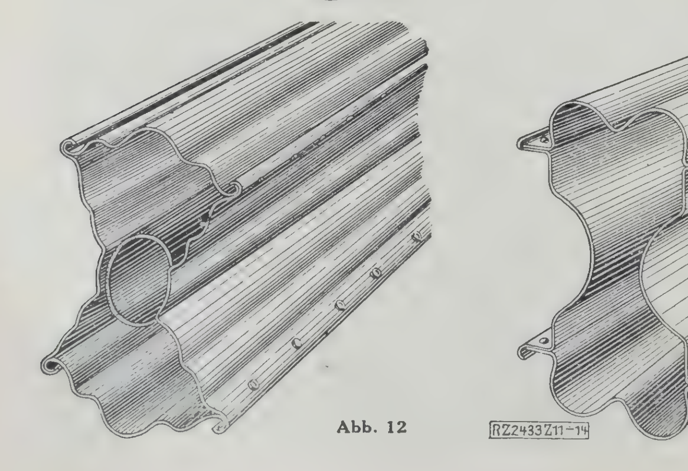


Abb. 12

Abb. 13

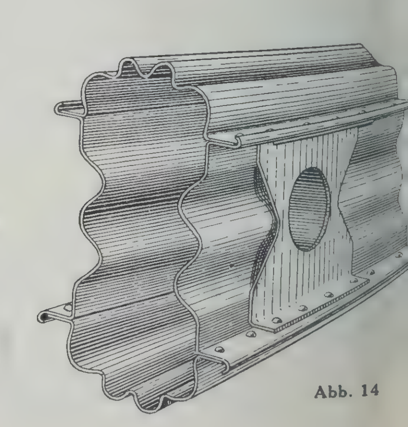


Abb. 14

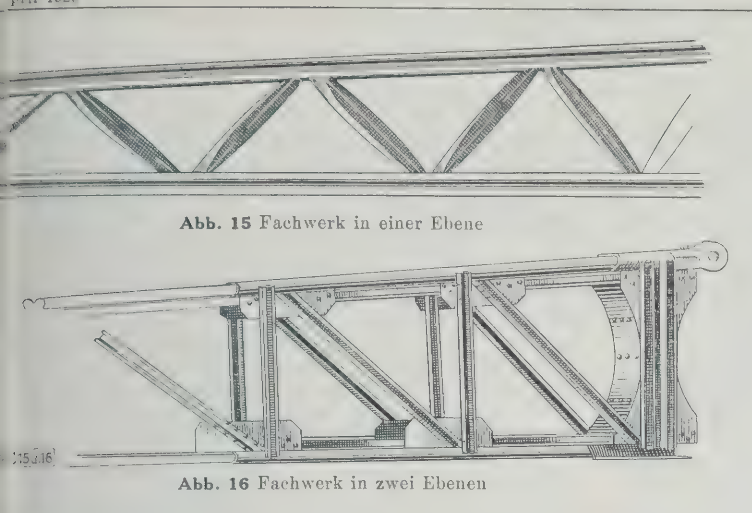


Abb. 15 Fachwerk in einer Ebene

Abb. 16 Fachwerk in zwei Ebenen

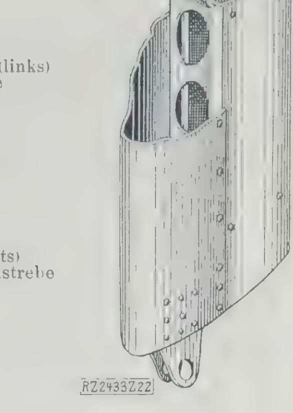


Abb. 15 und **16** (links)
Flügelholme

Abb. 22 (rechts)
Stromlinien-Profilstrebe

e·n, in Abb. 16 U-Profile, sind an den Gurtseiten in
eiEbenen durch Knotenbleche und Niete befestigt. Rip-
ı erden der geringen Kräfte wegen meist als U-Profil-
l·erk gebaut. Zur Befestigung zwischen Holm und
ın wird nach Abb. 17 in die Rippe ein stehendes Form-
el eingefügt und dieses mit dem Holm am Zusammen-
ß on Gurt und Steg vernietet. Abb. 18 zeigt die Befesti-
ıdieses Bleches nur am Steg. Eine Sonderbefestigung
rAbb. 19: Zwei Winkel, U-Profil, im Scheitel gelenkig
bıden und mit je einem Schenkel in Ober- und Unter-
tler Rippe drehbar angeordnet, werden an den Holm
ı ɾeklappt (in Abb. 20 gestrichelt) und pressen den Holm
r Federkraft der Rippengurte fest. Abb. 20 zeigt links
lıine einteilige, in die Rippengurte eingenietete Druck-
sgung. Ein Flügelgerippe ganz aus Metall, aber in gleicher Bauweise wie bei Holz, zeigt Abb. 21; eine sehr geeignete Strebenbauart in Stromlinienprofil mit eingenietetem Anschlußbeschlag, Abb. 22.

Durch derart ausgeklügelte Bauformen und unter Verwendung hochwertigen Baustoffs ist man natürlich in der Lage, ein Flugzeug leicht und doch fest zu bauen. Auf der andern Seite ist man aber durch die großen Unkosten gehemmt, die diese Bauart mit sich bringt. Vorteilhaft kann diese daher erst werden, wenn der Auftragbestand Reihenherstellung rechtfertigt. Werden daher schon beim Bau von Stahlrohrholmen, z. B. in Deutschland, einfachere Gestalten bevorzugt, so lassen beim Übergang zu Leichtmetallen die geänderte Festigkeit und Bearbeitbarkeit andre Formen, wie sie aus Beispielen des deutschen Flugzeugbaues wohl bekannt sind, vorteilhafter scheinen. [M 2433]

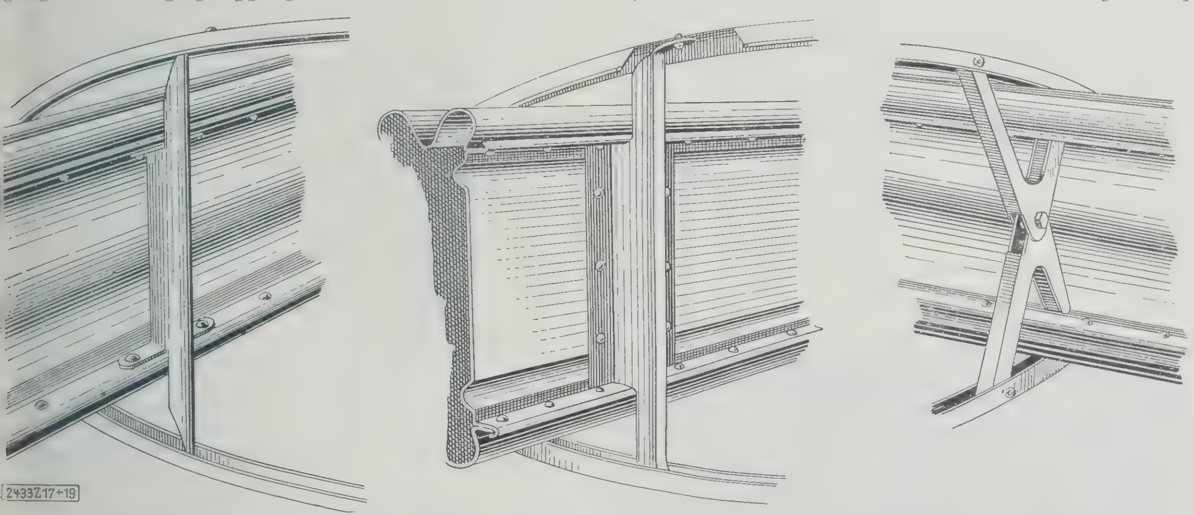


Abb. 17 bis **19.** Befestigung zwischen Holm und Rippe
Abb. 17 und **18.** Durch Nietung

Abb. 19. Durch Federung

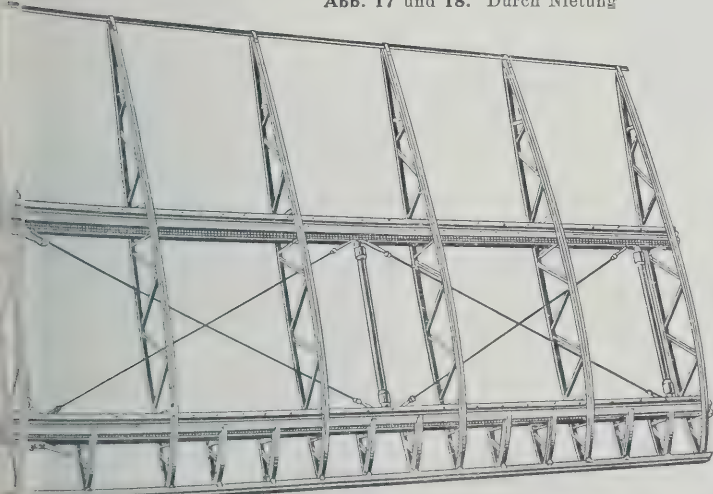
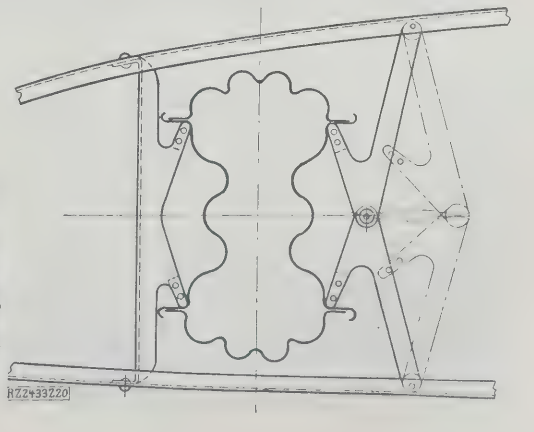


Abb. 21. Flügelgerippe

Abb. 20. Schematische Darstellung
von Abb. 19



RUNDSCHAU

Aus dem Ausland

Landwirtschaftstechnik

Landmaschinenbau in England

Auch Englands Landwirtschaft am Scheidewege; unter dem Drucke des Wettbewerbes erwacht, das sah man auf der 87. Royal Show in Nottingham[1]) 1928, die Initiative in allen möglichen Richtungen. Die Regierung ist mit erheblichen Geldmitteln dabei. Die Stimmung war zuversichtlicher; im Absatz von Landmaschinen meint man, einen Tiefpunkt eben überwunden zu haben; der Landwirt zeigte Interesse, und das war erfreulich. Ausfuhrerfolge stammen natürlich nicht vom Festlande, das in Deutschland und Frankreich eine eigene leistungsfähigere Landmaschinenindustrie besitzt, sondern von den entwicklungfähigen eigenen Kolonien und Dominions her.

Ganz besondere Beobachtung verdienen jetzt die nordafrikanischen Länder, die sich wieder zur Vorratskammer Europas entwickeln; das Tempo gibt England und Frankreich mit dem Ausbau der Bewässerung, der Verkehrswege und neuerdings der Autostraßen an. Nach dem Sudan lieferte McLaren, Leeds, in einem Jahr an die 60 Seilpfluganlagen, in denen deutsche Benz-Dieselmotoren eingebaut sind; Kohle und Wasser sind dort meist schwer zu beschaffen, Öl dagegen sehr viel leichter, so daß der höhere Anschaffungspreis dort natürlich keine entscheidende Rolle spielt. Gibt es doch Fälle, wo Öl tatsächlich billiger ist als gutes Wasser.

Fowler, auch in Leeds, benutzt seine Seilpflüge, Abb. 1, auch zur Ausführung von Maulwurfsdränung[2]). Für leichtere Böden, in denen der Maulwurfsgang allzubald zerfallen würde, hat er eine ganz einfache Hebelpresse, Abb. 2, erdacht, die in Abständen von etwa 60 m bis in den Maulwurfsgang eingegraben wird, in die man die üblichen Tonröhren hineinlegt und sie in den Maulwurfsgang eine nach der andern hineindrückt, bis die erste Röhre mit ihrem Führungskopfstück in dem nächsten Einstich aus dem Gang herauskommt.

Auch England hat nunmehr seinen 40 PS-Kettenschlepper wiederbekommen, und zwar in einer Bauart, wie sie ähnlich

[1]) Vergl. ausführlichen Bericht in „Technik in der Landwirtschaft" Bd. 9 (1928) S. 211 u. 227.

[2]) S. a. T. i. d. L. Bd. 10 (1929) H. 3 S. 46.

Clayton & Shuttleworth, Lincoln, schon im Kr baute, und die jetzt nach Verbesserung auch von den M tärbehörden geprüft wurde. Der Schlepper der I Industrial Vehicles, London, mit Vierradantrieb v entweder mit vier richtigen Greiferrädern oder mit V gummirädern und Klappgreifern ausgerüstet. Seine d jährige Auszeichnung mit der silbernen Denkmünze wohl schließen, daß diese Maschine dem Bedarf leistungsfähigen gummibereiften, aber gleichzeitig stra fähigen Radschleppern entgegenkommt, was ja für das K nialreich auch sicher erforderlich ist, ganz abgesehen seiner Eignung für die Landesverteidigung. Von deuts Schleppern war auf der Ausstellung nur der Lanz-G bulldog vertreten; inzwischen hat auch McLaren e neuen Radschlepper mit einem deutschen zweizylindri Benz-Dieselmotor herausgebracht. So wendet sich das B in der Fordson-Pause. England will also doch noch n auf den eigenen Schlepper verzichten. Bei dem höh Anschaffungspreis des McLaren-Benz-Dieselschleppers v es sich ähnlich verhalten wie beim Seilpflug; in der k nialen Verwendung, wo oft auch leichter Kredit gew wird, sind eben ganz andre Gesichtspunkte ausschlaggeb als innerhalb unserer Grenzen.

Unter den kleinen Geräten mit motorischer Antr kraft stehen sich der Gartenfräser der Simar Rototil der die v. Meyenburg-Patente verwertet, und der Unive „Red E"-Power-Cultivator der Pioneer Mgf. Co., West A Wisconsin, oder der „Autokult" der English Fore Association, Reading, gegenüber; mit dem Fräser ko man natürlich am tiefsten in den Boden hinein, daß seine Räder rutschen; alle drei Geräte sind aber vi lei Verwendungszwecken angepaßt; neu ist auch der teilte Frässchwanz, der mit seiner Lücke über einer R geht, Abb. 3.

Bei den ortfesten Rohöl- und Schwerölmotoren h es allgemein: „Cold Starting". Bei dem kurb wellenlosen Motor von *Michell*[3]), Abb. 4, übertra die Kolben, die rings um die Hauptwelle verteilt sind, Kraft unmittelbar über Gleitkeile, die sich um ein Ku gelenk dem Druck des Ölfilms entsprechend einste können, auf die elliptische zur Achse geneigte Antri scheibe. Hierdurch wird, genau so wie bei dem bekan Dampfturbinen-Drucklager desselben Erfinders, die Aus dung eines vollkommenen Ölfilms begünstigt, dessen dy mischer Flüssigkeitsdruck die gesamten Lagerdrücke u völliger Ausschaltung fester Reibung überträgt. Der V teil dieser Maschine ist die äußerst gedrungene Bau ihr ziemlich hoher Preis ist allerdings für die La wirtschaft nicht gerade anreizend. Für Zapfwellenant hat jetzt Massey-Harris seinen Binder von 2,1 m Sch breite verstärkt, die übliche Binderkette durch eine Bol kette ersetzt, nachgiebige Rutschkupplungen, den um

[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 366.

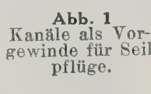


Abb. 1 Kanäle als Vorgewinde für Seilpflüge.

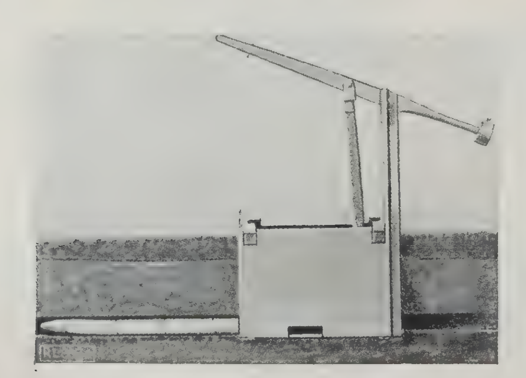


Abb. 2 Hebelpresse zum Durchdrücken von Tonröhren durch den Maulwurfsgang.



Abb. 3 Bodenfräse mit geteiltem Frässchwanz.

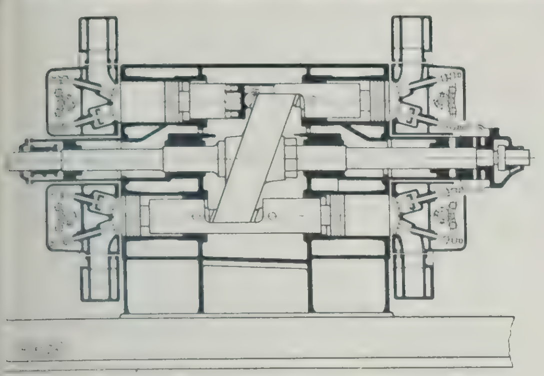


Abb. 4
Kurbelwellenloser Motor von Mitchell.

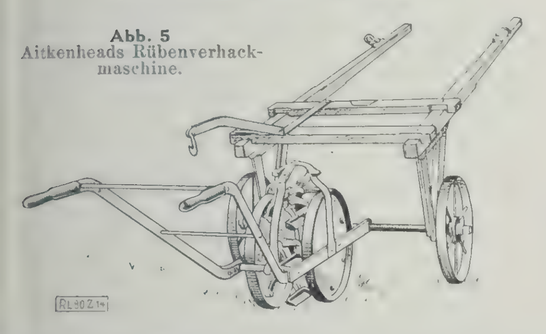


Abb. 5
Aitkenheads Rübenverhackmaschine.

Abb. 6
Reinigungstrommel vor dem Rübenschneider.

...n Stoppelendenglätter und eine Anhängevorrichtung ...ine Doppelscheibenegge vorgesehen, deren Zusammen-...bei mit dem Binder großer Schnittbreite sich ohne ...el immer mehr einbürgern wird.

...eit 1926 befaßt sich das Institut für Landmaschinen-...n in Oxford mit der künstlichen Trocknung, ...ders der Heuernte in der Oxford Crop-Drying Anlage; ...s Verfahren im ganzen wirtschaftlich ist und ob es ... genug größere Mengen bewältigt, muß sich noch ...igen; das Preußische Landwirtschafts-Ministerium hat ...e solcher Anlagen zur Probe erworben. Marshall, Sons ...o., Ltd. empfehlen jetzt, dem Beispiel der Amerikaner ...gend, Dreschmaschinen mit Stahlrahmen und Blech-...kleidung, deren Vorteil, besonders in den heißen Län-...n in der geringeren Empfindlichkeit bei Bränden liegt.

...er halbselbsttätige Kartoffelpflanzer findet ...ch in England Eingang; bei der Mélotte-Bauart hat der ...ne die aus dem Vorratskasten nachrutschenden Kar-...ffeln nur in die Löcher eines langsam gedrehten Tisches ...gen, aus denen sie dann von selbst in gleichen Ab-...tänden herausrutschen. Da der Junge einen ziemlich ...oßen Bereich der Drehscheibe vor sich hat, braucht er ...l beim Einlegen weniger genau aufzupassen als bei den ...nfalls halbselbsttätigen Maschinen mit Förderbändern.

...on vier Rübenverhackmaschinen erhielt ...e verhältnismäßig einfache, kinematisch recht interessante ...art Aitkenhead, Abb. 5, die silberne Denkmünze. In ...r Erteilung dieser Auszeichnung nach gründlicher Prü-...ung liegt auch die Anerkennung des auffällig großen Inter-...se für einfache Rübenverhackvorrichtungen, das letzthin ...ch in Paris bestand. Übrigens ist das Landmaschinen-...stitut in Oxford dabei, alle Möglichkeiten der Verbilligung ... Rübenbau auf breiter Grundlage zu untersuchen, von ...r Bodenbearbeitung und der Saat an bis zur Fortschaf-...ung der Ernte, alles dies unter dem Drucke der billigeren ...bedingungen auf dem Festlande, sowie die übliche ...monat-Saison in Zuckerfabriken über das ganze Jahr ...rteilen, dies wegen des drohenden, gefährlichen Wett-...bs des Zuckerrohres.

...n dem klassischen Grünlande ist es natürlich beson-...ehrreich, die Entwicklung der Heuwender und ...hen zu beobachten, die im allgemeinen darauf ab-... empfindliches Heu, z. B. Kleeheu oder Luzerne, mit ...schine möglichst schonend zu verarbeiten. So wendet ... neuerdings Nicholson den Schwaden, statt wie früher ... vorwärts, nach hinten heraus durch die Lücke des ...genommenen Rechenmittelstückes, wodurch Stopfen ... Durcheinanderkommen der Schwaden verhindert und ...teilbrett entbehrlich wird.

...u erwähnen wäre schließlich noch ein Heuraffer „Mar-..." angebaut an den Fordsonschlepper von G. W. King ...n, und die zunehmende Verwendung der „Spinne", die ...zw. Klee beim Wenden sehr schont.

Für den ausgedehnten Obst- und Hopfenbau liefern Drake & Fletscher verschiedene Spritzen und Schwefelzerstäuber, letztere für Kartoffelbau, für Hand-, Pferde- und Motorbetrieb. Merkwürdig ist, daß der Düngerstreuer mit Wanderboden, der seinerzeit in England aufgekommen war, und der in Frankreich bis zum Vorjahre den Markt allein beherrschte, in England wieder verschwunden ist.

Wie in Leipzig die Gebläseförderer, so gaben in Nottingham die vielen großen und vor allem hellen Geflügelhäuser mit warmem sauberem Fußboden der Ausstellung ein besonderes Gepräge. Eine der wenigen silbernen Denkmünzen — im ganzen wurden nur vier vergeben — erhielten E. H. Bentall & Co. für eine neue Geflügelrupfmaschine; bei dieser hält man das Tier außen an die Schlitze eines kleinen, innen unter Unterdruck stehenden Blechzylinders, in den sich die Federn durch den Saugzug hineinziehen und in dem sie dann von einer schnell umlaufenden, auf der Gebläsewelle sitzenden Trommel eingeklemmt und abgerupft werden; das Sauggebläse befördert die gerupften Federn in einem Zuge in den Sack. Ein Huhn zu rupfen, dauert 45 bis 90 s, eine Ente 1½ bis 2 min.

Sehr zu beachten ist, daß man in England ganz allgemein vor die Rübenschneider eine ziemlich lange Reinigungstrommel aus gedrillten Stäben vorschaltet, in der manchmal sogar noch weitere kleinere kantige Trommeln umlaufen, Abb. 6; bei unseren Rübenschneidern kann man bekanntlich vom Füllkorbe her keine nennenswerte Reinigung erwarten.

Einen tragbaren Landwirtschaftsmotor für Drehstrom, wetterdicht, liefert Ransomes mit drei Vorgelegewellen und zwei verschiedenen Riemenscheiben, so daß man auf neun verschiedene Geschwindigkeiten übersetzen und dadurch den Motor auf dem Hofe viel besser ausnutzen kann; solche Vorgelegemotoren gibt es auch in Frankreich in den äußerst anpassungsfähigen „Law"-Motoren; diese Möglichkeit vielseitiger Verwendung der Elektromotoren scheinen bei uns noch viel zu wenig bekannt zu sein.

800 000 *RM* sind jährlich vom englischen Reichsausschuß für Absatzfragen auf fünf Jahre zur Förderung des Absatzes britischer Erzeugnisse bereitgestellt. Diese Gelder werden zur Herausgabe und Verbreitung von z. T. ganz ausgezeichneten verständlichen Flugblättern über Erzeugung und Verpackung von Standardwaren verwandt, dann auch zu Vorführungen im Lande, wie auf der Schau in Nottingham, an der z. B. das Landwirtschaftsministerium in einer besonderen Halle den Erzeugern und dem Handel den Weg zur Standardware zu zeigen versuchte: Kartoffeln werden wie üblich nach Größe, Eier, Äpfel und Birnen selbsttätig nach Gewicht sortiert, und zwar laufen die Eier dabei auf kleinen Schienen, über mehrere Waagen herunter, die auf verschiedenes Gewicht eingestellt sind und das Ei durchfallen lassen; bei Äpfeln und Birnen wird es ähnlich gemacht, sie werden dann in Papier gewickelt und nach Schema in Kisten verpackt. Überhaupt hat man für zweckmäßige Verpackungen Muster und Richtlinien ausgearbeitet, und man verkennt auch nicht den starken Werbewert ansprechender Aufmachung. Alles geht unter dem Wahlspruch: Engländer, kauft Eure eigenen Waren!

Nachdem im Vorjahre die Beschwerden über die kritiklose Verteilung der silbernen Denkmünzen immer stärker wurden, machte man in Nottingham erstmalig die Zuerteilung der höchsten Auszeichnung, ganz ähnlich wie bei der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, von einer gründlichen Dauerprüfung abhängig. Hierin hat sich also der Engländer trotz seines zähen Festhaltens an der Überlieferung zu notwendiger Änderung aufgerafft und vielleicht manches von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft gelernt; sollten umgekehrt auch wir nicht noch dies oder jenes dieser Royal Show absehen können, die in ihrem Aufbau tatsächlich musterhaft ist, nicht des schönen Rasens wegen, auf den man sich, wo man steht, ruhig niederlassen kann, sondern in der unübertrefflichen gedrängten Anordnung ihrer Stände, von denen sich, wie in Paris, einer an den anderen anreiht, so daß man in einigen Stunden die ganze Schau abwandern kann, ohne einen einzigen Stand zu übergehen? [M 2364]

Bonn-Poppelsdorf Prof. Dr.-Ing. *Vormfelde*, Dr.-Ing. *v. Sybel*

Bergbau

Ölbergbau in den Vereinigten Staaten von Amerika

Die unvollständige Herausgewinnung des Öles aus dem Untergrunde bei dem gewöhnlichen Bohrlochbetrieb hat jetzt auch die Amerikaner veranlaßt, sich eingehender mit der rein bergmännischen Gewinnung des Öles zu befassen. Während man beim Bohrlochbetrieb im Durchschnitt nur etwa 10 bis 20 vH des Gesamtölvorrates gewinnt, gestattet der Bergbau auf Öl eine bedeutend größere Ausbeute. Eine vollständige Gewinnung des Öles aus der Lagerstätte läßt sich durch die bergmännische Gewinnung der ölführenden Sande und Gesteine in der Weise erreichen, daß man zunächst das kapillar nicht gebundene Öl frei ausfließen läßt und anschließend über Tage aus dem bergmännisch hereingewonnenen ölführenden Gestein die restlichen Ölmengen durch Hitze (Destillation), durch Waschverfahren oder durch ein Lösungsmittel gewinnt[1]).

Diese vollständige Gewinnung ist bei den herrschenden Ölpreisen in Amerika im Augenblick nicht wirtschaftlich; dagegen dürfte das bergmännische Aufschließen des Ölhorizontes ohne Herausfördern der anstehenden Ölsande aus der Grube, also das Heraussickernlassen des freien, nicht festgehaltenen Öls in die Strecken und das Fördern dieses herausgesickerten Öls nach Übertage in vielen Fällen wirtschaftlich sein. Dieses Verfahren ist [in] Europa erstmalig im Ölgebiet von Pechelbronn zur Anw[en]dung gelangt und auch im deutschen Schrifttum bereits e[in]gehend erörtert[2]).

In den Vereinigten Staaten von Amerika sind in [den] letzten Jahren verschiedene Verfahren zur bergmännisch[en] Gewinnung von Öl ausgebildet und z. T. zum Patent [an]gemeldet worden. Von diesen will das *Ehrat*-Verfahre[n] ein Streckensystem über oder unter dem eigentlichen [Öl]sand auffahren und den Ölsand in kurzen Abständen du[rch] Bohrlöcher anbohren, die verrohrt werden, so daß der [Öl]sand vollständig von den Strecken abgeschlossen ist u[nd] das Öl durch weitgehende Ausnutzung des natürlich[en] Überdruckes in der Lagerstätte hereingewonnen wer[den] kann. Nach dem Aufhören des Ölzuflusses können an[dere] Mittel wie Unterdruck, Druckluft oder Überfluten [an]gewendet und die Ölförderung damit besser als von [der] Erdoberfläche geregelt werden.

Während das *Ehrat*-Verfahren bis jetzt noch nicht [er]probt ist, um endgültig darüber urteilen zu können, ob [es] die Aufgabe der bergmännischen Ölgewinnung löst, ist [das] *Ranney*-Verfahren in der Nähe von Jacksboro in Texas [im] Großversuch im Betriebe. Dieses Verfahren[4]) ähnelt [in] mancher Beziehung dem Verfahren von *Ehrat*. Man g[eht] hier so vor, daß ein Schacht bis unter den Ölsand getrieb[en] wird und das Öl durch den Betonausbau des Schachtes vo[ll]kommen von diesem abgeschlossen ist. Nachdem der Scha[cht] 3 bis 5 m unter dem Ölhorizont abgeteuft ist, werden 2 [m] hohe Strecken aufgefahren, denen jeweils eine Fläche v[on] 160 000 m² zugewiesen wird. Kleine Bohrlöcher werden [in] Abständen von 3 m nach oben zum Ölsand getrieben u[nd] mit 50 mm-Rohren verrohrt. Durch eine hohlraumart[ige] Erweiterung am Ende jedes Bohrloches wird im Ölsa[nd] künstlich eine größere Oberfläche geschaffen, die ein[en] größeren Ölzufluß zum Bohrloch ermöglicht, Abb. 7. Hi[er]durch erreicht man ebenfalls, daß der Ölsand unter d[em] Druck des Öles bleibt. Öl und u. U. Wasser werden in ein[em] Hauptölrohr einem Abscheider zugeleitet, der Wasser, [Öl] und Gas trennt. Mit dem Vorrücken der Strecken werd[en] immer neue Bohrlöcher gestoßen, jedoch wahrt man ein[en] Abstand von rd. 30 m vom letzten Bohrloch bis zum jew[ei]ligen Streckenende. Zapft man am Boden des Ölsand[es] eine größere Menge Wasser mit einem Bohrrohr an, so w[ird] dieses etwas weiter in den Ölsand über dem Wasserhoriz[ont] geschoben.

Bei großem Wasserdruck fährt man das Streckensyst[em] oberhalb des Ölsandes auf. Es wird hierbei das Öl du[rch] das nachdrückende Wasser in die Bohrlöcher gepreßt u[nd] hierdurch praktisch kein Salzwasser mit gefördert. Na[ch] Aufhören des natürlichen Druckes in dem ölführenden Sa[nd] kann man mittels Druckluft oder -gas in besonderen v[on] der Tagesoberfläche gestoßenen Bohrlöchern eine weite[re] Ölgewinnung herbeiführen.

Als Vorteil des Verfahrens wird angegeben, daß m[an] nur eine Pumpe für eine fast unbegrenzte Anzahl v[on] Bohrlöchern zur Förderung des Öles nach Übertage brauc[ht] und daß der Wirkungsgrad dieser Pumpe bedeutend höh[er] ist als der von Bohrlochpumpen. Daraus ergeben sich g[e]ringere Kosten, die ungefähr nur ein Viertel der Kost[en] für das Pumpen von Öl aus Bohrlöchern ausmachen. M[an] hat geschätzt, daß aus bereits verlassenen Ölfeldern no[ch] die doppelte bis vierfache Menge an Öl, die bereits herau[s]gefördert worden ist, sich noch nachträglich nach diese[m] Verfahren gewinnen läßt bei Gesamtanlage- und Förde[r]kosten von 3,75 bis 8,80 ℛℳ/t.

In den ersten Jahren waren die Kosten des Ölber[g]baus in Pechelbronn um ungefähr 30 vH höher als die d[er] Ölgewinnung durch Bohrlöcher in demselben Feld. Etw[a] 17 vH Öl wurden aber auch bereits durch Bohrlochbetri[eb] aus dem Feld gewonnen, ehe der eigentliche Ölbergb[au] begann. Daher ist bei jungfräulichem Gebirge eine höhe[re] Wirtschaftlichkeit des Erdölbergbaus zu erwarten. Dies h[at] sich auch in Pechelbronn bei der Inangriffnahme neu[er] Lagerstättenteile gezeigt. Die größte Ersparnis liegt [in] den verringerten Pumpenkosten, da man statt der zal[l]reichen kleinen Pumpen in den einzelnen Bohrlöchern zu[m] Heben des Öles aus einem Ölschacht nur eine mit groß[em] Wirkungsgrade arbeitende, entsprechend größere Pum[pe] braucht. Dagegen sind die Anlagekosten für die bergba[u]liche Gewinnung von Öl verhältnismäßig hoch; es dau[ert] längere Zeit, ehe ein wirtschaftliches Arbeiten der Anla[ge] eintritt. [M 2638]

Berlin. *Fr. Prockat*

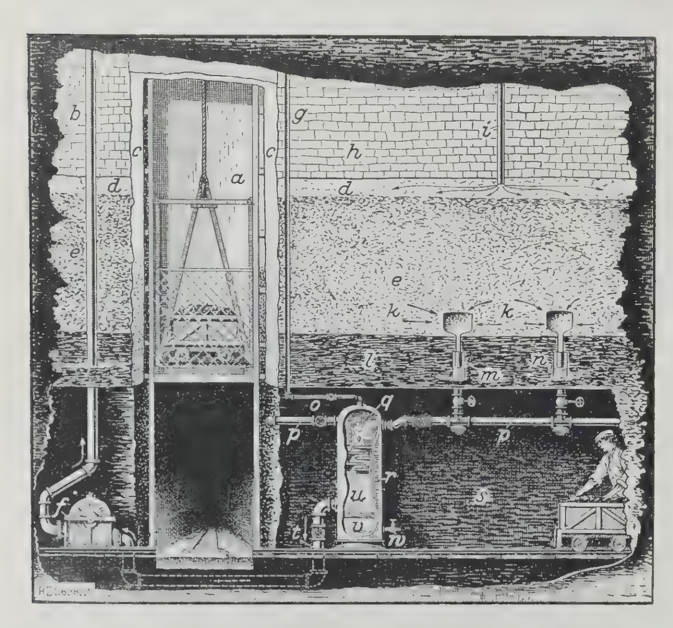


Abb. 7
Bergmännische Ölgewinnung bei Jacksboro, Texas.

a Schacht
b Ölleitung nach Übertage
c Schachtausbau
d Luft
e Öl-Sandstein
f Schleuderpumpe
g Gasleitung nach Übertage
h Kalk
i Druckluftleitung von Übertage
k Ölzufluß
l Schiefer
m Rohr mit 50 mm Dmr.
n Abschluß
o Gasaustritt
p Ölleitung
q Gas
r Ölscheider
s Abbaustrecke
t Ölauslaß
u Öl
v Wasser
w Wasserhahn

[1]) Z. Bd. 73 (1929) S. 175.

[2]) *Schneiders*, „Die Gewinnung von Erdöl". Berlin 1927, S. 132.

[3]) *E. Bloesch*, Oil mining, Bull. Amer. Association of Petrole[um] Geologists Bd. 10 (1926) Heft 4.

[4]) The Oil and Gas Journal vom 7. Oktober 1926.

Luftfahrt

Die nordamerikanische Luftfahrt im Jahre 1928

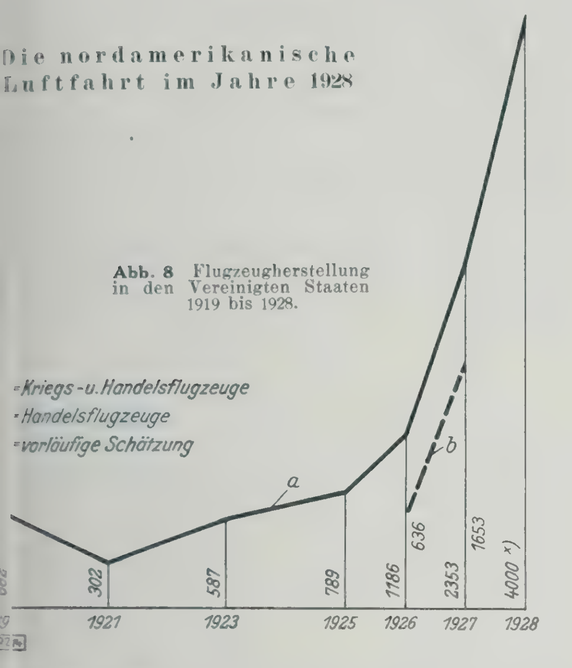


Abb. 8 Flugzeugherstellung in den Vereinigten Staaten 1919 bis 1928.

)as Jahr 1928 stand in den Vereinigten Staaten von
.ika im Zeichen einer raschen Entwicklung der Luft-
n vor allem auf wirtschaftlichem Gebiet. Die Ver-
iiten Staaten nehmen darin unter allen Ländern der
el eine einzigartige Stellung ein. Sie sind, abgesehen
nDeutschland, wo es eine militärische Luftfahrt über-
u nicht gibt, der einzige Staat, in dem wenigstens seit
zwei bis drei Jahren die Herstellung von Flugzeugen
'riedenszwecke diejenige für Kriegszwecke überflügelt
t[1] Die gesamte Herstellung von Flugzeugen zeigt von
1 bis 1927 eine Vermehrung
fdas 7,8fache, der Anteil der
aelsflugzeuge betrug dabei
ahre 1926 53,5 vH, im Jahre
2 über 70 vH, Abb. 8. Die
eierung in der Herstellung
nHandelsflugzeugen allein im
h 1927 gegenüber 1926 be-
160 vH. Im Jahre 1928 hat
h diese Entwicklung fort-
setzt. Genaue Angaben über
e fertiggestellten Flugzeuge
gı allerdings zur Zeit noch
vor. Die Zahl von 4000
ic, Abb. 8, ist nur eine vor-
ufige Schätzung.

)ie Tatsache eines weiteren
scen Anstiegs wird jedoch
ic durch die statistischen
stellungen über die Ausfuhr
ekanischer Flugzeuge nach
m Ausland bestätigt. In den
st acht Monaten des Jahres
28 wurden 118 Flugzeuge ver-
ut im Wert von rd. 1,3 Mill. $,
anzen Jahr 1927 nur 63, im
r von 850 000 $. Dieser Auf-
hung ist erreicht worden,
tem sich in einer Richtung
e Bedingungen, unter denen
merikanische Flugzeugindu-
ri (wenigstens bei der Erbau-
g kleinerer Flugzeuge) bis
hi arbeiten konnte, sehr er-
rten — nämlich in der Ver-
sorgung mit Motoren. Bis zum Jahre 1928 waren Curtiss OX—5- und Curtiss OXX—6-Motoren (90 und 110 PS) zu billigen Preisen verfügbar[2]). Diese Motoren sind während des Krieges von der Heeresverwaltung für Schulzwecke ausgewählt und in großen Mengen, im ganzen über 5000 Stück, hergestellt worden. Nach dem Ende des Krieges wurden sie zu ungefähr ein Viertel des Herstellungspreises an die Flugzeughersteller abgegeben und von diesen in großem Umfang benutzt. Ein erheblicher Teil der technischen Arbeit des amerikanischen Flugzeugbaues richtete sich seitdem darauf, die Leistungen von Flugzeugbauarten mit diesen Motoren zu verbessern. Im übrigen sah sich der amerikanische Flugzeugbau den gleichen Anforderungen gegenüber wie der europäische.

Steigerung der Leistungen und Wirtschaftlichkeit, der Sicherheit, Bequemlichkeit usw. stehen im Vordergrund, die Geschwindigkeiten mußten erheblich vergrößert werden; während noch vor wenigen Jahren Reisegeschwindigkeiten von ungefähr 160 km/h als genügend betrachtet wurden, werden heute 200 bis 210 km/h verlangt. Trotzdem bestand für die Erbauung sehr großer Flugzeuge — über die Größenordnung der dreimotorigen Fokkerflugzeuge hinaus — wenig Neigung, im Gegensatz zu Deutschland, wo gerade diese Bauarten (Junkers, Baumuster J 38, Dornier-Superwal, Rohrbach-Romar) in den letzten Jahren besonders gefördert wurden. Der Grund dafür ist vermutlich in Amerika die besondere Beachtung augenblicklich herrschender wirtschaftlicher Gesichtspunkte. Die Wirtschaftlichkeit des Luftverkehrs wird eben durch die Einführung der mehrmotorigen Großflugzeuge in Deutschland nicht verbessert.

Das amerikanische Luftverkehrsnetz hat sich auf andrem Wege als das europäische entwickelt. In Europa wurde zunächst ein ausgedehnter Fluggastverkehr durch staatliche Unterstützung teilweise unter Aufsaugung privater Gesellschaften durch gemischtwirtschaftliche Unternehmungen ins Leben gerufen, zuerst auf kleineren, dann auf größeren Strecken. Danach erst versuchte man — in diesem Abschnitt stehen wir heute — durch Heranziehung von Post- und Frachtgütern die Einnahmen zu erhöhen und durch Schaffung größerer ausgedehnter Linien (Europa – Indien, Europa – Ostasien, Europa – Südamerika) die Eigenwirtschaftlichkeit zu erreichen. In Amerika stand der Postdienst im Anfang. Er wurde zuerst auf der größten

[1]) Aviation Bd. 24 und 25 (1. und
Halbjahr 1928) und Bd. 26 (1. Halbjahr
19). eft 1.

[2]) Vergl. „Aeronautics" Mai-August 1928, S. 57.

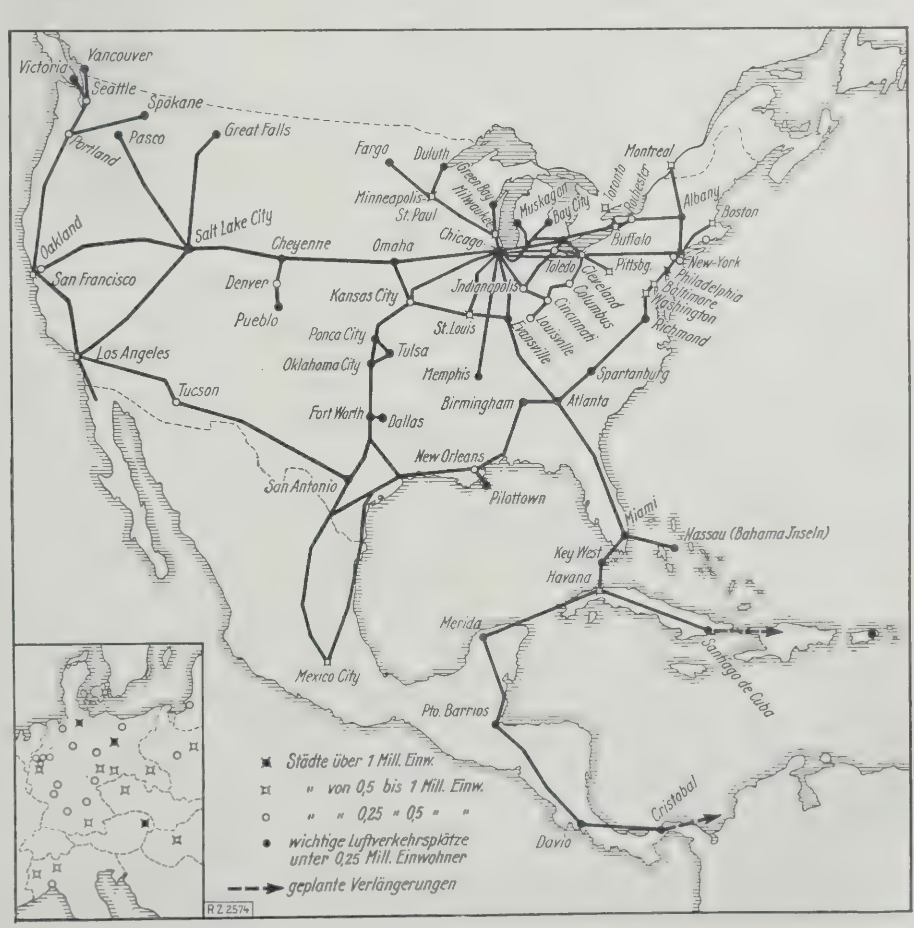


Abb. 9 Luftliniennetz Nordamerikas Anfang 1929. Nebenkarte im Maßstab der Hauptkarte zum Vergleich.

möglichen Linie vom Atlantischen zum Pazifischen Ozean vom Staate eingerichtet und dann in private Hände übergeführt. Für eine Reihe weiterer Strecken wurden Verträge über Postbeförderung mit einer größeren Zahl von andern Fluggesellschaften abgeschlossen. Der Fluggastverkehr wurde staatlich nicht unterstützt. Diese Art der Durchführung des Luftverkehrs erwies sich unter den vorliegenden Verhältnissen als günstig, das Jahr 1928 hat neben dem weiteren Ausbau des Postdienstes eine zunehmende Umstellung der Luftverkehrsgesellschaften auf Fluggastbeförderung gebracht. Wie stark für beide Verkehrszweige die von zahlreichen Gesellschaften gezeigte Initiative ist, zeigt Zahlentafel 1 über die Eröffnungen von Luftlinien (oder Erweiterungen oder Umstellungen bestehender Linien auf Fluggastbeförderung), die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann.

Zahlentafel 1

Eröffnung von Linien 1928 und 1929

Februar 1928: Täglicher Fluggastdienst Chicago – Kansas City.
März: Fluggastdienst San Francisco – Seattle.
April: Spokane – Portland.
Mai: New York – Atlanta.
Juni: Mexico – New-Orleans, Albany – Buffalo, Los Angeles – San Antonio, Oklahoma City – Tulsa, Dallas – San Antonio, Havana – Santiago de Cuba.
Juli: Erweiterung von New York – Chicago nach Lincoln, Fargo – Minneapolis, Vancouver – Seattle.
August: Fluggastdienst St. Louis – Chicago, Great Falls – Salt Lake City, Louisville – Cleveland, Los Angeles – Salt Lake City.
September: Omaha – Kansas City, Miami – Havana (Erweiterung Key West – Havana).
Oktober: San Antonio – Mexico City, New York – Montreal, Tulsa – Kansas City, Miami – Nassau (Bahama Inseln), Detroit – Toledo – Indianapolis.
November: Täglicher Dienst Detroit – Chicago, Indianapolis – Louisville, Chicago – Evansville, Wichita – Tulsa, St. Louis – Kansas City.
Dezember: Milwaukee – Green Bay.
Januar 1929: Key West—Panama-Kanal, Miami—San Juan.

Nicht immer handelt es sich dabei um geglückte Versuche. Veränderungen jeder Art sind an der Tagesordnung. Trotzdem ist die große Erweiterung des Verkehrsdienstes und seine außerordentliche Ausdehnung im Vergleich zu europäischen Verhältnissen offensichtlich, Abb. 9[3]).

Besonders wichtig ist das Übergreifen über die Grenzen der Vereinigten Staaten hinaus. Nach Vancouver, Montreal, nach Mexico City, nach Kuba ist die Verbindung [her]gestellt. Die Erweiterung nach Mittelamerika, der Ka[nal]zone mit Einbeziehung der Mittelamerikanischen Republi[ken] sollte am 1. Januar 1929 eröffnet werden. Noch viel we[iter] gehende Pläne werden jedoch erwogen. Von maßgebe[nder] Seite (dem Postministerium) ist bekanntgemacht wo[rden], daß Pläne für die Herstellung einer durchgehenden Ve[rbin]dung von Montreal bis Buenos Aires und Santiago de C[hile] geprüft werden; nach der bisher gezeigten Tatkraft is[t zu] erwarten, daß aus diesen Plänen, an deren technischer M[ög]lichkeit und wirtschaftlicher Berechtigung kaum zu z[wei]feln ist, sehr bald Wirklichkeit wird.

Es ist dabei den amerikanischen Luftlinien zum grö[ßten] Teil möglich gewesen, verhältnismäßig günstige fi[nan]zielle Ergebnisse zu erzielen. Die von ihnen verlan[gten] Tarife liegen niedriger als die vor kurzem noch mitgete[ilten] Selbstkosten europäischer Luftverkehrsgesellschaften. [Eine] Übersicht gibt Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2. Tarife

Strecke	Länge km	Flugpreis RM	Preis fü[r] Flugg[ast] ₰/k[m]
Boston – New Brunswick	350	105	30
Boston – Hartford Hadley Field	152	63	41,
New York – Chicago	1240	420	34
Chicago – Detroit	380	126	33
St. Louis – Chicago	445	126	28,
Chicago – Kansas City	725	231 bis 263	31,7 b[is]
Chicago – St. Joseph	650	238	36,
Chicago – Moline	240	109	45,
Kansas City – St. Louis	390	126	32,
Fargo – Minneapolis	355	105	29,
Portland – Seattle	245	504	20,
Portland – San Francisco	880	190	21,
Portland – Los Angeles	1480	252	17
Los Angeles – Tucson	810	168	20,
Havana – Key West	166	210	12,
Miami – Havana	360	315	88

Die angegebenen Preise gelten dabei für einfachen F[lug]. Für Hin- und Rückflug läßt ein Teil der Gesellscha[ften] noch weitere Ermäßigungen von etwa 10 bis 20 vH eintre[ten].

Alles in allem haben sich also im Lauf der let[zten] beiden Jahre die Vereinigten Staaten auch im Luftverk[ehr] hinsichtlich Ausdehnung ihres Flugnetzes wie Wirtsch[aft]lichkeit ihres Luftverkehrs und ihres Flugzeugbaues [an] die Spitze aller Staaten der Welt gestellt, und ihr V[or]sprung darin wird wohl bald nicht kleiner sein wie [ihr] Vorrang in der Weltwirtschaft überhaupt. [M 257[4]]

Berlin-Karlshorst *Karl H. Rüh[…]*

[3]) Vergl. auch „Flight“ Bd. 20 (1928) S. 1017.

Kleine Mitteilungen

Explosion einer Kesseltrommel

Bei der Untersuchung der 3,4 m langen hinteren Untertrommel eines am 2. April 1927 explodierten Stirling-Kessels, die an der hinteren Längsnaht in der ganzen Länge aufgerissen war, wurde festgestellt, daß die obere Hälfte der Trommel, in die die Wasserrohre eingewalzt waren, aus 14,3 mm dickem, die untere Hälfte aus 11,1 mm dickem Blech bestand. Die Längsnähte waren zweireihig überlappt genietet, der Nietdurchmesser betrug 20,6 mm, der Nietabstand 70 mm, der Abstand der beiden Reihen 38,1 mm. Der Kessel war bereits 21 Jahre in Gebrauch und für 11,6 at Betriebsdruck zugelassen. Die letzte innere Untersuchung hatte etwa drei Monate vor der Explosion stattgefunden. Von den Nietlöchern gingen zahlreiche Risse aus, auch hatten sich die Nietlöcher in der Längsrichtung der Trommel geweitet.

Anzeichen dafür, daß der Kessel zu hohem Druck oder Wassermangel ausgesetzt gewesen wäre, waren nicht vorhanden, auch die Beschaffenheit des Werkstoffs war ohne Fehler. Man nimmt daher an, daß sich die Risse schon vor längerer Zeit gebildet haben, zumal 12 Tage vor dem Unfall die Naht, die nachher aufriß, wegen Undichtheit verstemmt wurde. Hätte man den Kessel, wie es auf Schiffen üblich ist, in regelmäßigen Zeiträumen mit Wasser abgedrückt, so wäre der Schaden vermutlich bemerkt worden. („Engineering“ 5. April 1929 S. 424.) *Le.*

Messung der Einspritzdrücke bei Dieselmotoren

P. H. Schweitzer berichtete in einer Sitzung der American Society of Mechanical Engineers zu New York über das im Maschinenlaboratorium des Pennsylvania State College erprobte Verfahren zum Messen des Dr[uck]verlaufs in dem von einer schnellaufenden Pumpe [in] einer Spritzdüse erzeugten Brennstoffstrahl. In der Br[enn]stoffleitung werden sechs Membranen angeordnet, die [auf] verschiedene Drücke, z. B. 14, 28, 52,5, 84, 140 und 210 [at] abgestimmt sind. Sobald ihr Druck erreicht ist, schl[ießt] die betreffende Membran einen elektrischen Kontakt, [und] so lange der Druck in der Brennstoffleitung diese H[öhe] überschreitet, springt an der Nadel des Schreibger[äts] eine Funkenreihe über, durch die mehrere Löcher [im] Papier erzeugt werden. Aus den so entstehenden Lin[ien], deren Länge die Zeit angibt, während welcher der Dr[uck] die betreffende Höhe mindestens erreicht hatte, kann [man] 12 Punkte der Drucklinie ableiten, 6 für den ansteigen[den] und 6 für den absteigenden Ast.

Mittels dieser Einrichtung lassen sich Druckän[de]rungen von sehr großer Höhe aufnehmen, die in weni[ger] als 0,01 s auftreten. Die Genauigkeit ist sehr groß, da [die] Membranen nur ganz kleine Hübe machen, der Ein[fluß] ihrer Masse daher unwesentlich ist. (Transactions of [the] American Society of Mechanical Engineers, Aeronaut[ics] Bd. 50 (1929) Nr. 26 S. 48/49*)

[N 2913b] *F[…]*

Dieselmotoren-Anlage für ein Warenhaus

Das Warenhaus Grands Magazins du Louvre in [Pa]ris deckt seinen Strombedarf, der in den Wintermona[ten] bis auf 1300 kW steigt, in der Regel aus dem Netz [der] Compagnie parisienne de Distribution de l'Electricité, [dem] der Strom mit 12 000 V entnommen und sodann in z[wei] Transformatorensätzen auf 220 V herabgesetzt wird. Um

eb des Warenhauses auch bei Störungen im Netz voll chterhalten zu können, hat die Gesellschaft neuer- im Untergeschoß des Warenhauses drei Maschinen- en von je 610 kVA bei 240 V aufgestellt, die von ressorlosen Dieselmotoren angetrieben werden. Diese der Société générale de Constructions mécaniques, La neuve, nach der Bauart MAN hergestellten Motoren bei 425 mm Zyl.-Dmr., 600 mm Hub und 215 U/min 50 PS Nutzleistung berechnet und nach der neueren rt mit durchgehenden Ankerschrauben für Zylinder Hauptlager ausgeführt. Sie werden mittels Druck- ngelassen und elektrisch von der Schalttafel aus ge- r. Die Luft wird durch einen von außen her ge- en Kanal unter der Maschinenraumsohle oder ttelbar aus dem Maschinenraum abgesogen, die Aus- Gase werden ebenfalls unterirdisch aus dem Maschi- um abgeleitet. („Le Génie Civil“ 13. April 1929 19/54*) [N 2913c] *H.*

sserkraft in den Vereinigten Staaten

m 1. Januar 1929 betrug die Gesamtleistung der serkraftanlagen in den Vereinigten Staaten (nur An- von 100 PS oder mehr) laut einem Bericht der . Geological Survey 13 571 530 PS, gleichbedeutend Zunahme von 1 275 530 PS oder 10,4 vH während des s 1928. Demgegenüber wies das Jahr 1927 eine Zu- e von nur 575 000 PS auf, also um weniger als die wie 1928. Dieser Bericht zeigt den gewaltigen Fort- t, den die Ausnutzung der Wasserkraft trotz des hef- e Wettbewerbes der Dampfkraftwerke und der Kraft- mit Verbrennungsmotoren genommen hat. („Elec- c. World“ 23. März 1929 S. 588) N 2913 d] *Bl.*

räsmaschine i veränderlichem ydraulischen Vorschub

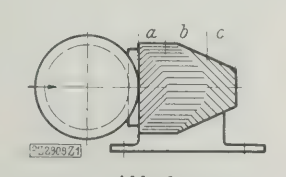


Abb. 1
a Vorschub abnehmend
b gleichmäßiger Vorschub
c Vorschub zunehmend

ie Cincinnati Milling ne Co. baut eine Fräs- ine mit hydraulischem chub, der sich von an- n Einrichtungen ähn- Art dadurch unter- let, daß der Kolben, en Tisch bewegt, auf beiden Seiten dauernd unter steht. Der Vorschub hängt von der Ölmenge ab, an auf einer Seite mittels einer einstellbaren Pumpe t. An der Maschine kann man noch eine Einrichtung ngen, die bei veränderlicher Schnittbreite oder Schnitt- elen Vorschub selbsttätig so einstellt, daß die Maschine voll ausgenutzt ist. Abb. 2 zeigt die Schaulinie bei tätig gesteuertem Durchfräsen eines Formstückes nach b.. Der Zeitgewinn gegenüber einer Maschine mit gleich- em, nach der größten Beanspruchung eingestelltem hub beträgt 37 s. Infolge der Zeitersparnis erhöht ler Ausstoß einer Maschine teilweise bis um 90 vH. erican Maschinist“ London, 1. April 1929 S. 347) 2913e] *Schr.*

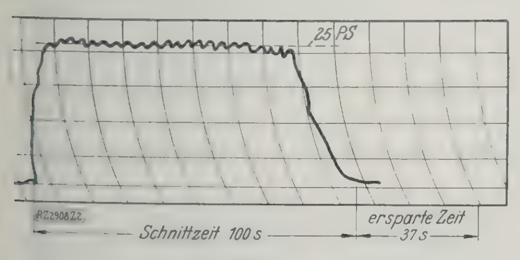


Abb. 2

Bestimmung der Dauerfestigkeit von Metallen durch Messung des elektrischen Widerstandes

Über ein zeitersparendes Verfahren zur Bestimmung der Dauerfestigkeit berichtet Dr. *Kataro Honda* von der Tohaku Universität, Senday, Japan.

Er verwendet hierzu eine Dauerbiegemaschine, die der Schenkschen Maschine ähnlich ist. Der umlaufende Probestab wird einer steigerbaren Biegungsbeanspruchung unterworfen und hierbei der elektrische Widerstand zwischen zwei an den Probestab angedrehten Schleifringen gemessen. Es zeigte sich, daß bei Belastung, die bis zu einem bestimmten Punkt gesteigert wurde, der elektrische Widerstand sich nicht ändert. Dann beginnt er zuzunehmen, erst langsam und allmählich schneller. Diese Erscheinung wird folgendermaßen erklärt:

Hat die Beanspruchung die Dauerfestigkeitsgrenze überschritten, so tritt ein Gleiten auf den Korngrenzen ein, jedenfalls eine nicht umkehrbare Veränderung im Werkstoff. Die hierbei auftretende innere Reibung bewirkt eine Erwärmung und infolgedessen eine meßbare Erhöhung des elektrischen Widerstandes. Den Punkt, bei dem der elektrische Widerstand zu wachsen anfängt, bezeichnet *Honda* als endurance limit (Dauerfestigkeit). Diese Grenze lag bei den Versuchen, die an schwedischem Stahl durchgeführt wurden, weit unterhalb der statischen Proportionalitätsgrenze. *Honda* fand ferner geradlinige Beziehungen zwischen der nach diesem Verfahren gefundenen Dauerfestigkeit und der Härte nach *Shore* und *Brinell*. („Automotive Industries“ 23. März 1929 S. 476*). [N 2913 f] *Pahl*

Die Eisenbahnen der Erde

Die Länge der Eisenbahnen der Erde beträgt nach der neuesten Zusammenstellung von 1926 1 233 530 km gegen 1 229 923 km im Jahre 1925. Diese Länge verteilt sich auf die einzelnen Erdteile: Europa 385 406 km, Amerika 600 234 km, Asien 137 772 km, Afrika 60 861 km und Australien 49 257 km. In Europa steht Deutschland mit 58 333 km an erster Stelle, es folgen Rußland mit 57 516 km, Frankreich mit 53 561 km und Großbritannien und Irland mit 39 262 km. (Archiv für Eisenbahnwesen 1929 Heft 1 S. 1.) [N 2913 g] *Ro.*

Die in den Vereinigten Staaten von Amerika 1928 gebauten Flugzeuge und Motoren

Im Jahre 1928 wurden in den Vereinigten Staaten von Amerika 3885 Sport- und Handelsflugzeuge und 1094 Kriegsflugzeuge gebaut[1]). Ferner wurden 2526 Motoren für Sport- und Handelsflugzeuge (darunter 100 überholte) und 2050 Motoren für Kriegsflugzeuge (darunter 600 überholte) fertiggestellt. Von den Motoren für Sport- und Handelsflugzeuge leisten: 157 weniger als 50 PS, 1023 50 bis 150 PS, 868 150 bis 250 PS und 478 über 250 PS.

Die Sport- und Handelsflugzeuge gliedern sich in 2704 Doppeldecker, darunter 2651 einmotorige offene Flugzeuge, 47 einmotorige Kabinenflugzeuge, 1 zweimotoriges und 5 dreimotorige Flugzeuge; 1143 Eindecker, darunter 105 einmotorige offene Flugzeuge, 967 einmotorige Kabinenflugzeuge, 3 zweimotorige und 68 dreimotorige Flugzeuge und ferner 38 Wasserflugzeuge, darunter 30 Amphibien-Flugzeuge und 8 Flugboote. Von den 183 eingetragenen flugzeugbauenden Firmen haben im Jahre 1928 109 Firmen Flugzeuge gebaut; 11 hiervon haben 76 vH der Gesamterzeugung hergestellt. Nur 9 Firmen haben sich 1928 mit der Herstellung von Kriegsflugzeugen beschäftigt, von denen zwei 48 vH der Gesamtmenge der Kriegsflugzeuge fertiggestellt haben. Die sport- und handelsflugzeugbauenden Firmen verteilen sich auf 25 Staaten; in zwei Staaten (Kansas und Ohio) wurden 42 vH hergestellt. In fünf Staaten wurden Kriegsflugzeuge gebaut; in einem Staate (New York) stellte man 63 vH der Kriegsflugzeuge her. („Aviation“ 9. März 1929, S. 718*) [N 2913 h] *Gw.*

[1]) Vergl. dieses Heft S. 593.

BÜCHERSCHAU

werbliche Abwässer. Ihre Reinigung, Beseitigung und bare Verwertung. Bearb. von *Bruno Böhm.* Berlin 19, Otto Elsner. 320 S. m. 80 Abb. Preis 17,50 *RM.*

uf Grund eigener langjähriger Erfahrungen und der Mitwirkung von andern Fachleuten und führenden rm hat Verfasser unter Beigabe guter schematischer ildlicher Darstellungen eingehend die Reinigung von wässern im allgemeinen und im besonderen die in den letzten Jahrzehnten sehr verbesserte Reinigung von industriellen Abwässern eingehend behandelt. Das Werk ist nicht streng wissenschaftlich, sondern aus der Praxis heraus entstanden und als Nachschlagewerk für den Praktiker bestimmt.

Erörtert werden Umfang und volkswirtschaftliche Bedeutung der Abwasserindustrien im Vergleich mit der Binnenfischerei, die bei Einleitung von industriellen Ab-

wässern in Kanalisationsanlagen zu beachtenden Vorsichtsmaßnahmen, die Selbstreinigung der Gewässer, die in Wasserläufen durch Einleitung nicht genügend gereinigter Abwässer eintretenden Mißstände. An der Hand praktischer Beispiele wird nachgewiesen, daß die Reinigung industrieller Abwässer wirtschaftlich sehr wohl vertreten werden kann, weil in ihnen vielfach Werte enthalten sind, durch deren Rückgewinnung außer Deckung der Kosten des Reinigungsverfahrens noch Überschüsse erzielt werden.

Sodann erläutert der Verfasser die für die einzelnen Industriezweige in Frage kommenden technisch möglichen und wirtschaftlich erträglichen Verfahren zur Reinigung und Beseitigung ihrer Abwässer. Im Anhang sind die gesetzlichen Bestimmungen, auf Grund deren sich die Benutzung der Gewässer zur Einleitung von Abwässern regelt, behandelt.

Aus dieser kurzen Inhaltsangabe erkennt man die Reichhaltigkeit des Werkes, das im übrigen klar und übersichtlich angelegt und daher für Unternehmer, Betriebsleiter, Verwaltungsbeamte u. a. m. ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk ist. [E 2681] *H. Wenten*

Technologie der Textilfasern. Herausgeg. von *R. O. Herzog.* 4. Bd. 3. T.: **Chemische Technologie der Baumwolle.** Von *R. Haller.* — **Mechanische Hilfsmittel zur Veredlung der Baumwolltextilien.** Von *H. Glafey.* Berlin 1928, Julius Springer. 711 S. m. 266 Abb. Preis 67,50 *RM.*

Der Inhalt des vorliegenden Bandes ist dadurch gekennzeichnet, daß unter der chemischen Technologie der Baumwolle alle im Großbetriebe mit der Baumwollfaser, dem Rohgespinst und dem Rohgewebe vorgenommenen chemischen Verfahren verstanden sind, die den Zweck verfolgen, den Rohstoff zu veredeln. Dabei dient die Baumwolle meist lediglich als Substrat, um darauf chemische, dem Zweck der Veredelung dienende Reaktionen hervorzurufen. Eingeteilt ist der Stoff entsprechend den Bedürfnissen der Praxis in die Abschnitte: Rohbaumwolle, Einwirkung physikalischer und chemischer Einflüsse auf die Baumwolle, Bleiche der Baumwolle, Merzerisation und verwandte Veredelungsverfahren, Färberei der Baumwolle, Bedrucken baumwollener Gewebe, Druck auf Kunstseide usw. Vorwiegend werden die neuen Verfahren berücksichtigt und die älteren nur soweit erwähnt, als man sie noch verwendet oder sie entwicklungsgeschichtlich von Wert sind. Sehr wertvoll sind die zahlreichen Hinweise auf das Schrifttum und die Berücksichtigung der Rundschreiben und Veröffentlichungen der Farbenfabriken.

Der zweite Teil behandelt die mechanischen Hilfsmittel zur Veredelung der Baumwoll-Textilien. Der Inhalt ist gegeben durch die verschiedenen Arbeitsgänge und Arbeitsverfahren. Zahlreiche Abbildungen zeigen die einzelnen Bauarten der Vorrichtungen und Maschinen, so daß der Fachmann sich schnell und sicher über die einzelnen ihm zu Gebote stehenden neuzeitlichen Einrichtungen unterrichten kann.

Vielleicht hätte aber der Verfasser mehr Kritik walten lassen dürfen oder wenigstens auf die Mängel einzelner Maschinen hinweisen und so zur Verbesserung anregen sollen. [E 2609] *Schr.*

Vorträge über Hebezeuge. Von *Ludwig Klein.* 4. Aufl. Hannover 1929, Helwingsche Verlagsbuchhandlung. 239 S. m. 151 Abb. Preis 13,75 *RM.*

Die neue Auflage dieses Buches, in dem der bekannte Hochschullehrer seine reichen Erfahrungen der Allgemeinheit zugänglich macht, ist entsprechend dem gegenwärtigen Stand der Fördertechnik erheblich umgearbeitet. So u. a. auch die Wippkrane, wenn auch vielleicht etwas neu behandelt worden. Die Drahtseilberechnung ist au Versuchen von *Benoit* und *Woernle* sowie den von aufgestellten Kurven aufgebaut. Hierbei wird mit auf den entscheidenden Einfluß der Anzahl der Biegu wechsel hingewiesen, wie es die neusten Versuche *Woernle* soeben bestätigt haben[1]). Neu sind u. a. auch Berechnung des Königzapfens sowie die der Nabens reibung zylindrischer Drehscheiben-Laufräder bei kranen. Das Studium des Buches kann insbesondere Studierenden, aber auch den in der Praxis stehenden, dem Entwurf von Hebezeugen betrauten Ingenieuren empfohlen werden. [E 2823]

[1]) Vergl. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 13 S. 417.

Feuerschutz in Häusern und Betrieben. Von *Leopold* Berlin 1928. Rich. Carl Schmidt & Co. 170 S. m. 109 Preis 7,50 *RM.*

Das Buch soll den Inhabern und Betriebsleitern Fabriken, von Heil- und Erziehungsanstalten, von W häusern sowie den Verwaltern von Lager- und Gesch häusern zeigen, welche Waffen zum Kampf gegen das ihnen die heutige Technik zur Verfügung stellt. Die sichtliche Anordnung des Textes, dessen Verständnis zahlreiche gute Abbildungen unterstützt wird, macht Buch für diesen Zweck besonders geeignet. Während erste Teil eine allgemeine Anleitung für die Einrich eines privaten Feuerschutzes gibt, werden in den Teil bis 6 die hauptsächlichsten Feuerlöschgeräte und -an beschrieben. [E 2753]

Die Preisberechnung der Bauarbeiten. 1. T.: Grab-, Be Maurer-, Eisenbeton-, Dachdecker-, Kanalisations- Pflaster-Arbeiten. Von *Chr. Märkle.* 4. Aufl. Stut 1929, Selbstverlag, Wildparkstr. 51. 185 S. m. 15 Preis 6 *RM.*

Sammlung Göschen, 486. Bd.: **Die Kalkulation im Maschi bau.** Von *Hugo Bethmann.* 2. Aufl. Berlin und Le 1929, Walter de Gruyter & Co. 127 S. m. 61 Abb. 1,50 *RM.*

Berichtigungen

Neuere Ergebnisse auf dem Gebiete der Kreiselpumpe forschung

In dem Aufsatz von W. Schulz in Z. Bd. 73 (1 Nr. 14 muß auf S. 455 l. Sp. unten Gl. (3) richtig lau

$$H_{th_i} = \textbf{Konst} - \text{konst}\,(V + V_{sp}) \;.\;.\;.\;.$$

Entsprechend muß es in dem darauf folgenden Satz hei Darin wird bei gleichbleibender Drehzahl Konst allein der Verdrängungsströmung vorgeschrieben, ist also . [N 2933

Sternradgetriebe

In dem Aufsatz von A. Bock in Z. Bd. 73 (1 Nr. 12 lautet auf S. 397 r. Sp. oben die zweite Gleic richtig:

$$\varphi' = \frac{180^\circ\,(n+2)}{n}.$$

Auf S. 401 l. Sp. 12. Zeile ist zu setzen: $\frac{41}{55} = 0{,}745$ [N 2933

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

.73 SONNABEND, 4. MAI 1929 Nr. 18

Deutsche Verkehrsflugzeuge

Von Dipl.-Ing. ERICH GOSSOW, Berlin

ie Jahre 1928 und 1929 sind Jubiläumsjahre in der eschichte der Luftfahrt. — Entwicklung des deutschen Luft-rkehrs in den Jahren 1927 und 1928. — Neben der Wirt-haftlichkeit sind die Verkehrssicherheit und die hierzu not-endigen Maßnahmen von besonderer Bedeutung. — Ver-hrsflugzeuge der Firmen Arado-Handelsgesellschaft m.b.H., okke-Wulf Flugzeugbau A.-G., Bayerische Flugzeugwerke .-G., Dornier-Metallbauten G. m. b. H. und Rohrbach Metall-Flugzeugbau G. m. b. H. werden beschrieben.

i beiden Jahre 1928 und 1929 sind in der Geschichte er Luftfahrt, insbesondere der des Luftverkehrs, i.umsjahre. Am 17. Dezember 1928 waren 25 Jahre gngen, seitdem zum ersten Male von den Gebrüdern *lbr* und *Orville Wright* mit einem motorgetriebenen geug ein Flug ausgeführt wurde, und vor zehn rn, am 5. Februar 1919, hat die Deutsche Luftreederei er Strecke Berlin–Weimar den Luftverkehr mit Ver-r'lugzeugen aufgenommen.

Entwicklung des deutschen Luftverkehrs 1927 und 1928

ie Entwicklung des deutschen Luftverkehrs bis zum r 1926 ist in dieser Zeitschrift vor zwei Jahren be-dit worden[1]). In den Jahren 1927 und 1928 wurde treckennetz erweitert. Während der Sommermonate eflogen die Flugzeuge der Deutschen Luft-Hansa, G teilweise in Betriebsgemeinschaft mit ausländi-e Luftverkehrsgesellschaften etwa 100 in- und aus-liche Linien. Die tägliche Flugleistung betrug rd. 0 km.

ahlentafel 1 gibt eine Übersicht über die Entwick-g les Luftverkehrs in den Jahren 1919 bis 1928. In a satorischer Hinsicht ist bemerkenswert, daß Ex-

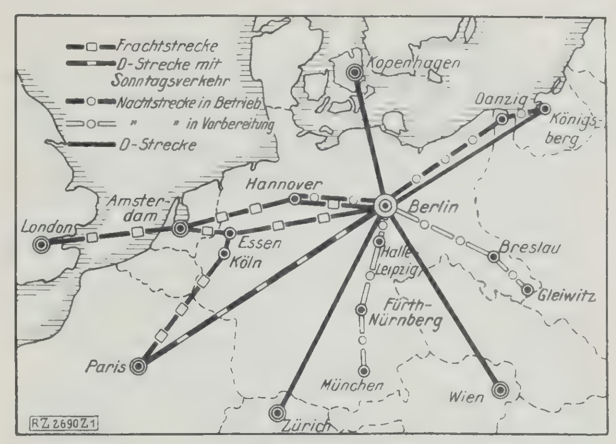


Abb. 1
Deutsche Expreß-, Fracht- und Nachtstrecken

preß- (D-)Strecken geschaffen wurden, um eine schnellere Verbindung zwischen den wichtigsten Industrie- und Wirtschaftsmittelpunkten zu ermöglichen. Ferner wurden reine Frachtstrecken eingerichtet. Ein Abkommen zwischen der Deutschen Luft-Hansa und der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über den Flug-Eisenbahn-Verkehr (Flugverkehr) erleichterte die Ausnutzungsmöglichkeit des Luftverkehrs für Personen und Fracht für die deutsche Wirtschaft ganz bedeutend. Unbedingt notwendig ist es aber, den Nachtluftverkehr weiter auszubauen. Neben der Strecke Berlin–Danzig besteht die Strecke Berlin–Hannover. Mit Nachtbefeuerung sollen noch, sobald die hierfür notwendigen Mittel vorhanden sind, die Strecken Berlin–Breslau-Gleiwitz und Berlin–Halle–Leipzig–München ausgerüstet werden. Abb. 1.

Geplant sind Luftverkehrstrecken nach dem fernen Osten (10 000 km) und Amerika 6000 bis 12 000 km. Besonders sorgfältige Untersuchungen und eingehende Erfahrungen mit den hierfür erforderlichen Flugzeugen sind notwendig, um auf diesen großen Entfernungen regelmäßigen Luftverkehr zu betreiben. Die Vorbereitungen sind bereits im Gange. Die Erfahrungen bei dem Ostasienflug der Deutschen Luft-Hansa (24. Juli bis 26. September 1926), ihren beiden Sibirienflügen (27. August bis 2. September 1928 und 8. bis 24. September 1928) und dem erfolgreichen Ozeanflug von *Köhl, Fitzmaurice* und *v. Hünefeld*[2]) in der Ost-West-Richtung, sowie den in der West-Ost-Richtung mehrfach durchgeführten Ozeanflügen, bieten wertvolle Unterlagen für diese Pläne.

Zahlentafel 1
wicklung des deutschen Luftverkehrs in den Jahren 1919 bis 1928.

Jresflug-trecke ill. km	Höchste Tages-strecke km	Befördert wurden Personen	Güter t	Post t	Zeitungen t
0,58	—	2 042	—	-	—
0,48	3 060	3 975	5,7	6,4	
1,654	6 780	6 820			
1,204	9 860	7 733	37	32	
0,718	9 670	8 507	39	5	
1,583	15 000	13 422	71	22	
4,95	35 000	55 185	521	287	
6,141	37 222	56 268	644	188[1])	114
9,208	49 898	102 681	1463	274	206
0.218	61 719	111 115	1892	318	162

[1]) Von 1926 ab Post- und Zeitungsdienst getrennt.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 617.

[2]) Z. Bd. 72 1928 S. 575.

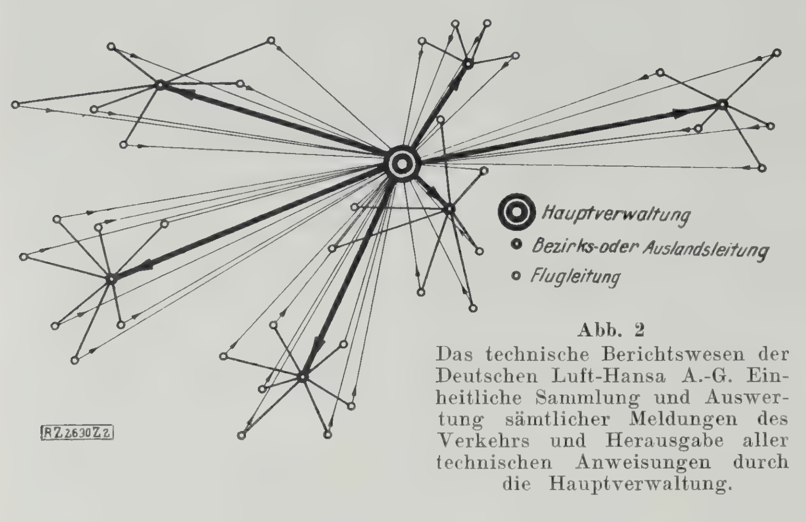


Abb. 2
Das technische Berichtswesen der Deutschen Luft-Hansa A.-G. Einheitliche Sammlung und Auswertung sämtlicher Meldungen des Verkehrs und Herausgabe aller technischen Anweisungen durch die Hauptverwaltung.

Sicherheit voran!

Eingehende Arbeiten wurden auf technischem Gebiet durchgeführt. Unter dem Leitwort „Sicherheit voran!", zeigte die Deutsche Luft-Hansa auf der Internationalen Luftfahrtausstellung, Berlin 1928, eindringlich ihre der Verkehrssicherheit dienenden Maßnahmen. Nach der Abnahmeprüfung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin-Adlershof, werden die für den Luftverkehr bestimmten Flugzeuge von technischen Sachverständigen der Deutschen Luft-Hansa geprüft und erst nach Beseitigung aller Beanstandungen dem Verkehr übergeben. Eine technische Überwachung der Flugzeuge erstreckt sich über die gesamte Zeit, während der sie in den Verkehr eingesetzt sind, Abb. 2. Die Hauptverwaltung übermittelt die gewonnenen Erfahrungen an die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt und die Herstellerwerke. Nach einer bestimmten Anzahl von Betriebstunden, die für die einzelnen Flugzeugmuster verschieden ist, werden die Flugzeuge aus dem Verkehr genommen, die eingebauten Motoren, die Bordgeräte, die Flugzeugzellen und alle andern betriebswichtigen Teile einer sorgfältigen Grundüberholung unterworfen. Die Betriebstüchtigkeit wird sodann durch mehrere Probeflüge festgestellt.

Bemerkenswerte Einzelheiten über die Sicherheit im Luftverkehr enthält eine wertvolle Arbeit von *E. Milch*[2a]), Berlin, die auf Grund der Betriebsergebnisse der Deutschen Luft-Hansa A.-G. in den Jahren 1926 bis 1928 zusammengestellt worden ist. Die Regelmäßigkeit der am gleichen Tage bis zum Endhafen durchgeführten Flüge betrug 89,7 vH im Jahre 1927 und 91,9 vH im Jahre 1928. Im Jahre 1927 mußten infolge des Wetters 9,3 vH, infolge technischer Mängel 0,7 vH und infolge sonstiger Einflüsse 0,3 vH der Flüge ausfallen oder abgebrochen werden; die Zahlen für das Jahr 1928 sind: Wetter 7 vH, technische Mängel 0,8 vH und Sonstiges 0,3 vH. Die Anzahl der Zwischenlandungen betrug 916 1927 und 1169 1928, d. h. 12,5 vT und 15,3 vT der Gesamtflüge. Innerhalb und außerhalb des Verkehrsbetriebes ereign sich 1926 128, 1927 144 und 1928 138 Br d. h. 1926 bis 1928 zusammen 410 und Mittel 2,04 vT der Gesamtflüge. In halb des Verkehrsbetriebes betrug die der Brüche in den Jahren 1926 bis 378; die Bruchursachen waren: Wetter Flugzeugzelle 26, Motor 107 (hiervon 7 einmotorigen, 8 bei zweimotorigen un bei drei- und mehrmotorigen Flugzeug Besatzung 18, Flugplatz 45 und Sonst 57. 32 Brüche kamen außerhalb des kehrsbetriebes vor. In den drei Betri jahren kamen 118 Personen zu Schaden; Zahl der Verletzten betrug 89 und Toten 29, d. h. 0,26 vT und 0,06 vT der förderten Fluggäste. Die Statistik z daß die Häufigkeit der Personenschä laufend zurückgegangen ist; das gle gilt von den Betriebszwischenfällen (Br unvorhergesehene Zwischenlandungen.)

Sämtliche Großflugzeuge haben heute Bordfu anlagen. Während der ganzen Dauer eines Fluges ste sie mit den Erdstationen in Verbindung, um insbeson stets über die Wetterlage unterrichtet zu sein. A immer noch ist der Nebel der schlimmste Feind des F zeuges. Der Führer verfügt heute an Bord über Hi geräte[3]) für sein Gleichgewichtsgefühl, die sich b Flug im Nebel und beim Durchfliegen dicker Wolk schichten ausgezeichnet bewähren. Auch beim Abwä gleiten verrichten sie ausgezeichnet ihren Dienst bis dem Augenblick, da sich das Flugzeug in Bodenn befindet und landen soll. Die vollkommene Unsich keit und das Fehlen jeglichen Anhaltspunktes für menschliche Auge nimmt dem Flugzeugführer jede M lichkeit, Hindernisse so rechtzeitig zu bemerken, daß ihnen noch ausweichen könnte. Hier ist also die Fl sicherheit[4]) noch ernstlich gefährdet.

Überblick

Im deutschen Luftverkehr ist in den letzten bei Jahren eine Reihe neuer Verkehrsflugzeuge eingese worden. Als Baustoff wird nur noch bei einigen K struktionen Holz verwendet. Bevorzugt wird die mischtbauweise, d. h. Stahlrohr, umkleidet mit St Holz oder Metallblech, und die Ganzmetallbauweise. dieser Zeitschrift sind inzwischen das Dornier-Großfl boot „Superwal"[5]), das Schul- und Verkehrsflugze von *Focke-Wulf*, Baumuster GL 18 c[6]), das Junkers-Gr flugzeug, Baumuster G 31[7]) und das Junkers-Post- u Frachtflugzeug, Baumuster W 33[8]), eine Weiterentwi lung des Baumusters A 20[9]), ausführlich beschrieb worden. Weitere neue Flugzeuge folgen hier; die Ko struktionszahlen enthält Zahlentafel 2.

[2a]) Berlin 1929, Ernst Siegfried Mittler & Sohn.

[3]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1426.
[4]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1268.
[5]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1403.
[6]) Z. Bd. 71 (1927) S. 924.
[7]) Z. Bd. 71 (1927) S. 648.
[8]) Z. Bd. 72 (1928) S. 575 und 1435.
[9]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1641 u. f.

Zahlentafel 2. Konstruktionszahlen d

Hersteller	Bauart	Motor	Leistung PS	Spannweite m	Länge m	Flü fläc
Arado Handels-Ges. m. b, H., Berlin und Warnemünde	Ar V 1, Abb. 3 bis 5	Pratt & Whitney Hornett	500	18	12	47
Focke-Wulf Flugzeugbau A.-G., Bremen	A 17a, Abb. 6 bis 8	Bristol Jupiter	480	20	13	62
	GL 22, Abb. 9	Siemens & Halske SH 12	2 × 100	16	11	34
Bayerische Flugzeugwerke A.-G., Augsburg	BFW M 18, Abb. 10 und 11	Siemens & Halske SH 12	108/125	15,7	8,05	24
	BFW M 20, Abb. 12 bis 14	BMW VI	500/720	25,5	14,9	65
Dornier-Metallbauten, G.m.b.H., Friedrichshafen a. B.	Delphin III, Abb. 15 bis 17	BMW VI	500/720	19,6	14,35	60
Rohrbach Metall-Flugzeugbau G. m. b. H., Berlin	Rocco, Abb. 18 und 19	Rolls Royce Condor III	2 × 650	26	19,3	94
	Romar, Abb. 20 bis 23	BMW VI	3 × 550/750	36,9	22	170

Arado-Verkehrsflugzeug

as Verkehrsflugzeug, Baumuster Ar V 1, rado-Handelsgesellschaft m. b. H., Bernd Warnemünde, Abb. 3 bis 5, ist ein eitragender Hochdecker. Die Flächen m Rumpfobergurt gelenkig aufgehängt; le stützen sie am Rumpf ab. Das engerippe besteht aus Holz, Abb. 4, und n Hinterholm-Unterseite bis Hinterholmeite mit Sperrholz beplankt. Das hintere lende hat Leinewandbespannung. Die uder haben einen Duraluminholm und ietete Stahlrohrrippen und sind mit wand überzogen.

en Rumpf bildet eine Fachwerkkontion aus Stahlrohren mit vier Längsn. Er ist mit Stoff bespannt; nur der mbare Rumpfrücken ist aus Elektron- hergestellt, damit man das Rumpfe leicht überwachen kann. Das Fahrl hat 3,51 m Spurweite. Vorn in den f ist ein luftgekühlter 500pferdiger baut, der im Reiseflug nur zu 50 vH ausgenutzt wird. Er gibt dem r also eine starke Reserve für Not- kann aber auch durch einen 320pfer- Junkers-Motor ersetzt werden.

inter dem Motor liegt erhöht, durch einen Brand- geschützt, der vollkommen geschlossene Führer- für zwei Flugzeugführer. Die 2,2 m lange, 1,35 m i und 1,9 m hohe Kabine enthält Plätze für vier nen. Hinter der Kabine befinden sich ein 0,95 m r, 1,3 m breiter und 1,7 m hoher Gepäckraum. Nach snehmen der Kabinenrückwand und der Sitze ver- man über einen großen Gepäckraum für sperrige e. Die Brennstoffbehälter liegen in den Flügeln un- bar am Rumpf. Das Höhen- und Seitenleitwerk das Höhen- und Seitenruder sind mit Leinen be- te Stahlrohrrahmen.



Abb. 3. Halbfreitragender Hochdecker der Arado Handels-G. m. b. H., Berlin-Warnemünde.

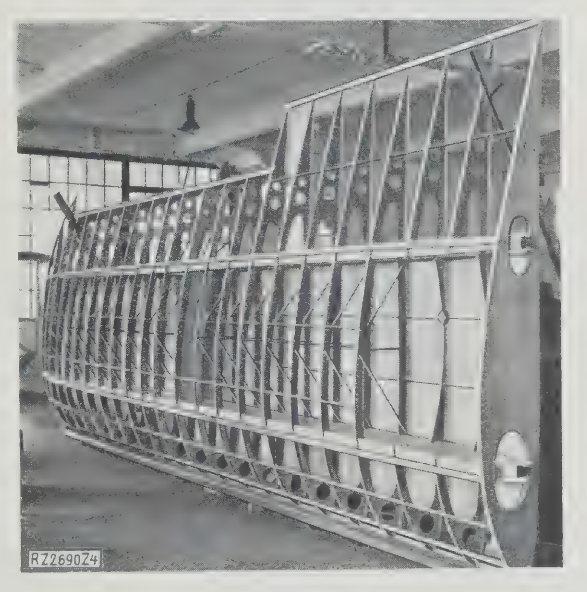


Abb. 4
Flächengerippe aus Holz des Flugzeuges, Abb. 3.

Focke-Wulf-Verkehrsflugzeuge

er freitragende verspannungslose Hochdecker, Baur A 17 a, Möwe, der Firma Focke-Wulf, Flugzeug-.A.-G., Bremen, Abb. 6 bis 8, ist mit einem luftgen 480pferdigen Bristol-Jupiter-Motor mit Getriebe rüstet. Der durchgehende, völlig freitragende l mit dickem Profil in der Mitte und nach außen mender Flügeltiefe und -dicke verläuft an der loberseite geradlinig, an der Unterseite leicht nig. Die aus einem verdrehungsfesten Kasten- n und Sperrholzrippen bestehende Tragflügel- ruktion ist außen ganz mit Sperrholz beplankt. Der l ist mittels Stahlbolzen am Rumpf befestigt.

er Rumpf besteht aus geschweißtem Stahlrohr, das tahlseilen und -drähten verspannt ist. Der Kabinen- ist mit Sperrholz bekleidet, die übrigen Teile des fes dagegen haben Stoffbespannung. Das Fahrgestell t aus zwei zu beiden Seiten des Rumpfes gelenkig igten Achsen, die durch je ein Paar Zug- und streben zum Rumpf und zum Flügel hin abgestrebt



ehrsflugzeuge.

	Leistungsbelastung kg/PS	Leergewicht t	Zuladung t	Gesamtgewicht t	Geschwindigkeit km/h	Landegeschwindigkeit km/h	Zahl der Fluggäste
50	4,7	1,35	1	2,35	200	80/85	4
64	8,3	2,45	1,55	4	200	90	8
52	9,1	1,33	0,49	1,82	156	80	1
49	11,4	0,675	0,55	1,225	140	75	4
71	9,3	2,6	2,05	4,65	175	90	10
62	7,4	2,4	1,3	3,7	160	95	10
03	7,5	6,21	3,49	9,7	202	125	10
14	11,8	10,2	9,3	19,5	206	121	12



Abb. 5
Fachwerkkonstruktion aus Stahlrohren des Motoreneinbaues und des Führerraumes des Flugzeuges, Abb. 3

sind. Die Gummiseilabfederung der senkrechten Druckstrebe sitzt innerhalb der Flügelnase. Höhenflosse, Höhen- und Seitenruder bestehen aus Holz und sind mit Stoff bespannt. Die zum Ausgleich des Schraubenstrahls um 5° ausgeschwenkte Kielflosse ist aus Stahlrohr mit Stoffbespannung hergestellt. Die Brennstoffbehälter liegen rechts und links vom Führerraum in der Flügelnase. Hinter dem Motorspant folgt ein brandsicherer Raum, an den sich der durch ein Brandschott getrennte Führer- und Bordmonteurraum anschließt. Die Kabine bietet acht Fluggästen Raum. Dahinter liegen nebeneinander Abort und Gepäckraum.

Der verspannungslose, freitragende Hochdecker, Baumuster G L 22, Abb. 9, ist ein Schul- und Sportflugzeug und dient zum Umschulen beim Übergang vom ein- zum mehrmotorigen Flugzeug. Als Werkstoff verwenden die Erbauer Holz. Der verdrehungsfeste Kastenholm mit Sperrholzrippen bildet das Flügelgerippe, das an der Vorderkante mit Sperrholz, im übrigen mit Stoff verkleidet ist. Der Rumpf ist als Holzdrahtboot ausgebildet und mit Stoff bespannt.

Die beiden Siemens-Motoren, Baumuster S H 12, von je 100 PS, sind unter der Tragfläche zu beiden Seiten des Rumpfes eingebaut. Das Fahrgestell ist ähnlich wie beim Baumuster A 17 a durchgebildet. Vorn im Rumpf liegen die beiden Führersitze nebeneinander. Dahinter kommt die Kabine für einen Fluggast.

Verkehrsflugzeuge der Bayerischen Flugzeugwerke

Die Bayerischen Flugzeugwerke, A.-G., Augsburg, stellen das Kleinverkehrsflugzeug, Baumuster BFW M 18, Abb. 10, her, bei dem für Träger, Spanten, Rippen Metallbeplankung Duralumin, für Beschläge, Ac Motoreinbau, Lager usw. hochwertige Stahlsorten wendet werden. Bei dem freitragenden Ganzmetallh decker ist der stark profilierte durchgehende Flügel einem einzigen I-ähnlichen Flügelholm aufgebaut, der Verbindung mit der drehsteif ausgebildeten Flügeln sämtliche Verdrehungskräfte aufnimmt. Die Flügelol kante ist gradlinig ausgebildet, während die Unterka nach außen hin V-förmig verläuft. Bis zum Holm ist Flügelnase mit glatten Duraluminblechen verklei das Ende ist mit Stoff bespannt, ebenso die aus rippen zusammengesetzten Querruder. Die Fläche, der auch die Brennstoffbehälter untergebracht sind, l auf dem Rumpf auf.

Die einzelnen Spanten des Rumpfes sind durch Längsgurte miteinander verbunden. Die Querkr werden von den Spanten gemeinsam mit der gla Außenhaut aufgenommen, zu deren Versteifung au noch Längsprofile angenietet sind. Das Fahrwerk li im Innern des Rumpfes, aus dem nur zu beiden Sei die die Räder tragenden Achsstummel herausragen, stromlinienartig verkleidet sind. Die Achse ist Gummiseilen an einem nach Lösen von vier Bol leicht auszubauenden Fahrgestellrahmen aufgehä Höhen- und Seitenleitwerk bestehen aus Rippen, die Trägern befestigt sind. Das Fachwerk hat St bespannung.

Der neunzylindrige luftgekühlte Siemens & Hal Motor Baumuster SH 12, von 108/128 PS, ist an ei Stahlrohrgerüst befestigt, das mittels fünf Bolzen

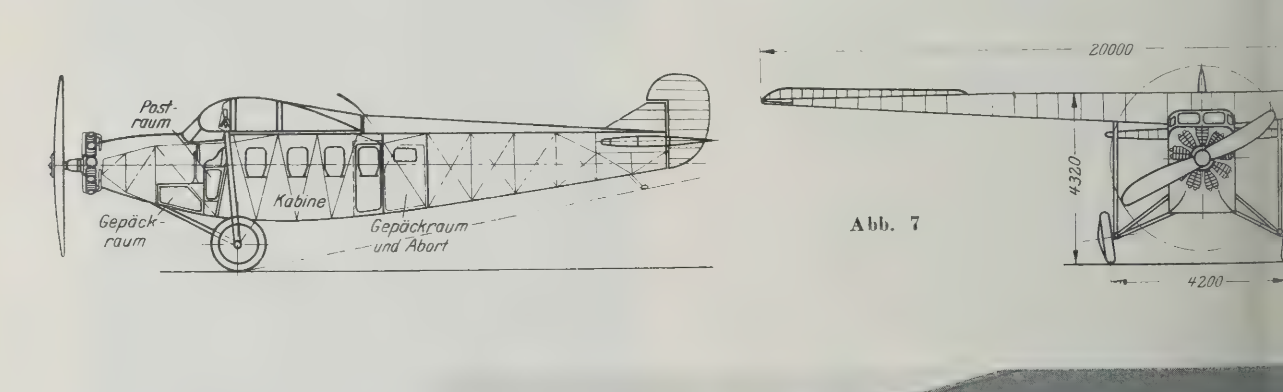


Abb. 7

Abb. 6 bis 8
Verkehrsflugzeug mit einem Getriebemotor.

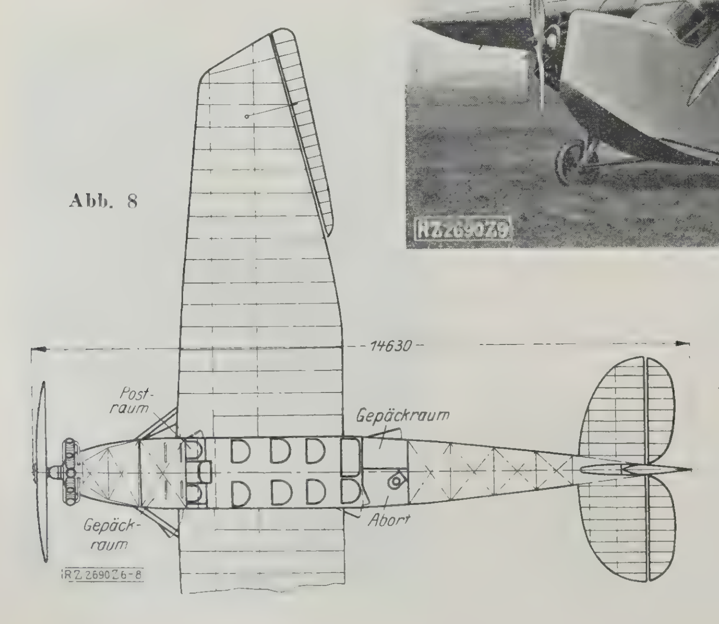


Abb. 8

Abb. 9
Zweimotoriges Schul- und Sportflugzeug.

Abb. 6 bis 9
Freitragende verspannungslose Hochdecker der Firma Focke-Wulf Flugzeugbau A.-G., Bremen.

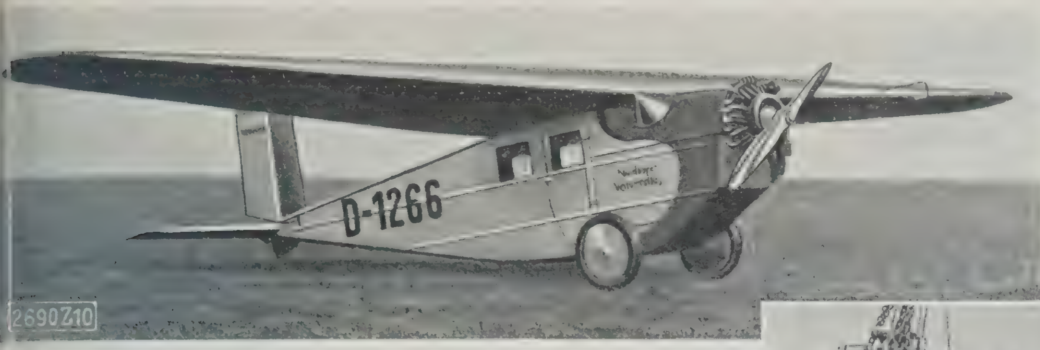


Abb. 10
Kleinverkehrsflugzeug, Baumuster BFW M 18.

Abb. 10 bis 14 Freitragende verspannungslose Hochdecker der Firma Bayerische Flugzeugwerke A.-G., Augsburg.

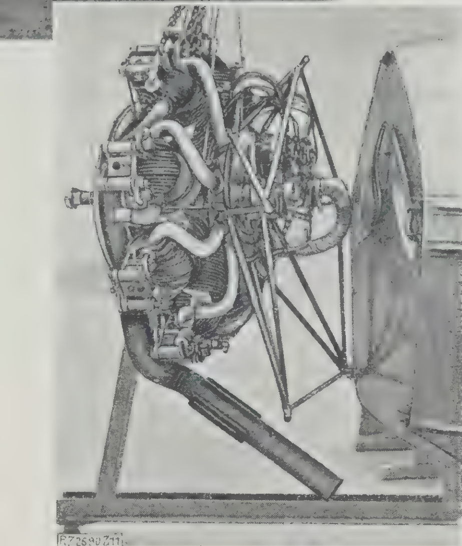


Abb. 11
Motor Stahlrohrgerüst, mittels fünf Bolzen am Brandschott befestigt, Flugzeug Abb. 10.

...sicheren Spant vorn am Rumpf angeschraubt wird, ...bl 11. Hinter dem einsitzigen Führerraum liegt der ...gastraum mit vier Plätzen[10]).

...ine Weiterentwicklung des Baumusters BFW M 18 ...ch für 8 bis 10 Fluggäste oder rd. 1000 kg zahlende

[10]) Ein neues Baumuster. BFW M 18 d, ist nach den jahrelangen Er...rungen im mitteldeutschen Streckennetz aus dem Baumuster BFW ...8 entstanden. Die Fläche liegt nicht mehr auf dem Rumpf, sondern ...i den Rumpf eingesenkt. Die Sicht vom Führerraum aus wurde ...dich verbessert, daß man die Motorverkleidung nicht mehr an die ...nase herangezogen hat. Der Fluggast- und der Gepäckraum wur... erbreitert und verlängert. Infolge des Einbaues eines stärkeren ...tors, Siddeley Lynx von 200/220 PS. mußte man den Bodenabstand ...machen. Das Fahrgestell wurde deshalb aus dem Rumpf heraus...nommen und durch je eine Federstrebe gegen den Flügel abgestützt.

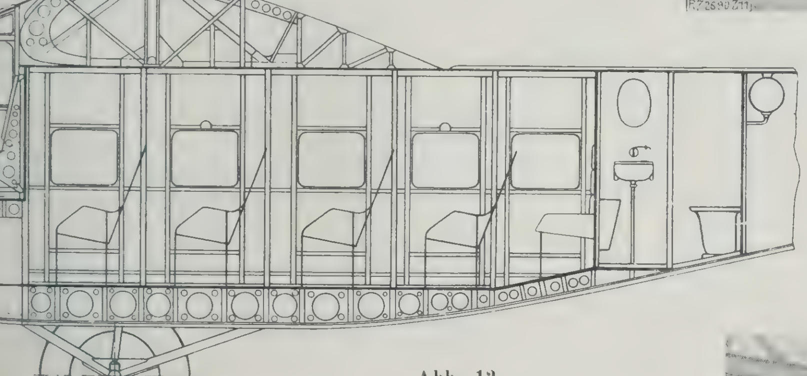
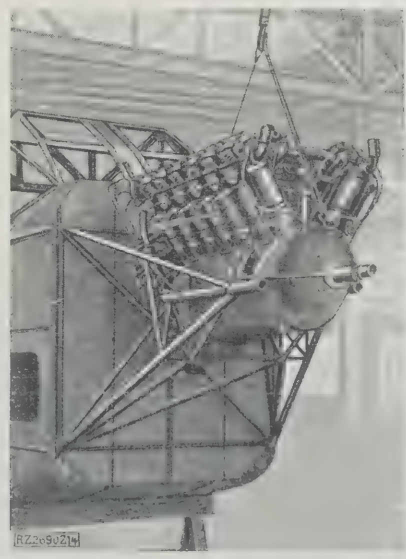


Abb. 12
Rumpf des Verkehrsflugzeuges Baumuster BFW M 20.

Abb. 14 (unten)
Motoreinbau des Verkehrsflugzeuges Baumuster BFW M 20.



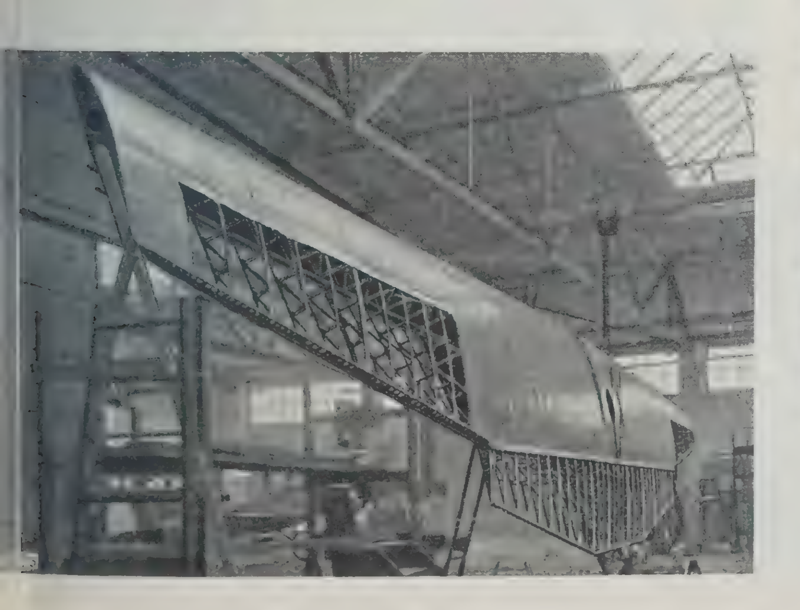
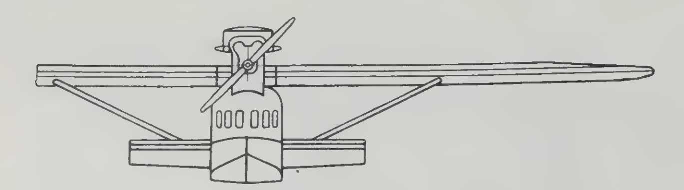


Abb. 13 (links)
Tragfläche des Verkehrsflugzeuges Baumuster BFW M 20.



Last ist das Ganzmetallflugzeug, Baumuster BFW M 20, Abb. 12 bis 14. Es ist mit einem wassergekühlten zwölfzylindrigen BMW VI-Motor von 500/720 PS ausgerüstet. Der konstruktive Aufbau paßt sich dem Baumuster BFW M 18 an. Hinter dem Fluggastraum liegen ein Waschraum, ein Abort und ein Gepäckraum. Das Fahrgestell besteht aus je zwei seitlichen Auslegern, die mit Kugelgelenken am Rumpf befestigt sind und mit je einer Strebe gegen den Flügel abgestützt sind. In diese Strebe ist auch die Gummizugfederung eingebaut. Die Räder laufen auf Achsstummeln, die mit der zum Flügel laufenden Strebe starr verbunden sind. Sämtliche Streben sind tropfenförmig verkleidet. Die Spurweite beträgt 3,6 m.

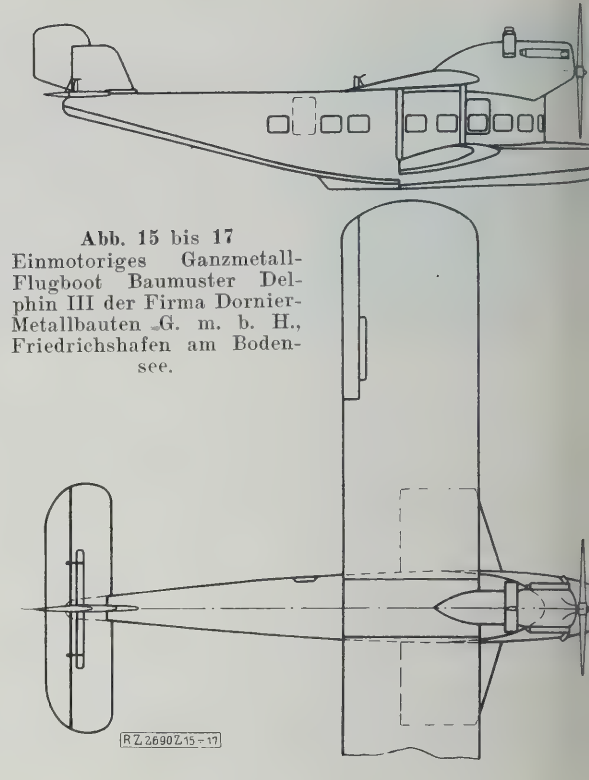


Abb. 15 bis 17
Einmotoriges Ganzmetall-Flugboot Baumuster Delphin III der Firma Dornier-Metallbauten G. m. b. H., Friedrichshafen am Bodensee.

Dornier-Verkehrsflugzeuge

Das einmotorige Ganzmetall-Flugboot, Baumuster Delphin III, der Firma Dornier-Metallbauten, G. m. b. H., Friedrichshafen am Bodensee, Abb. 15 bis 17, ist mit einem zwölfzylindrigen BMW VI-Motor von 500/720 PS ausgerüstet. Das Flügelmittelstück ist mit der Rumpfoberseite fest verbunden. Die beiderseitig angesetzten Flügel sind rechteckig mit schwach abgerundeten Ecken ausgebildet. Je zwei schräg nach unten zur Flosse führende Streben stützen sie zu beiden Seiten des Bootes ab. Die Flügelkonstruktion besteht aus zwei durchgehenden Stahlholmen mit Duraluminkastenrippen. Die zwischen den Rippen liegenden Flügelteile sind mit Duraluminblechbahnen belegt. Die durch kleine Hilfsflächen entlasteten Querruder sind mit Stoff bespannt.

Der vorn stark gekielte einstufige Rumpf und die Flossen sind durch Schottwände in mehrere wasserdichte Räume geteilt, die durch verschließbare Mannlöcher zugänglich sind. Der auf einen möglichst geringen Wellenwiderstand scharf zugeschnittene Bug des Bootes ist auf der Oberseite flach und niedrig, da die darüberliegende Schraube die Höhenlage des Motors bestimmt und man bestrebt ist, die schweren Lasten des Flugbootes möglichst tief zu legen. Unmittelbar hinter dem Bug ist der Führer- und Gastraum hochgezogen und trägt auf Oberseite das Stützwerk für den Motor.

Unmittelbar unter dem Motor in dem abgerunde mit sechs großen Fenstern ausgerüsteten Vorderteil s die Führer untergebracht. Dahinter folgt der Flugg raum mit zehn Sitzen. Die beiden Brennstoffbehä von je 285 l Fassungsvermögen liegen zwischen den den Holmen der Flügel zu beiden Seiten des Rumpfe

Die zu einem Flächenkreuz vereinigten und du kleine Hilfsflächen entlasteten Seiten- und Höhenflos sind auf das Bootsende aufgesetzt.

Rohrbach-Verkehrsflugzeuge

Das als Hochdecker mit Stützschwimmern geba zweimotorige Verkehrsflugboot, Baumuster Rohrba Rocco, Abb. 18 und 19, der Firma Rohrbach Metall-F

Abb. 18
Zweimotoriges Verkehrsflugboot, Baumuster Rohrbach-Rocco, der Firma Rohrbach-Metall-Flugzeugbau G. m. b. H., Berlin.



Abb. 19 (links)
Ein Stützschwimmer und ein zweirädriger Bergungswagen des Verkehrsflugbootes, Baumuster Rohrbach-Rocco.

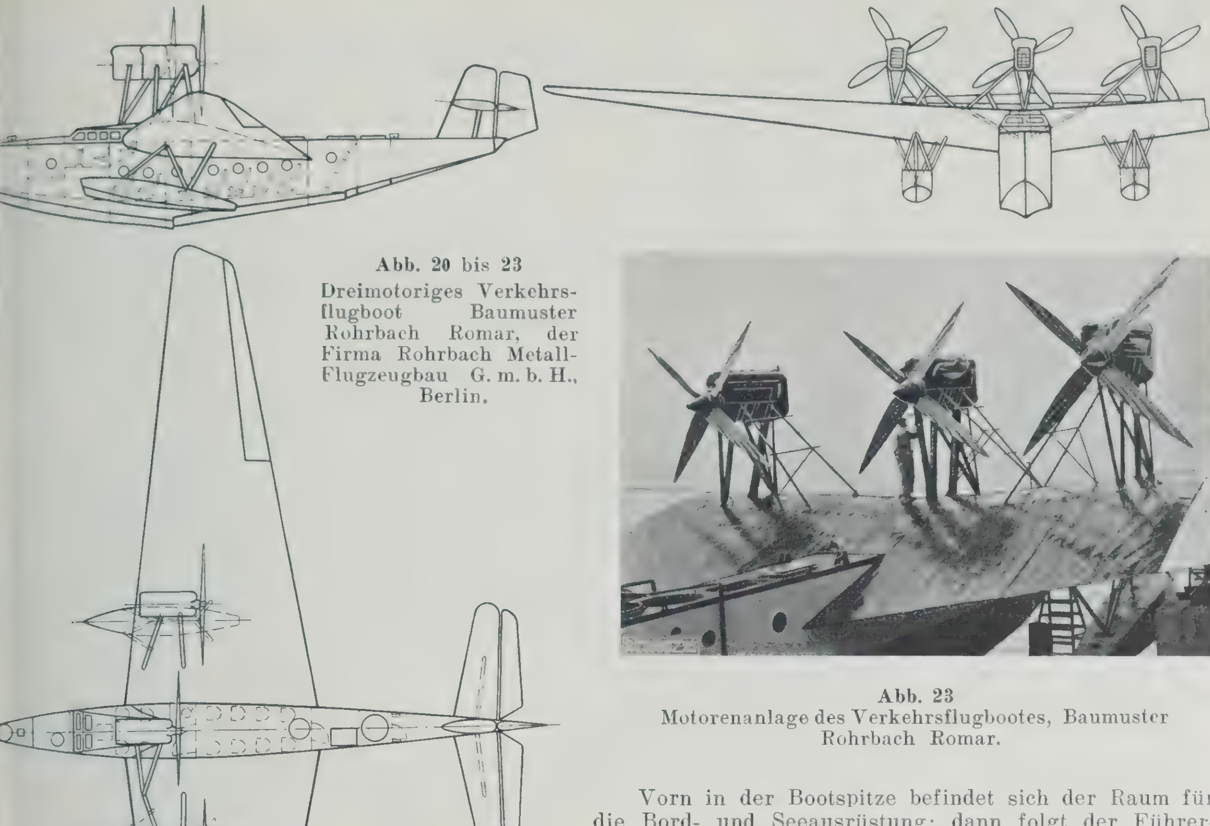


Abb. 20 bis 23
Dreimotoriges Verkehrsflugboot Baumuster Rohrbach Romar, der Firma Rohrbach Metall-Flugzeugbau G. m. b. H., Berlin.

Abb. 23
Motorenanlage des Verkehrsflugbootes, Baumuster Rohrbach Romar.

ıbau, G. m. b. H., Berlin, ist ganz aus Duralumin in r von glatten Blechen, Bändern und offenen Profilen bat, nur die Befestigungsbeschläge und Bolzen der nmbaren Teile und die Streben bestehen aus Stahl d lie Betriebstoffbehälter aus Messingblech. Infolge rendung offener Profile sind sämtliche Nietköpfe d ılle Knotenpunkte von beiden Seiten leicht nach-ılar. Sämtliche Teile haben, da sie dem Seewasser setzt sind, einen seewasserbeständigen Schutz-st ch. Die beiden Flügelhälften sind am Rumpf mit zei Stahlbolzen befestigt und gegen den Rumpf durch rei Streben abgestützt. Jeder Flügel besteht aus n Hohlkastenträger mit glatten Häuten; an diesem ze leicht abklappbare Nasen- und Endrippenkasten, . T. als Brennstoffbehälter ausgebildet sind. Die latter Blechhaut versehenen Querruder sind an den ßen Endrippenkasten gelagert.

er schiffsförmige Rumpf ist zweistufig mit stark kiltem Boden als Hohlkastenträger gebaut. Die zum ils wasserdichte Schotte ausgestalteten Hauptspan-nd mehrere Zwischenspanten zur Bodenaussteifung d mit den vier Längsholmen und einem Kielwinkel umpfgerüst, das mit Blechen wasserdicht verkleidet . Durch die Schotte, die wasserdicht schließende rh haben, wird das Boot in mehrere wasserdichte Ab-lıgen unterteilt. Das Flugzeug bleibt noch schwimm-ii wenn zwei benachbarte Abteilungen leck werden.

ie zu beiden Seiten des Rumpfes angeordneten, ge die Flügel durch Streben abgestützten, bootartig charfem Vordersteven und mit gekieltem Boden ge-tn Schwimmer geben auch beim Leckwerden dem ıgoot eine gute Querstabilität. Die Bauart des Leit-rk ist der der Flügel sehr ähnlich. Es ist mittels ıbeschlägen und Stahlbolzen am Rumpf befestigt.

Vorn in der Bootspitze befindet sich der Raum für die Bord- und Seeausrüstung; dann folgt der Führerraum für zwei Flugbootführer. In dem 0,92 m langen und 1,5 m breiten Funkerraum ist auch die Hilfsmaschinenanlage schalldicht untergebracht. Der 6,8 m lange, 1,7 m breite Fluggastraum für zehn Fluggäste ist durch ein Schott mit wasserdicht schließender Tür geteilt. Am hinteren Ende ist die Einsteigöffnung in die Decke eingebaut. Wasch- und Frachtraum schließen sich an.

Die Motorenanlage bilden zwei wassergekühlte auf je einem Strebengestell frei oberhalb der Flügel befestigte Rolls-Royce-Condor-Motoren von je 650 PS, die eine leicht abnehmbare Verkleidung haben. Die beiden Röhrchenkühler sind als Stirnkühler ausgebildet. Der Brennstoff, der aus den in den Flügeln eingebauten Behältern einem Sammler zufließt, wird durch Motorpumpen zu den Motoren gefördert. Das Flugboot wird mittels zweier schwimmfähiger zweirädriger Bergungswagen, die unter den Flügeln befestigt werden, auf das Ufer gerollt.

Das Flugboot, Baumuster Rohrbach-Romar, Abb. 20 bis 23, ist eine Weiterentwicklung des Baumusters Rohrbach-Rocco. Flügel und Rumpf stimmen in den Bauelementen mit dem Baumuster Rocco überein; nur die Rumpfeinteilung ist eine andre: vorn Kollisionsraum, Funk- und Navigationsraum, Führerraum; hinter den beiden Führersitzen, oberhalb des Rumpfraumes, durch einen Gang zwischen den Führersitzen zu erreichen, liegt der Monteurraum. An den unter dem Führerraum liegenden Gang, durch ein Schott mit Tür getrennt, grenzt der geteilte Fluggastraum für zwölf Fluggäste. Durch ein Schott ist er in zwei Hälften geteilt. In der vorderen sind vier, in der hinteren acht Sitze eingebaut; dazwischen liegt der Waschraum und der Abort. Im Bootende ist der Vorraum zum Fluggastraum mit Einsteigöffnung und Treppe und der Gepäckraum untergebracht.

Die drei BMW VI-Motoren von je 550/750 PS stehen auf hohen Stützgestellen, windschnittig verkleidet, über dem Flügel und haben vierflügelige Druckschrauben. Jeder Motor hat seine eigene Brennstoffanlage [2690]

Der Zerspanungsvorgang bei Kaltkreissägen[1])

Versuchsbedingungen

In sehr ausführlichen und gründlichen Untersuchungen haben *Wallichs* und *Hemscheidt* die grundlegenden Vorgänge bei der Zerspanung durch Kaltkreissägen und die verschiedenen Einflüsse von Zahnform, Zahnteilung u. a. klargestellt.

Die Versuche wurden, bedingt durch die Maschine, bei je einer Umdrehungszahl des Sägeblattes und für verschieden gestufte Vorschubgeschwindigkeiten angestellt. Schnittdrehmoment und Vorschubkraft wurden getrennt gemessen, da der Vorschub durch einen besonderen Nebenschlußmotor betätigt wurde. Die Vorschübe lagen in dem Bereich zwischen 8,5 bis 83 mm/min. Die Schnittgeschwindigkeiten wurden bei einem Sägeblattdurchmesser von 550 mm in den Grenzen von 10 bis 36 m/min veränderlich gestaltet.

Die Brustwinkel konnten mittels der Sägeschärfmaschine bis zu 30° hinauf, die Anstellwinkel bis zu 0° herunter und die Form des Zahnrückens beliebig gestaltet werden. Die Kräfte wurden unter vorheriger Feststellung der elektrischen und mechanischen Verluste, die bei einer bestimmten mechanischen Leistung auftraten, mittelbar gemessen. Die Vorschubkräfte wurden hydraulisch angezeigt und aufgezeichnet. Die für den Schneidvorgang selbst aufzuwendende Leistung wurde gleichfalls mittelbar durch vorherige Ermittlung der mechanischen Wirkungsgrade mit Hilfe eines *Pronyschen* Zaumes gemessen, der auf einer von der Sägeblattspindel ins Schnelle übersetzten Welle angriff.

Die Versuche erstreckten sich auf die Untersuchung des Einflusses des Brustwinkels auf die Leistung. Hierbei wurden untersucht:

1. Weiches Gußeisen von 35 kg/mm² Festigkeit als bröckelnder Werkstoff,
2. Harter Perlitguß von 40 kg/mm² Festigkeit als halb bröckelnder, halb spanender Werkstoff,
3. Stahlguß von 45 kg/mm² Festigkeit als spanender, aber stark schweißender Werkstoff,
4. Stahl von 50 kg/mm² Festigkeit (in der Erstveröffentlichung wegen Raummangels fortgelassen),
5. Stahl von 85 kg/mm² Festigkeit, die beiden letzten Werkstoffe als sauber spanende Werkstoffe.

Für jeden Werkstoff wurden mit e i n e r Schnittgeschwindigkeit 4 bis 5 verschiedene Vorschübe gefahren, wobei die Brustwinkel in den Stufen 0, 8, 12, 15, 18 und 30° verändert wurden. Gekühlt wurde auch bei Gußeisen mit Sodawasser, und zwar gleichmäßig mit 8 l/min.

Der A n s t e l l w i n k e l von 7° wurde einheitlich eingehalten, ebenfalls eine nach Schablone geschliffene Zahnlückenform. Als Werkstück wurden Stangen von 100 mm durchgesägt. Bei Stahl wurde die Walzhaut nicht entfernt, dagegen wurden bei Stahlguß, Perlitguß und Gußeisen die Wellen von 110 mm auf 100 mm Durchmesser abgedreht. Als Vergleichsleistung wurde der höchste Wert in der Stelle des größten Spanquerschnittes genommen.

Ergebnisse

V e r g r ö ß e r u n g d e s B r u s t w i n k e l s

Bei Gußeisen hat infolge der geringen Reibung und Stauchung des abgedrehten Spanes die Form der Zahnlücke fast keinen Einfluß. Die Energieersparnis durch Vergr[öße]rung des B r u s t w i n k e l s wirkt sich jedoch recht [er]heblich aus. In gleicher Weise, wie in Abb. 1 dargest[ellt,] sind die Verhältnisse für die übrigen Werkstoffe un[ter]sucht.

Die tatsächlich auftretenden Energieersparnisse d[urch] Vergrößerung des B r u s t w i n k e l s von 0 auf 30° [wur]den in Schaubildern dargestellt und betragen bei Guße[isen] 33 vH, bei Perlitguß 20 vH, bei Stahlguß 32 vH, bei Stahl [von] 85 kg/mm² 40 vH. Mit Ausnahme von Gußeisen, wo die [Er]sparnis der Vorschubleistung bei Vergrößerung des Br[ust]winkels kleiner als diejenige der Schnittleistung ist, wi[rken] sich die verbesserten Schnittbedingungen infolge Vergr[öße]rung der Brustwinkel auf die Vorschubleistung in ungl[eich] stärkerem Maß aus. Die Energieersparnisse der Vorsc[hub]leistungen betragen: bei Gußeisen 33 vH, bei Perlit[guß] 38 vH, bei Stahlguß 58 vH, bei Stahl von 85 kg/mm² 50 [vH]. Besonders hervorzuheben sind die Energieersparnisse [bei] Stahlguß, da durch die Verbesserung des Brustwinkels [die] Gefahr des Kaltschweißens sehr stark vermindert wird.

D i e V e r ä n d e r u n g d e s A n s t e l l w i n k e l s

Der theoretisch erforderliche Anstellwinkel bei [dem] stärksten Vorschub von 48 mm/min hätte nur 0,13° zu[r]reichen brauchen. Ein zu großer Anstellwinkel ergibt le[icht] die Gefahr des Hakens. Die Anstellwinkel wurden in [dem] Bereich von 0,5 bis 25° gleichmäßig geändert. Bei [mitt]leren Vorschüben ist der Einfluß der Winkelvergröße[rung] kaum bemerkbar. Von 38 mm/min Vorschubgeschwindig[keit] an macht sich der Einfluß auf die Vorschubleistung je[doch] schon recht erheblich bemerkbar, Abb. 2. Je größer [der] Spanabflußraum, desto geringer ist die erforderliche [Lei]stung. Eine Vergrößerung des Durchmessers der Z[ahn]rundung von 5 auf 9 mm ergab eine Ersparnis von [etwa] 12 vH der Schnittleistung und etwa 20 vH der Vorsc[hub]kraft.

S c h n e i d h a l t i g k e i t

Als bedeutsam wurde ferner die Untersuchung des [Ein]flusses der Zahnform auf die Schneidhaltigkeit erac[htet]. Bei einem Brustwinkel von 0° trat die Abstumpfung [am] raschesten ein. Bei 12° blieb die Schneidhaltigkeit [am] längsten gleichmäßig, während bei 30° trotz des gerin[geren] Energiebedarfs die Abstumpfung sich verhältnismäßig [er]heblich stärker auswirkte. Beim zehnten Schnitt errei[chte] der Kräftebedarf bereits einen um 16 vH höheren Bet[rag]. Als Merkmal für die Abstumpfung diente die Zunahme [des] Kraftverbrauchs. Daraus ergab sich als günstigster Br[ust]winkel zur Erzielung einer möglichst gleichbleiben[den] Schneidhaltigkeit für Perlitguß 8 bis 12° und für Stahl [von] 85 kg/mm² Festigkeit rd. 18°.

Die Versuche ergeben zusammengefaßt folgendes:

1. Vergrößerung des Brustwinkels erzeugt bei sämtlic[hen] Werkstoffen eine beträchtliche Leistungsersparnis.
2. Der Anstellwinkel ist größer als für den notwendi[gen] Freigang zu wählen, jedoch nicht größer als 7°.
3. Die Zahnlückenrundung soll so groß wie mög[lich] gewählt werden, um ein widerstandloses Aufrollen [des] Spanes zu ermöglichen.
4. Die Teilung der Spanbreite verringert die Reibung [an] den Materialwänden sehr stark und erzeugt einen g[lat]teren Schnitt. [M 2405] Dr. *Sl*[…]

[1]) Nach *A. Wallichs* und *H. Hemscheidt* Der Schneidevorgang bei der Zerspanung durch Kaltkreissägen, „Maschinenbau" Bd. 7 Heft 20 (1928) S. 949 und 1059.

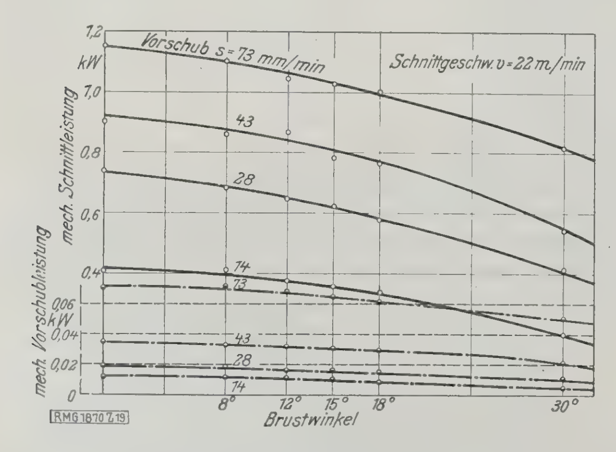


Abb. 1
Einfluß des Brustwinkels auf die Leistung;
Werkstoff: Gußeisen von 35 kg/mm² Festigkeit

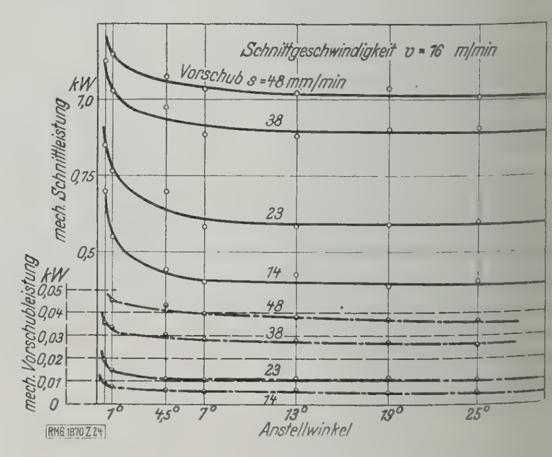


Abb. 2
Einfluß des Anstellwinkels auf die Leistung;
Werkstoff: Stahl von 85 kg/mm² Festigkeit.

Aufgaben des Elektromaschinenbaues[1)]

Die neuen elektrotechnischen Institute der Technischen Hochschule Braunschweig

Von Prof. Dr. techn. FRANZ UNGER, Braunschweig



Abb. 1
Die neuen elektrotechnischen Institute.
Links das Institut für Hochspannungstechnik und Meßkunde, rechts das Institut für elektrische Maschinen, in den oberen Stockwerken das Institut für Fernmelde- und Hochfrequenztechnik.

Der Elektromaschinenbau hat im letzten Jahrzehnt große Fortschritte gemacht, die wesentlich gefördert oder überhaupt erst ermöglicht wurden durch die neuen Forschungen und Erkenntnisse der Wissenschaft. Die Formgebungsgesetze (Wachstumgesetz, Verlustgesetz und Kostengesetz), die man erst in neuerer Zeit mehr und mehr erkannt hat, haben auf die innere und äußere Gestaltung der Maschinen großen Einfluß gehabt. Die Verbesserung der Werkstoffe und die fortschreitende Erkenntnis ihrer Eigenschaften ermöglicht ihre höchste Ausnutzung. Die verbesserte Wärmeabfuhr aus den Maschinen wirkt in gleicher Richtung. Die erwähnten Fortschritte stellen gleichzeitig neue Aufgaben für die Forschung. An der Weiterentwicklung dürften die neuen elektrotechnischen Institute der Technischen Hochschule Braunschweig, deren Einrichtungen hier kurz beschrieben werden, auch in Zukunft Anteil haben.

D· Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft und der chärfere wirtschaftliche Wettkampf zwingen den ..romaschinenbau dazu, immer leistungsfähigere und ..liere Maschinen zu bauen[2]). Auch die Anforderungen ..e Betriebsicherheit werden ständig höher. So kommt ..naturgemäß zu immer größeren Maschineneinheiten ..zur Reihenfertigung mittlerer und kleinerer Ma..nen. Den Fortschritt erkennt man am besten, wenn ..heutige Maschinen mit solchen vergleicht, die vor ..Jahren gebaut wurden. Die neuen Maschinen sind ..tlich kleiner und einfacher in ihrer Form, trotzdem ..d ihre Wirkungsgrade keineswegs schlechter ge..n. Besonders auffallend ist die häufige Verwendung ..Välzlagern, die man vor zehn Jahren noch allgemein ..ente. Der Weg der Entwicklung geht auch weiterhin ..Rhtung der Verbesserung und Ausnutzung der Werkstoffe, der Verbesserung der elektromagnetischen Eigenschaften und der Kühlung der Maschinen sowie der weiteren Vervollkommnung der Fertigung. Eine solche Entwicklung ist nur möglich, wenn die Industrie mit der Forschung Hand in Hand geht, ihr Aufgaben stellt und sich ihre Ergebnisse zunutze macht.

Die Formgebungsgesetze

Um die Maschinen und Transformatoren richtig bemessen zu können, muß man vor allem die drei Gesetze der Formgebung beherzigen:

das Wachstumgesetz,
das Verlustgesetz und
das Kostengesetz.

Das Wachstumgesetz läßt sich aus der *Maxwellschen* Kette entwickeln. In ganz einfacher Weise läßt sich für sämtliche Maschinenarten und Transformatoren ableiten, daß das Verhältnis Leistung: Frequenz — wir wollen es kurz „Moment" nennen — verhältnisgleich ist dem Produkt aus magnetischem Kraftfluß und elektrischer Durchflutung[3]). Unter elektrischer Durchflutung verstehen wir die Gesamtheit der elektrischen Strömung in der arbeitenden Wicklung. Kraftfluß und Durchflutung greifen bei elektrischen Maschinen und Transformatoren ineinander wie zwei benachbarte Kettenglieder: Die Durchflutung umschlingt den Kraftfluß und der Kraftfluß umschlingt die Durchflutung, daher rührt der Name „*Maxwellsche* Kette".

Mit steigendem „Moment" wachsen sowohl Kraftfluß als auch Durchflutung. Bei ähnlicher Vergrößerung einer

[1)] Vorgetragen am 15. Februar 1929 zur Einweihung der neuen ..technischen Institute an der Technischen Hochschule zu Braun..g. Bei dieser Gelegenheit hat die Technische Hochschule Braun..g eine Festschrift mit einem Umfang von 130 Seiten heraus..eln, in der die Entwicklung der Abteilung für Elektrotechnik und .. Erichtungen der neuen Institute ausführlich beschrieben sind.

[2)] Vergl. a. *Niethammer*, Fortschritte im Bau elektrischer Ma..hin., Z. Bd. 72 (1928) S. 129 u. f.

[3)] Bedeuten N = die Leistung, U die Spannung, I den Strom einer Maschine, f die Frequenz, Φ den Kraftfluß und a, b, c und $k = a\,b\,c$ Unveränderliche, so kann man schreiben:

$$N = a\,U\,I \quad a\,b\,f\,\Phi;$$
$$I = c\,A,$$

worin A die Gesamtdurchflutung ist. Somit wird das „Moment"

$$M = \frac{N}{f} = a\,b\,c\,\Phi\,A = k\,\Phi\,A,$$

das ist die *Maxwellsche* Kette.

Maschine wächst die Durchflutung unter Beibehaltung gleicher Stromdichte mit dem Quadrat des Bohrungsdurchmessers der Maschine. Ebenso wächst der Kraftfluß bei gleicher Induktion und bei ähnlicher Vergrößerung der Maschine mit dem Quadrat der Länge des wirksamen Eisens. Unter diesen Voraussetzungen würde das Produkt Kraftfluß mal Durchflutung der vierten Potenz der Längenabmessung der Maschine verhältnisgleich sein. Da der Rauminhalt der dritten Potenz der Länge verhältnisgleich ist, kann man erkennen, daß das Produkt Kraftfluß mal Durchflutung also die Leistung einer Maschine, bei fester Frequenz verhältnisgleich ist der vierdrittelten Potenz des Rauminhaltes, der durch den Bohrungsdurchmesser und die axiale Länge des wirksamen Eisens gegeben ist.

Das Verlustgesetz besagt, daß bei gleicher Induktion und Stromdichte die Eisen- und Stromwärmeverluste in einer Maschine dem Wicklungsgewicht und dem Eisengewicht, also dem Rauminhalt, verhältnisgleich sind. Wir haben gesehen, daß das „Moment" der vierdrittelten Potenz des Rauminhaltes verhältnisgleich ist, also der Rauminhalt der dreiviertelten Potenz des „Momentes". Somit ändern sich die Verluste mit der dreiviertelten Potenz des „Momentes" oder bei gleichbleibender Drehzahl mit der dreiviertelten Potenz der Leistung der Maschine. Je größer eine Maschine, um so verhältnismäßig weniger Verluste hat sie, um so höher wird ihr Wirkungsgrad.

Das Kostengesetz besagt, daß die Werkstoffkosten verhältnisgleich dem Gewicht sind, also der dritten Potenz der Längenabmessung, während die Bearbeitungskosten im Verhältnis stehen zur Fläche, also der zweiten Potenz der Längenabmessung. Die gesamten Kosten steigen mit einer etwas über zweidrittel liegenden Potenz des Rauminhaltes oder etwas stärker als mit der Wurzel aus dem „Moment". Die gesamten Kosten für das Kilowatt Maschinenleistung sinken also mit zunehmender Größe der Maschineneinheit.

Diese Gesetze der Formgebung zeigen uns, warum die Elektrizitätswirtschaft immer größere Maschineneinheiten fordert. Raumbedarf sowohl, als auch Verluste und Preis für die Leistungseinheit der Maschinen werden mit zunehmender Leistung immer kleiner.

Werkstoffe

Die heutigen Maschinenriesen mit Leistungen von 100 000 kW und darüber können natürlich nur aus besten Werkstoffen gebaut werden, weil die mechanischen Beanspruchungen einzelner Teile sehr hoch werden.

Man unterscheidet wirksame Maschinenteile, die den magnetischen Kraftfluß oder den elektrischen Strom führen müssen, und tragende Maschinenteile. Vergleicht man die Eisen- und Stahlarten, die vor fünfzehn Jahren verwendet wurden, mit den heutigen, so zeigt sich, daß sowohl die magnetische Durchlässigkeit bedeutend gesteigert worden ist, als auch die Ummagnetisierungsverluste herabgesetzt werden konnten. Ein guter Dynamostahlguß aus dem Jahre 1910 brauchte für eine Induktion von 15 000 Gauß eine Magnetisierung von 33 Amperewindungen/cm. Heute braucht guter Dynamostahlguß bei derselben Induktion eine Magnetisierung von nur 22 Amperewindungen/cm. Die besten hochlegierten Transformatorenbleche hatten bei 0,35 mm Dicke und einer Induktion von 10 000 Gauß vor fünfzehn Jahren eine Verlustziffer von 1,6 W/kg. Heute bekommt man Bleche mit einer Verlustziffer von 1,3 W/kg. Bemerkenswert ist auch die Verwendung von Chrom- und Kobaltstählen für Dauermagnete. Elektrolyteisen, das in jüngster Zeit wieder von sich reden macht, gestattet eine weit höhere Magnetisierung als gewöhnliches Dynamoblech.

Leider scheint allgemein festzustehen, daß die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen niemals höher steigen kann, als die eines der legierenden Metalle. Wir werden also auch weiterhin gezwungen sein, in den elektrischen Maschinen Kupfer zu verwenden, solange Kupfer zu erschwinglichen Preisen zu haben ist. Sollte der Preis des Kupfers noch sehr steigen, so müßte Aluminium an seine Stelle treten, was aber unbedingt eine Vergrößerung der ganzen Maschine zur Folge haben m weil man wegen der niedrigeren Leitfähigkeit des A miniums größere Leiterquerschnitte für dieselben Str stärken verwenden muß.

Auch nach neuen Isolierstoffen sucht man; bisher wenig Erfolg. In der Hauptsache sind es heute noch d selben Isolierstoffe wie vor fünfzehn Jahren, vor all Baumwolle, Papier, Glimmer, Mikanit, Harze und Tra formatorenöl. Wesentlich anders geworden sind die I lierverfahren, bei denen besondere Sorgfalt auf die E fernung von Luft- und Wasserbläschen aus der Isoli schicht angewendet wird. Allgemein isoliert man he bei höheren Temperaturen und unter Luftleere. S verbessert wurden die Mikanisierungsverfahren[4]). V grundlegender Bedeutung wäre es, wenn man homoge mineralische Isolierstoffe von ähnlichen Eigenschaf wie Porzellan fände, die aber plastisch sein müßten.

Die Festigkeitseigenschaften der tragenden Masc nenteile sind in den letzten Jahren sehr gesteigert w den. Wir verfügen heute über Stahlsorten mit Stre grenzen bis etwa 6500 kg/cm² (ungehärtet). Die Fo schritte der Schweißtechnik haben zu leichteren und d festeren Bauarten geführt[5]).

Wärmeabfuhr

Große Aufgaben erwachsen dem Elektromaschinenb aus der Forderung nach gesteigerter Wärmeabfuhr bei el trischen Maschinen. Induktion und Stromdichte müs immer weiter erhöht werden, um die Maschinen billi bauen zu können; damit wachsen aber die Wärmeverlu quadratisch. Die Verlustwärme muß aus der Masch herausgeführt werden, um ihren Temperaturanstieg in lässigen Grenzen zu halten.

Hier hat die Axialkühlung, bei der das Kühlmittel großer Geschwindigkeit in der Achsrichtung durch Maschine hindurch geleitet wird, umwälzend gewirkt. D durch, daß man sich von der Umfangsgeschwindigkeit Läufers freimacht und zu einem besonderen Lüfter gre kann man die Durchströmgeschwindigkeit des Kühlmitt unabhängig wählen.

Bis vor kurzem hat man noch, abgesehen von Transformatoren, die mit Öl gekühlt werden, als Kü mittel ausschließlich Luft verwendet. Man saugte frische Luft durch die Maschine und blies sie wieder a Vollkommene Luftfilter gibt es nicht; ein Teil des in Luft schwebenden Staubes kommt immer in die Masch und bei jeder Richtungsänderung des Luftstromes w Staub abgelagert. Da in den großen Kraftwerken durch heutigen Maschinenriesen ungeheure Luftmengen hindur gejagt werden müssen (eine 20 000 kW-Maschine schlu rd. 25 bis 30 m³/s Luft), kann man sich denken, wel Staubmengen nach mehreren Betriebsmonaten in der M schine abgelagert werden. Die Verstaubung der Luftkan bedeutet aber eine gewaltige Verschlechterung der Wärm abfuhr. Versuche haben ergeben, daß eine Staubschic von 1 mm Dicke die Wärmeabfuhr auf rd. ein Drittel hera setzt, d. h. die Temperatur der warmen Maschinente auf das Dreifache erhöhen kann. Man führt daher he große Maschinen allgemein mit Kreislaufkühlung aus Zur Kühlung dient meistens Wasser in Kühlschlange Dieses Verfahren hat auch den Vorteil, bei Wicklungsbrä den das Feuer durch Einblasen von Kohlensäure rasch sticken zu können[7]).

Bei mittleren und kleinen Maschinen hat die Kreislau kühlung bisher noch verhältnismäßig wenig Anklang g funden, wenn auch mehrere Firmen in den letzten Jahr derartige Maschinenreihen herausgebracht haben. D Schwierigkeit liegt in der Hauptsache darin, daß eine Kü lung des Kühlröhrensystems mit Wasser bei kleineren M schinen, die meist auch ortveränderlich sein sollen, unmö lich ist und die einfache Luftkühlung nicht ausreic Man hat daher eine Kühlmantelbauart entwickelt, bei d die Kühlluft nicht mehr in die Maschine selbst geleitet wi sondern einen die Maschine umschließenden Mantel durc spült. Auch bei Kühlmanteltypen haben sich die Versta

[4]) Vergl. a. „Der Isolierstoff Glyptal", Z. Bd. 71 (1927) S. 869.
[5]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1449 u. 1760. ETZ Bd. 50 (1929) S. 145 u.
[6]) Vergl. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 155 u. 656, Arch. f. Elektr. Bd (1923) S. 361.
[7]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 836. 894, 1308 u. 1886.

erscheinungen sehr unangenehm bemerkbar gemacht, man hat daher für möglichst geradlinige Luftführung besonders Sorge getragen. Durch Verbindung der lauf- mit der Kühlmantelkühlung kann man eine Ma-nart entwickeln, die auch das Gegenstromprinzip aus-en gestattet.

Kühlmittel

ie guten Erfolge der Kreislaufkühlung haben dazu rt, Betrachtungen darüber anzustellen, ob man nun doch eingekapselte Luft nicht durch ein es, besser wirkendes Kühlmittel ersetzen könnte. hat auf der Weltkraftkonferenz in London die Ölkühlung bei elektrischen Maschinen als aus-reich für die Zukunft hingestellt[8]). Ob er recht be- wird, erscheint fraglich. Die Wärmeübergangszahl sich durch eine Funktion des Produktes aus Wärmeleitzahl und der spezifischen Wärme des nittels darstellen. Vergleicht man die verschie-, als Kühlmittel in Frage kommenden Stoffe, indet man, daß Transformatorenöl eine 7½mal roße Wärmeleitzahl hat wie Luft und eine 2mal so große spezifische Wärme, Helium 5½mal so große Wärmeleitzahl wie Luft und eine l so große spezifische Wärme (auf gleiches Gewicht en), Wasserstoff ebenfalls eine 6½mal so große eleitzahl und eine 14mal so große spezifische Wärme uft. Alle übrigen bisher untersuchten Gase und gkeiten kommen, mit Ausnahme des Wassers, nicht tracht. Wasser kann man aus begreiflichen Gründen in die Maschine hineinleiten. Mithin wäre Wasser-f das geeignetste Kühlmittel[9]). Leider bildet Wasser-mit Luft Knallgas. Es ist fraglich, ob es möglich vird, auf die Dauer eine Mischung mit Luft zu ver-den. Das ungefährliche Helium würde aber auch ewaltige Verbesserung gegenüber Luft bedeuten und nur ab und zu erneuert werden.

weifellos kühlt Transformatorenöl bedeutend besser uft, doch ist es fraglich, ob es möglich sein wird, die inenwicklungen in Öl genügend zu isolieren. Beim formator ist die Aufgabe anders. Dort kann man bstände der Spulen beliebig wählen und damit der tischen Durchschlagfestigkeit des Öles Rechnung tra-. Bei Maschinen liegt die Wicklung in Nuten, man nur kleine Abstände zwischen Wicklungsmetall und e zulassen, muß also ein Isoliermittel von hoher Durch-festigkeit verwenden. Auch ist es nicht ratsam, Öl r enge Kanäle zu leiten, die unter hoher elektrischer ung stehen. Vorläufig scheint es also noch, als ob n als Kühlmittel bessere Aussichten hätte als Öl.

ei Transformatoren dürfte vorläufig Öl das ideale ittel bleiben. Man hat den Gesetzen der Ölbewe-noch viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt und f sicher durch geeignete Maßnahmen eine Verstär-der Ölströmung und damit eine Verbesserung der irkung erreichen.

Elektromagnetische Eigenschaften

ie Gleichstrommaschine blickt auf ein Alter von mehr Jahren, die Wechselstrommaschine und der Trans-or von mehr als 40 Jahren zurück; trotzdem sind elektromagnetischen Eigenschaften noch nicht völlig cht. Das liegt wohl in erster Linie daran, daß die uchungen der Oberwellen von Spannungen und Strö-erhältnismäßig jung sind. Es hat lange gedauert, h die Erkenntnis Bahn brach, daß der Oszillograph[10]) inmeßgerät ist und daß man mit ihm nicht nur qua-, sondern auch quantitative Untersuchungen vorneh-ann[11]). So kam es, daß in den letzten Jahren die ung auf dem Gebiete der elektromagnetischen Er-ungen neu einsetzte.

ie Magnetisierung von Maschinen und Transformato-vird in jüngster Zeit wieder eingehend durch-t. Über Magnetisierungsströme und ihre Oberwellen sind verschiedene Arbeiten erschienen[12]). Wenig erforscht sind noch die Einschaltstrom-Erscheinungen.

Ankerrückwirkung, Luftspalt-Leitfähigkeit und Stoß-kurzschluß-Ströme sind in den letzten Jahren eingehend untersucht worden[13]). Vor allem wurde und wird ver-sucht, die Vektordiagramme der synchronen Wechselstrom-maschinen, sowie auch ihre Stromdiagramme rechnerisch und experimentell festzulegen[14]).

Die Streuung hat ebenfalls in den letzten Jahren zu neuen Forschungen Anlaß gegeben. Vor allem ist die Wickelkopfstreuung eingehender erforscht worden, sowie auch der Einfluß der Streuung auf Wirbelstromverluste in Gehäuseteilen[15]). Untersuchungen über die Streuung bei unsymmetrischer Lage der Transformatorwicklungen sowie bei Vieleckschaltung von Transformatoren erscheinen wünschenswert.

Auch die Wirbelströme in massivem Eisen bilden einen Gegenstand der modernen Forschung. In den letzten Jahren sind mehrere Arbeiten auf diesem Gebiet erschienen[16]), doch muß noch Vieles untersucht und geklärt werden.

Die Stromwendung bei Kollektormaschinen wird erforscht, seit es Gleichstrommaschinen gibt[17]). Heute berechnet man sie in der Praxis immer noch nach dem *Pichelmayerschen* Verfahren. Nur die Rundfeuererscheinungen bei Einanker-Umformern sind in der letzten Zeit einigermaßen geklärt worden[18]). Eine grundlegende Wandlung in der Erforschung der Stromwendung wird erst möglich sein, wenn man sich die Erfindung des Kathodenoszillographen und des Kinematographen für experimentelle Untersuchungen auf diesem Gebiet zunutze macht.

Der Drehstrom-Induktionsmotor ist der Industrie noch nicht einfach genug. Bekanntlich hat die Induktionsmaschine die Eigenschaft, nur dann mit großem Anzugmoment anzufahren, wenn ihr Läuferwiderstand groß ist. Ein großer Läuferwiderstand bedingt aber einen schlechten Wirkungsgrad. Beim Anlassen des Schleifringläufer-Motors schaltet man in den Läuferkreis einen Widerstand, den man mit zunehmender Drehzahl verkleinert. Durch Kurzschließen der Schleifringe und Abheben der Bürsten kann der Wirkungsgrad des Motors verbessert werden; aus betriebstechnischen Gründen lehnt man aber heute mit Recht Kurzschlußvorrichtungen vielfach ab. Man will wie in Amerika heute einen Kurzschlußläufermotor mit hohem Anlaufmoment haben. Da ein Kurzschlußläufer-Motor nicht gegen eine größere Last anfahren kann, hat man Kupplungen gebaut, die nach dem Anlauf des Motors die Last einkuppeln. Auch diese Lösung erscheint noch zu verwickelt. Man hat daher versucht, Drehstrommotoren zu bauen, deren Läuferwiderstand im Stillstand groß, bei Normaldrehzahl aber klein ist[19]), teils nach den Grundsätzen *Boucherots*, teils nach dem *Fieldschen* Stromverdrängungsprinzip, teils mit Polumschaltung, teils auch mit Fliehkraftumschaltern[20]). Stromverdrängungs- und Doppelkäfig-Motoren haben naturgemäß einen schlechten Leistungsfaktor. Zu einer einwandfreien, einfachen Lösung dieser Aufgabe ist es bis heute nicht gekommen.

Kurz nach dem Kriege war die Verbesserung des Leistungsfaktors die große Mode. Es muß zugegeben werden, daß in der Inflationszeit besonders die Überlandwerke über sehr schlechte Leistungsfaktoren zu klagen hatten, was in der Hauptsache darauf zurückzuführen ist, daß überall viel zu große Drehstrommotoren in die Betriebe eingebaut waren. Damals tauchten die phasenkompensier-

[8]) Transact. First World Power Conference Bd. III S. 794, London 1925 (Vertrieb für Deutschland VDI-Buchhandlung).
[9]) Z. Bd. 70 (1926) S. 889, Arch. f. El. Bd. 12 (1923) S. 361.
[10]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 485, Bd. 69 (1925) S. 1198 u. Bd. 73 (1929) S. 30.
[11]) Vergl. „Technische Blätter" Prag 1911 Heft 2 u. 3.

[12]) Vergl. *Mellenthin*, Dissertat., Braunschweig 1928: ETZ Bd. 50 (1929) S. 117.
[13]) Vergl. *Rüdenberg:* „Kurzschlußströme usw.", Berlin, 1925; *Biermanns:* „Überströme usw.", Berlin, 1926.
[14]) Vergl. E u. M. Bd. 43 (1925) S. 781; Arch. f. El. Bd. 13 (1924) S. 12; E u. M. Bd. 45 (1927) S. 1; *Grellmann*, Diplomarbeit. Braunschweig 1927.
[15]) Vergl. ETZ Bd. 45 (1924) S. 37, 59, 509; Bd. 46 (1925) S. 1182; Siemens-Zeitschr. Bd. 6 (1926) S. 605.
[16]) Vergl. *Rüdenberg*, Dissertat., Hannover 1906; ETZ Bd. 44 (1923) S. 513; Arch. f. El. Bd. 14 (1925) S. 433.
[17]) Vergl. ETZ Bd. 17 (1896) S. 585; ETZ Bd. 20 (1899) S. 97; Arch. f. El. Bd. 12 (1923) S. 144; ebenda Bd. 12 (1923) S. 286. 398; ebenda Bd. 13 (1924) S. 67; *Rüdenberg*, „Theorie der Kommutation", Stuttgart 1907; *Pichelmayer*, „Dynamobau", Leipzig 1908; *Gruber*, Diplomarbeit, Braunschweig 1927; *Schliephake*, Dissertation, Darmstadt 1927.
[18]) Vergl. Journal of the I. E. E. Bd. 60 (1922) S. 501; ETZ Bd. 43 (1922) S. 1389; ETZ Bd. 48 (1927) S. 129.
[19]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 375, Bd. 68 (1924) S. 173 u. Bd. 72 (1928) S. 1646; Arch. f. El. Bd. 15 (1925) S. 121; Bd. 21 (1928) S. 1; Bd. 21 (1928) S. 289
[20]) Z. Bd. 72 (1928) S. 707.

ten Motoren[21]) auf, die recht gut arbeiteten; sie hatten nur einen Nachteil, sie waren recht verwickelt und schwerer zu warten. Große phasenkompensierte Induktionsmotoren werden immer noch gebaut. Auch heute ist die Frage des Leistungsfaktors der Kraftwerke wichtig. Man sucht sie meist dadurch zu lösen, daß man in Speisepunkten mit schlechtem Leistungsfaktor große Phasenschieber aufstellt. Der Bau von Blindleistungsmaschinen[22]) hat sich in den letzten Jahren sehr entwickelt, und hier sowohl wie überhaupt auf dem Gebiet der Drehstrom-Kollektormaschinen[23]) ist noch viel Neues und Wichtiges zu erwarten.

*

Man könnte meinen, daß mit den heutigen größten Maschinenleistungen, mit den heutigen höchsten Spannungen schon nahezu das Ende der Entwicklung erreicht sei. Bedenkt man aber die Fortschritte der letzten zehn Jahre, so wird man vorsichtig im Voraussagen. Die Entwicklung der Elektronik, vor allem des Quecksilber-Gleichrichterbaues[24]), hat in den letzten Jahren stürmisch eingesetzt, und es ist noch schwer abzusehen, wie weit diese Entwicklung zu Umwälzungen in der Elektrotechnik, vor allem im Elektromaschinenbau führen wird. Eines kann man vorläufig wohl voraussagen: Stromerzeuger und Motoren werden auch durch die schönsten Erfolge der Elektronik nicht verdrängt werden können, wohl aber vielleicht die verschiedenen Ausführungen der Maschinenumformer.

[21]) Z. Bd. 70 (1926) S. 847. Arch. f. E. Bd. 15 (1926) S. 237; ETZ Bd. 45 (1924) S. 456; Bd. 44 (1923) S. 4.

[22]) Vergl. ETZ Bd. 33 (1917) S. 1079; Bd. 46 (1925) S. 142.

[23]) Vergl. ETZ Bd. 31 (1910) S. 228, 749, 785, 794, 1181, 1221; ETZ Bd. 32 (1911) S. 233; E. u. M. Bd. 28 (1910) S. 367; ETZ Bd. 33 (1912) S. 89; ETZ Bd. 46 (1925) S. 142.

[24]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 906 u. 1755.

Die deutsche Elektrotechnik war infolge der Kri zeit gegenüber der amerikanischen zurückgeblie Heute ist der amerikanische Vorsprung eingeholt zum Teil überholt. Was der gesamten deutschen I strie fehlt, auch der Elektroindustrie, ist ein großes satzgebiet, und darin liegt auch die Gefahr, daß Amerika wieder überflügelt. Hoffen wir, daß es uns lingen möge, trotz aller Schwierigkeiten im In- und lande neue Absatzgebiete zu erobern. Dann wird deutsche Elektrotechnik und mit ihr der deutsche Elek maschinenbau auch weiterhin führend bleiben.

Die neuen elektrotechnischen Institute

Die neuen elektrotechnischen Institute, Abb. 1, auf einem der alten Hochschule unmittelbar benachba 11 500 m² großen Grundstück erbaut worden. Dabei Teile eines sehr solide gebauten Fabrikgebäudes mit wendet und ausgebaut worden. Die umbaute Grundfl beträgt rund 1800 m², auf der drei große Institute standen sind.

Der Nordflügel umfaßt das Institut für el trische Meßkunde und Hochspannun technik mit einem großen Hochspannungsraum 500 m² Grundfläche und 14,5 m Höhe, in dem Spannun von mehr als 1 Mill. V erzeugt werden können, Abb Vorgesehen sind drei 500 kV-Transformatoren, von de einer bereits arbeitet; außerdem ist eine größere An Transformatoren für Spannungen bis zu 150 kV vorhan Eine große Stoßprüfanlage für mehr als 1 Mill. V und große Tesla-Transformatoren, die Funken von über Länge geben können, vervollständigen die Einrichtung. einem der kleineren Hochspannungsräume steht ein Ka denoszillograph nach *Rogowski*[25]). Insgesamt enthält di Institut in fünf Stockwerken 43 Räume, die für meßt nische Übungen sowie für Forschungsarbeiten auf dem biet der Meßkunde und Hochspannungstech eingerichtet sind. Ein Freiluft-Versuchs ermöglicht, Isolatorenversuche und dergl. Freien auszuführen.

Der Südflügel mit einem anschließen Westflügel enthält in drei Stockwerken Institut für elektrische Masc nen, dessen große dreischiffige Ha Abb. 3, eine Grundfläche von 400 m² bed und eine Hebezeuganlage enthält, die du ein Krantor auf den Hof hinausreicht. Institut hat in 25 Räumen außer der gro Halle mehrere kleine Maschinensäle für schungsarbeiten, Transformatoren-Versu räume, einen großen Zeichensaal usw. 35 Grundplatten und Spannrosten stehen 100 Maschinen und 20 Transformatoren, wie verschiedene Bremseinrichtungen.

Die obersten Stockwerke enthalten 24 Räumen das Institut für Fer melde- und Hochfrequenztec nik mit einer gesamten nutzbaren Gru fläche von 800 m². Außer einer gro Antennenanlage ist eine *Frankesche* schine[26]) im Kabelmeßzimmer aufgebaut, schiedene Kurzwellensender für sehr kle Wellenlängen, sowie Meßeinrichtungen außerordentlich kleine Spannungen Ströme sind vorhanden, ebenso ein Oszi graph mit sechs Schleifen.

Ein kleines galvanotechnisch Laboratorium und ein Laborat rium für technische Elektr nik sind ebenfalls eingerichtet worden. Die Institute sind angeschlossen an 6000 V-Drehstromleitung des Städtisc Elektrizitätswerkes und an die 2 × 220

[25]) Ein Bericht von Prof. *Rogowski* über Arbeiten mit dem Kathodenoszillographen wird aussichtlich in dieser Zeitschrift erscheinen.

[26]) Vergl. ETZ Bd. 34 (1913) S. 433.

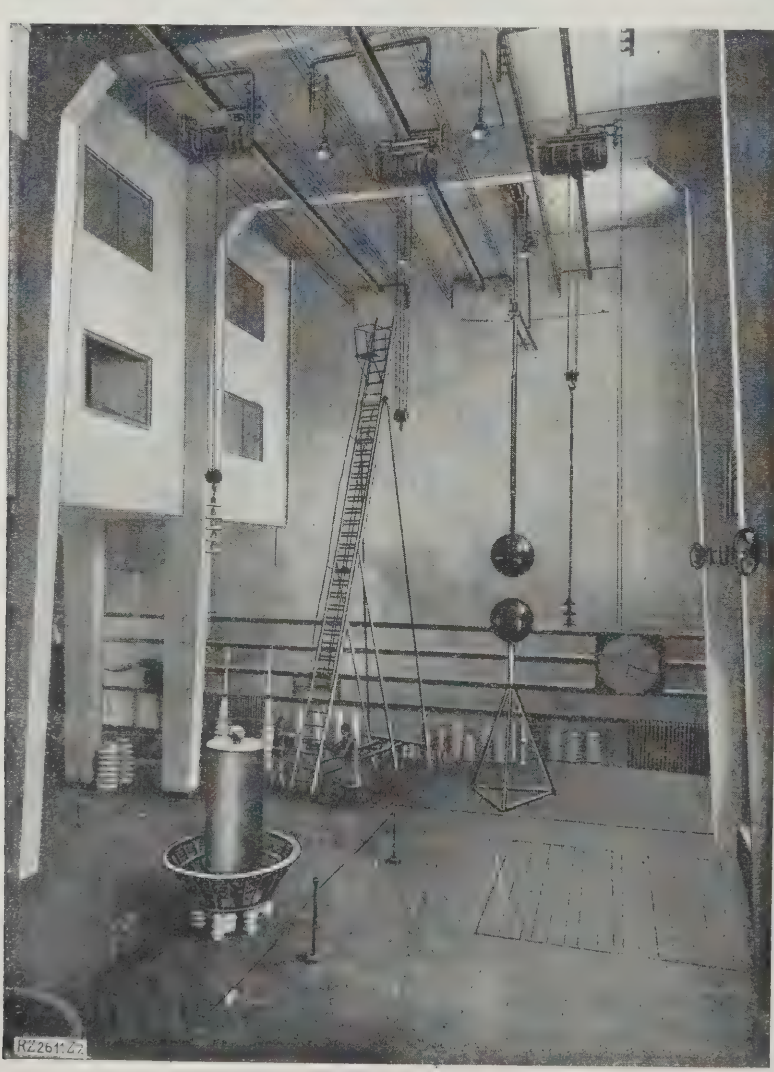


Abb. 2.
Großer Hochspannungsraum im Institut Hochspannungstechnik in Braunschweig.
Blick von der Schaltbühne auf die Funkenstreck und einen *Tesla*-Transformator.

g sowohl des Städtischen Elektrizitätswer- auch der Hochschulzentrale. Gleichrichter mformer zur Umformung von Drehstrom in strom und umgekehrt sind vorhanden.

stweilen sind im Neubau noch ein Zeichen- on der Maschinenbauabteilung und mehrere von dem Lehrstuhl für Schweißtechnik be- ie später auch für die elektrotechnische An- rei werden.

Entwicklungsarbeiten

die Entwicklung der Elektrotechnik sind m Institut für elektrische Maschinen an der schen Hochschule Braunschweig eine Reihe rbeiten durchgeführt worden; weitere sind nge. Sie umfassen: Wachstumgesetze und ebung bei elektrischen Maschinen und Trans- oren[27]), Kapazitätstransformator[28]), Wälz- bei Elektromotoren, Erwärmung und Wärme- , Magnetisierungsströme bei Drehstrommoto- Ankerrückwirkung, Stromdiagramme und und Gegenfeldreaktanz bei synchronen Wech- mmaschinen[30]), Einphasen-Drehtransforma-), Drehfeld-Wechselfeld-Transformation, Syn- usatz- und Phasenschiebermaschinen, Luft- itung bei Elektromagneten, Streuung[32]), ströme in massivem Eisen, Elektromagnetische

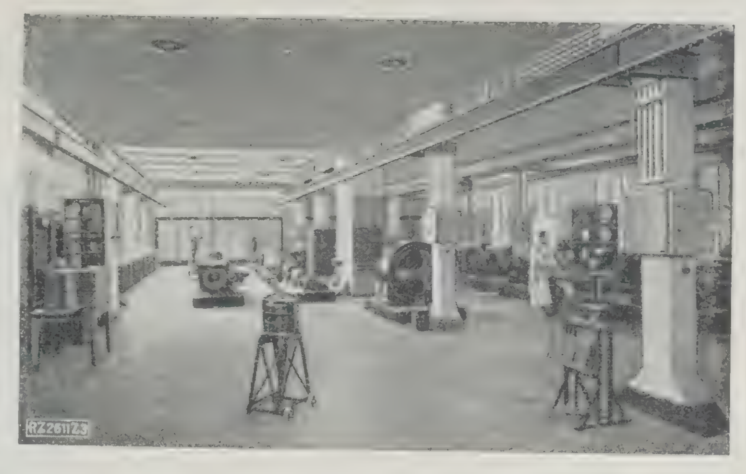


Abb. 3. Westliches Schiff der großen Halle im Institut für elektrische Maschinen.
Im Hintergrunde der Gleichstromteil der 14 m breiten Hauptschalttafel.

Werkstoffprüfung, Stromwendung, Doppelkäfig-Drehstrommotoren[33]) und selbsttätige Anlaßkupplungen.

Die Arbeiten sind zum Teil noch in den engen Kellerräumen des alten Instituts für Elektromaschinenbau durchgeführt worden. Es ist zu hoffen, daß in den neuen schönen Laboratoriumsräumen noch zahlreiche Forschungsarbeiten entstehen. [B 2611]

Unger, ETZ Bd. 41 (1920) S. 3; *Weißensee*, Arch. f. Elektrotechn. 928) S. 356, ETZ Bd. 49 (1928) S. 618 u. Dissert. Braunschweig 1928.
Probst, ETZ Bd. 45 (1924) S. 750 u. Dissert. Braunschweig 1924.
Mellenthin, Dissert. Braunschweig 1928.
Unger, ETZ Bd. 41 (1920) S. 306 u. Fachber. Jahresvers. 1926 Verb. Elektrotechniker S. 3, *Vossius*, ETZ Bd. 46 (1925) S. 769 u. Dissert. hweig 1923.
Unger, Wiss. Veröff. Siemenskonzern Bd. 2 (1922) S. 128.
Unger, ETZ Bd. 41 (1920) S. 627 u. Bd. 48 (1927) S. 1229, Elektro- . Maschinenb. (Wien) Bd. 39 (1921) S. 17 u. Arch. f. Elektrotechn. (1926) S. 467.

[33]) *Brüser*, Dissert. Braunschweig 1927 u. Arch. f. Elektrotechn. Bd. 19 (1922) S. 289.

Brandgefahren durch Unterstellen von Kraftwagen in ungeeigneten Räumen

lfolge der starken Ausbreitung des Kraftwagenver- in den letzten Jahren haben sich neue Brandgefahren lie Unterstellung der Wagen in unvorschriftsmäßigen n ergeben. Besonders durch die unzulängliche „vor- ig" Unterbringung des soeben angeschafften Kraft- es, die leicht zu einer ständigen wird, entstehen Brand- hen, die noch viel zu wenig bekannt sind.

uf dem Land ist man in dieser Hinsicht überaus sorg- nnen, Scheunen, Wagenschuppen werden wahllos zur tellung benutzt. In den Städten sind die Verhält- ünstiger infolge der schärferen Aufsicht.

ie hauptsächlichsten Gefahren bilden Vergaser- de beim Anlassen der Kraftwagenmotoren. Sie sind ngelhafter Unterbringung der Wagen nur zu oft die e von Gebäudebränden. Als wirksames Mittel zum öhen dieser Brände hat sich die Bereithaltung eines uerlöschers im Kraftwagen und der Einbau eines , selbsttätig arbeitenden Feuerlöschers oberhalb des ers als zweckmäßig erwiesen; bei einem Vergaser- d wird dieser durch die unterhalb der Motorhaube ent- e Hitze in Tätigkeit gesetzt und erstickt den Brand le Regel selbsttätig, bevor ein größerer Schaden ent- t.

ie Ausbreitung solcher Brände, die auch auf andern en beruhen können, läßt sich nur verhindern, wenn e Kraftwagenräume so herstellt, daß in feuerpolizei- Hinsicht keine Bedenken vorliegen.

ie Vorschriften über die Unterstellung Kraftwagen enthalten aber auch noch Lücken, Beseitigung als dringend notwendig anzusehen ist. de zu weit führen, diese hier zu besprechen. Viel ig Wert wird noch auf die Entlüftung der räume gelegt. Viele Menschen werden alljährlich lie sich entwickelnden giftigen Gase getötet.

Zr Verhütung von vermeidbaren Bränden, wodurch lljährlich unserer verarmten Volkswirtschaft große unwiederbringlich verlorengehen, ist es daher er- ch, beim Bau von Räumen zur Unterstellung von hrzeugen die nachstehenden hauptsächlichsten For- ngen zu beachten:

1. Die Kraftwagen-Unterstellräume müssen in der Regel feuerbeständige (massive) Wände haben und dürfen keine Verbindung mit Nebenräumen erhalten.
2. Die Decken müssen feuerbeständig (massiv) oder feuerhemmend (verputzt), je nach Lage des Raumes, hergestellt werden.
3. Die Fußböden müssen unverbrennlich sein.
4. In den Kraftwagenräumen dürfen sich keine Feuerstätten und Reinigungsöffnungen für Schornsteine befinden. Ausbesserwerkstätten dürfen nicht mit den Wagenräumen in Verbindung stehen. Für eine genügende Entlüftung ist zu sorgen.
5. Die Kraftwagenräume müssen durch fugendichte, feuerbeständige, von außen zu heizende Kachelöfen oder durch andre geeignete Heizanlagen geheizt werden.
6. Elektrische Glühlampen, Schalter, Steckdosen und Sicherungen sind mindestens 1,50 m über dem Fußboden anzubringen. Sonstige Beleuchtungen sind als Außenbeleuchtung gestattet, wenn sie durch festeingemauerte Fenster von den Innenräumen dicht abgeschlossen sind.
7. An Betriebstoffen ist in den Kraftwagenräumen nur die Unterbringung eines Kanisters bis zu 15 l Inhalt, der jedoch am Wagen befestigt sein muß, gestattet.
8. An den Zufahrten der Wagenräume ist durch Anschlag augenfällig und in dauerhafter Ausführung bekanntzugeben:

„Kraftanlage. Rauchen, offenes Licht und offenes Feuer verboten!"

Ferner ist in den Wagenräumen folgender Aushang anzubringen:

„Vorsicht beim Laufenlassen der Motoren! Vergiftungsgefahr!"

9. Für jeden Kraftwagen ist geeignetes Löschgerät bereitzuhalten.
10. Auf Räume, in denen Kraftfahrzeuge mit Betriebstoffbehältern von weniger als 15 l Fassungsvermögen einzeln untergebracht sind, brauchen diese Vorschriften nicht angewendet zu werden, wenn die Räume feuerbeständige Wände erhalten.

An vielen Stellen sind diese Anforderungen nicht erfüllt. Mit der weiteren Zunahme des Kraftwagenverkehrs werden ohne Zweifel auch die Brandschäden durch die Kraftwagenunterstellung in ungeeigneten Räumen zunehmen, wenn in dieser Hinsicht nicht rechtzeitig vorgebeugt wird.

Kiel [N 2511] *H. Clausen*,
Techn. Landesoberinspektor

Fließarbeit in der Galvanotechnik

Von J. W. WOLF und W. MICHAELIS, Berlin-Frohnau

Da die betriebsmäßigen Grundbedingungen für die Fließarbeit ununterbrochenes Vorarbeiten vieler Einzelteile, in vielen Betrieben, auch für die Vorgänge des Galvanisierens gegeben sind, hat man besondere Verfahren und Geräte hierfür entwickelt. Bei den Ringbädern wird die Ware mit einer Förderkette an das Ringbad herangeschleppt, an die feste ringförmige Kathodenstange abgegeben und nach dem Galvanisieren wieder von der Förderkette übernommen.

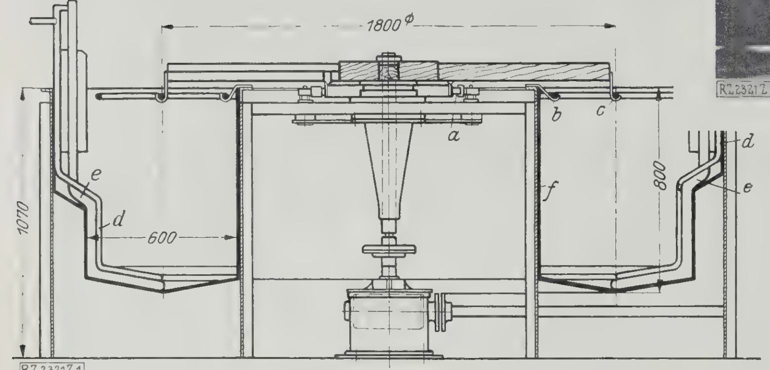


Abb. 1 und 2
Ansicht und Schnitt von einem Ringbad.

a Stromzufuhr zur Anode
b Anodenring
c Kathodenring (umlaufende Warenstange)
d Rohr zum Zuführen angewärmter Luft
e Saugrohr
f Badbehälter

Die günstigen Erfahrungen, die man mit der Fließarbeit bei einer großen Zahl von Fertigungsarbeiten gemacht hat, haben auch in der Galvanotechnik mit ihrem vielfach auf Massenfertigung eingestellten Betriebe dazu geführt, die Arbeitsweise der Fließarbeit anzupassen und durchzubilden. Elektrizitätsfirmen, Kraftwagen-, Fahrrad- und Metallwarenfabriken haben häufig galvanische Anlagen, wo man große Mengen gleichartiger Einzelteile behandeln muß. Alle diese Betriebe weisen hohe Stückzahlen auf, so daß die Anwendung der Fließarbeit größere Wirtschaftlichkeit gewährleistet.

Das Galvanisieren, als Schutzmittel gegen Anfressung oder zum Verschönen angewandt, verlangt im Fließbetriebe die zwangläufige Schaltung folgender Arbeitsgänge: Zuführen der Werkstücke, Vorbehandlung, Galvanisieren, Nachbehandlung und Abführen der Arbeitsstücke. Die Vorbehandlung besteht aus einer chemischen und mechanischen Behandlung, aus dem Entfetten und unter Umständen dem Dekapieren. Die Nachbehandlung erstreckt sich auf das Spülen, Trocknen und Nachpolieren.

Mechanische und chemische Vorbehandlung

Jede Unebenheit der Oberfläche zeichnet sich auch im galvanischen Metallüberzug ab; die mechanische Vorbehandlung mit Bürsten und Schleifscheiben ist also sorgfältig auszuführen. Für die Fließarbeit kommt nur maschinelles Schleifen und Polieren in Frage. Es gibt einige Bauarten von selbsttätigen Schleifmaschinen, die für bestimmte Werkstücke eingerichtet sind. Eine Sonderbauart dient z. B. zum Planschleifen der Bügeleisensohlen. Runde Körper, wie Rohre, Töpfe u. a., können ebenfalls auf selbsttätigen Schleif- und Poliermaschinen bearbeitet werden; die zu bearbeitenden Teile müssen jedoch mit der Hand eingesetzt werden. Für alle Teile, die man nur im Handbetrieb poliert und schleift, muß ein größerer Betrag in die Kostenberechnung eingesetzt werden. Unter Umständen ist noch eine chemische Vorbehandlung notwendig, z. B. müssen verzunderte Stücke oder rohe Gußwaren in die Beize, Messingguß in die Gelbbrenne gebracht werden. Hierfür hat man ebenfalls selbsttätig arbeitende Anlagen ausgebildet. Vorbedingung für das Haften der galvanischen Niederschläge auf dem Grundmetall ist die völlige Glätte der zu schützenden Oberfläche und die vollständige Oxyd-, Fett- und Schmutzfreiheit.

Entfetten

Da das Entfetten so wichtig für gute Arbeitsergebn ist, seien die üblichen Entfettungsverfahren kurz geführt:

1. Verseifen in kochender Lauge,
2. Anwendung geeigneter Fettlösungsmittel, hauptsä lich Benzin und nicht feuergefährliches Trich äthylen,
3. elektrolytische Entfettung.

Dabei ist zu beachten, daß einzelne Metalle und Legier gen, z. B. Aluminium, Messing, Zink und Zinn, Alkalien bei gewisser Temperatur und Dichte angegrif werden können. Verschiedentlich hat man versucht, schinell mit Lösungsmitteln zu entfetten. Zu diesem Zwe werden die zu entfettenden Teile und das unter Umstän erwärmte Lösungsmittel in einem geschlossenen Gefäß sammengebracht. Das fetthaltige Lösungsmittel wird destilliert, kondensiert und im Kreislauf für neue Verw dung zurückgewonnen. Solche Einrichtungen wurden bis von Pfannhauser, Heller-Christ und Wacker in den H del gebracht. Im Betriebe hat sich in letzter Zeit auch aus Amerika stammende Crescent-Waschmaschine bewä wo das mechanische Reinigen mit der Entfettung einigt ist.

Einen wichtigen Fortschritt bietet die elektroly sche Entfettung: Ein Eisenblech ist Anode, der entfettende Gegenstand ist Kathode. Als Elektrolyt dien z. B. Lösungen von Soda, Pottasche oder bestimmter Sa von Alkalien. Die lebhafte Gasentwicklung an Kathode sprengt die dem Gegenstande anhaftende Fetth und das Fett wird von der Lauge, die sich während Elektrolyse bildet, verseift. Die entfetteten Gegenstä müssen so rasch wie möglich in das Galvanisier gebracht werden, um der Bildung hauchfeiner, nicht tallischer Niederschläge, z. B. von Oxyden, zuvorzukomm Diese wirken sonst beim Galvanisieren als trenne Schicht zwischen dem Grundmetall und dem nieder schlagenden Überzuge.

Sind solche Niederschläge dennoch entstanden, so ein neuer Arbeitsgang erforderlich: das sogenannte D kapieren. Angelaufene Stücke werden in einem B behandelt, das die Oxyd- oder Sulfidschicht löst. Dies Nachreinigen kann man bei Eisen, Blei und Zink

ıdmetallen durch elektrolytisches Entfetten mit so- · anschließendem Verkupfern vermeiden. Das Ver- n ist gleichzeitig die Probe für einwandfreie Ent- ı, da Spuren noch anhaftenden Fettes den Kupfer- schlag verhindern würden.

Bäder mit bewegter Ware

ın der richtigen Wahl der Stromdichte hängt das en einwandfreier galvanischer Überzüge wesentlich ı ruhenden Bädern arbeitete man bis vor kurzem mit us Zahlentafel 1 ersichtlichen Stromstärken. urden die für jedes Bad zulässigen Grenzen der lichte überschritten, so traten an den Niederschlägen le Eigenschaften auf.

Zahlentafel 1
Stromdichten für ruhende Bäder

	Dichte ° Bé	Strom A/dm²
Nickelbäder	15 bis 16	0,6 bis 0,8
saure Kupferbäder	15 „ 20	1 „ 3
Zyankali	7 „ 8	0,3 „ 0,4
saure Zinkbäder . .	24 „ 26	1 „ 3
Kadmiumbäder . .	8 „ 10	1 „ 1,5

i neuzeitlichen Anlagen kann man mit größeren ıdichten arbeiten, ohne verfärbte, abblätternde oder Niederschläge zu erhalten. Erhöhte Stromdichte be- lie Bewegung der Ware im Bade, eine gute Filtra- nd höhere Badtemperatur. Die zweckmäßigste Be- ng der zu galvanisierenden Gegenstände und die des Galvanisierungsbades müssen einander angepaßt Wanderbäder mit Kettenförderung und Stromzufüh- über die Kette haben mitunter zu Störungen und erlusten geführt, infolge gelegentlich ungenauen Kon- und des Oxydierens der Fördervorrichtung. Eine ätzlich andere Anordnung der Waren- und der ıuführung weisen die *Riedelschen* Ringbäder, Abb. 1,

re Hauptmerkmale sind die starre Warenstange mit r Stromzuführung und Kontaktgebung und die teilung zwischen der Förderkette und der festen stange. Im Gegensatze zu anderen Anordnungen t hier die Förderkette die Waren nicht durch die sondern führt sie ihnen nur zu, gibt sie dort an te Warenstange ab und übernimmt sie von dieser m Galvanisieren wieder zur Weiterförderung durch il- und Trockenanlage. Die Führung innerhalb der fällt ausschließlich der ringförmigen, sich drehenden enwarenstange zu, Abb. 2.

e Fördervorrichtung besteht aus zwei Förder- a, Abb. 3, oder einer einfachen Kreuzgelenkkette, regelmäßigen Abständen durch besonders geformte merstangen miteinander verbunden sind. An diesen iedern hängt ein Doppelhaken *c*, an dem die Auf- orrichtungen angehängt oder eingeschraubt werden . In der Mitte des Bades sind der Antrieb und der lter eingebaut. Die Badflüssigkeit befindet sich in zylindrischen Ring. An einem Drehgestell ist die nde Warenstange über der Badflüssigkeit an- ıt. Die Umlaufzeit des Drehgestelles kann auf meh- eschwindigkeiten eingestellt werden. Ein Umlauf ht der gesamten Behandlungszeit. Hohlkörper und eile können während des Kreislaufes im Bade mit- er Sondervorrichtung noch um ihre eigene Achse werden.

kupferne, nickelplattierte Warenstange ist leicht ılich und wird mit einer umlaufenden Formbürste urch eine Gummiabstreichvorrichtung unter Be- mit reinem Spülwasser dauernd mechanisch ge- Kräftige Stromabnehmer (Stromschiene, Schleif- und Kontaktringe) sind an die Warenstange starr eschlossen, daß sie nicht von den oxydierenden ıpfen getroffen werden. Eine besondere Fangvor- ug verhindert, daß der ausgebleite Badbehälter durch llende schwere Gegenstände beschädigt wird; eitig wird dem Liegenbleiben hineingefallener Gegenstände vorgebeugt und damit den unerwünschten Reaktionen zwischen dem Metalle dieser Gegenstände und dem Elektrolyten. Diese Fangvorrichtungen können unter den mechanischen Ein- und Aushängevorrichtungen angebracht werden.

Das Bad wird mittels Heizschlangen erwärmt. Acht bis zwölf getrennt eingebaute Umlauffilter (Zirkular-Elektrolytfilter) sorgen für die Reinhaltung. Glasklare Badflüssigkeiten sind nötig, um einwandfreie, dichte Niederschläge in bewegten Bädern zu erhalten. Die Art des Filterns muß man sorgfältig auswählen. Das Sauberhalten der Badflüssigkeit, insbesondere das Filtern und das Absaugen des Schlammes, wird durch die Form des Badbehälters unterstützt, dessen Boden nach der Mitte hin abgeschrägt ist. Infolgedessen kann der angehäufte Schmutz nicht aufgewirbelt werden und so die Güte des Niederschlages beeinträchtigen. Die Badflüssigkeit wird durch dauernd zugeführte angewärmte Luft ständig in Bewegung gehalten. Alle Verunreinigungen werden nach den Absaugrohren der Pumpen gespült, dort restlos erfaßt und abgesogen. Jede der acht Pumpen leistet 25 l/min, so daß man bis 18 m³/h filtern kann.

Zum Einführen der Warmluft und zum Ansaugen der Badflüssigkeit in die Filter sind in der Mitte des Badbehälterbodens Bleirohre angeordnet. Eine Anlage braucht in der Minute etwa 50 l ölfreie Druckluft von 0,2 bis 0,5 at.

Die erwähnten acht bis zwölf Umlaufelektrofilter sind bei den *Riedelschen* Ringbädern über den ganzen Badumfang gleichmäßig verteilt. Der ringförmige Badbehälter hat an seiner Stirnseite zur Aufnahme der Filter Ausbauten. Jeder Filterkasten ist rd. 12 cm breit.

Der erzeugte Badumlauf soll auch die Bildung von Poren (Sommersprossen) im Niederschlag verhindern. Sie entstehen durch kleine Wasserstoffblasen, die sich abscheiden und am Niederschlage fest haften bleiben.

Das Entfetten wird zweckmäßig in einem nach gleichen Grundsätzen gebauten Entfettungsbade vorgenommen. Eine selbsttätig arbeitende Oberflächen-Reinigungsanlage sorgt dann dafür, daß die entfettete Ware in einem vollkommen fett- und schaumfreien Gebiet herausgehoben wird. Die Größe des Ringbades läßt sich jedem Betrieb anpassen. Aus Gründen der Raumausnutzung ist dies von großer Bedeutung. Besonderen Betriebsverhältnissen angepaßte Fließanlagen zeigen Abb. 2, 4 und 5.

Ein Ringbad hat die gleiche Leistung wie z. B. zwölf ruhende, leichte Nickelbäder, erfordert aber höchstens ein

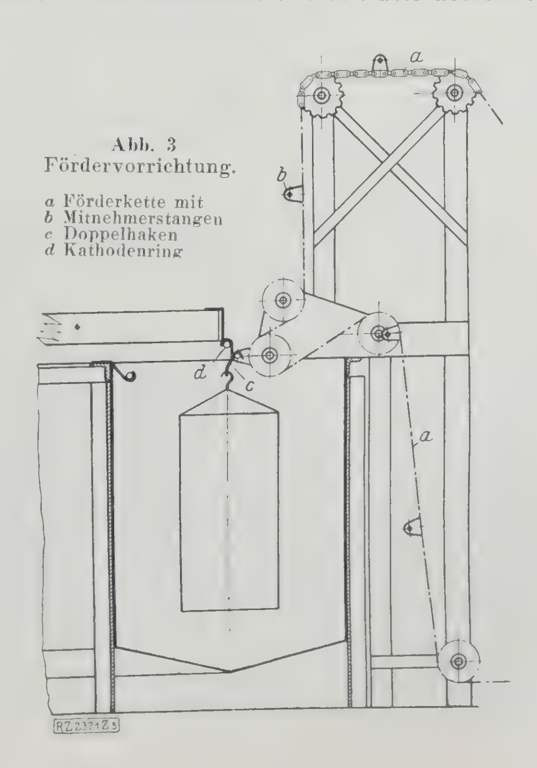
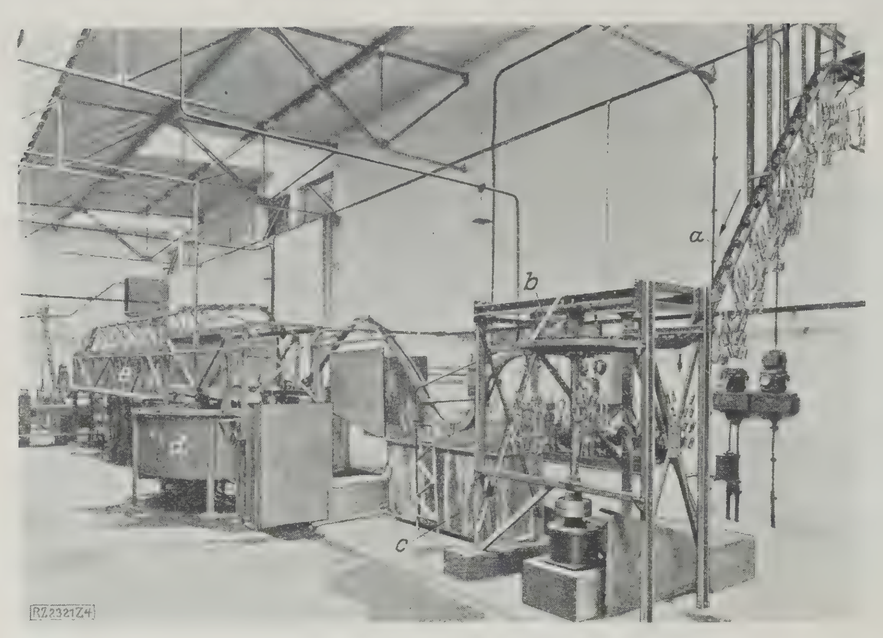


Abb. 3
Fördervorrichtung.
a Förderkette mit
b Mitnehmerstangen
c Doppelhaken
d Kathodenring



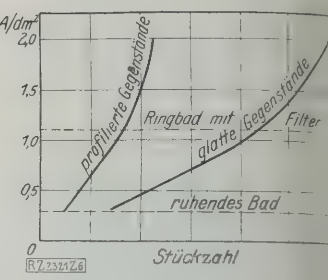


Abb. 6
Leistungssteigerung (Stückzahl der Zeiteinheit) bei bewegt Ware gegenüber ruhender Wa

Abb. 4 (links)
Teilansicht einer selbsttätiger Galvanisieranlage.
a Förderkette
b Antrieb
c Vorreinigung
d Entfetten im Ringbad
e Vorbehandlung

Drittel der Bedienungsmannschaft. Die Leistungssteigerung geht aus Abb. 6 hervor. Der Platzbedarf würde für zwölf ruhende Bäder 45 m², für das Ringbad 22 m² betragen. Die verwendete Stromdichte steigt von 0,3 A/dm² auf 1,2 A/dm² bis zu 3 A/dm². Die beschränkte Anoden-Lösungsgeschwindigkeit bedingt jedoch praktisch die Anwendung einer Kathoden-Stromdichte bis zu 2 A/dm². Das in den Anoden angelegte Kapital verringert sich bei dem Ringbade gegenüber den zwölf Nickelbädern um einen Betrag, der dem Unterschiede der gebrauchten Anodengewichte entspricht. Beispiele für die Zahl der in einem Ringbade zu vernickelnden Gegenstände gibt Zahlentafel 2, S. 611. Danach kann man mit dieser Anlage die Einzelteile für 450 bis 500 Fahrräder, ohne die Lenkstangen, in 8 h vernickeln.

Im Auslande versucht man die Fließarbeit in der Galvanotechnik mit Hilfe der einfachen Kettenförderung derart durchzuführen, daß die Ware von der Kette selbst durch das Bad geschleppt wird. [B 2321]

Zahlentafel 2. Mindestleistungen eines Rin bades mit einem Warenring von 3 m D

Ware	Vernickelungsmenge je Radbeschickung Stück	Leistung in 1 min Stück	Zeit 1000 S min
Lenkstangen, gewöhnliche deutsche (40 min)	80	2	50
Kettenräder, gewöhnliche (30 min)	90	3	33
Kurbeln . . . . „	225	8	13
Sattelwinkel . . . . . „	225	8	13
Nabenhülsen . . . . . „	675	23	4
Bremshebel . . . . . „	225	8	13
Bremsschuhe . . . . . „	225	8	13
Schutzblechstreben . . „	450	15	6
Kurbelachsen . . . . „	1125	38	28
Bremshebelkloben . . „	1312	43	2
Gabelringe . . . . . . „	1500	50	2
Obersteuerkopfkegel . „	1950	65	1
Steuerschalen . . . . „	1312	43	2
Vorderradnaben . . . „	1050	35	28

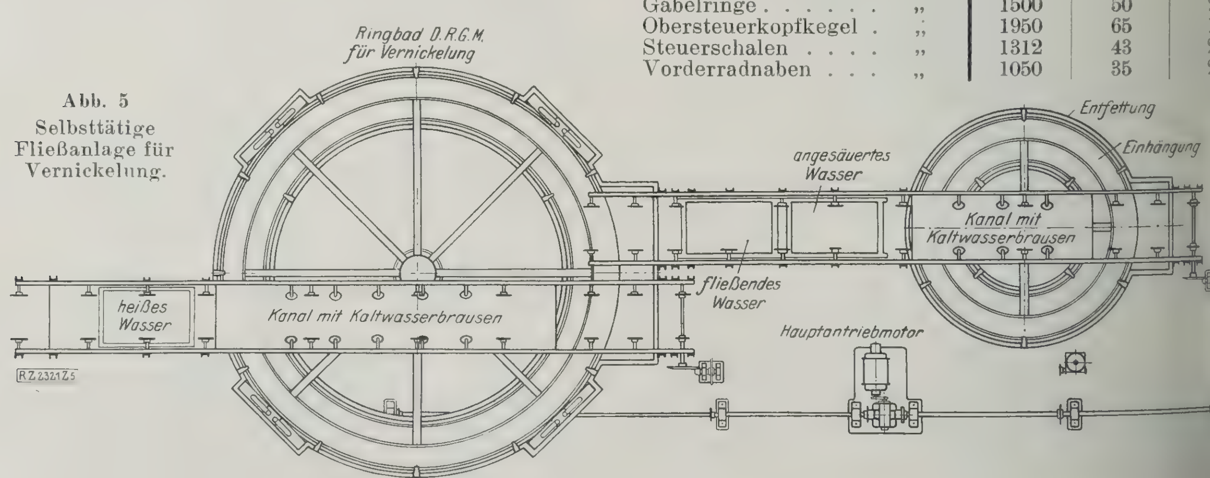


Abb. 5
Selbsttätige Fließanlage für Vernickelung.

Temperaturmessung durch Farbumschlag

Naeser entwickelte auf der 15. Vollsitzung des Werkstoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute[1]) ein optisches Temperaturmeßgerät, das nach folgenden Grundsätzen arbeitet:

Der Grad der Helligkeit eines strahlenden Körpers ist von der Oberflächenbeschaffung abhängig; die auf der Gesamtstrahlung beruhenden Pyrometer zeigen erfahrungsgemäß zu niedrige Werte an. Dagegen deckt sich die durch die Farbe des grauen Strahlers auf Grund spektralen Verteilung des Lichtes bestimmte Tempera fast genau mit der wirklichen. Zur Farbmessung ben man zwei keilförmige Filter von Komplementärfarben. im Spektrum entgegengesetzt liegen. Die Filter wer so lange gegeneinander verschoben, bis der Farbton we selt und das durchfallende Licht weiß erscheint. An ei Skala kann man dann die richtige Temperatur able Bei einfacher und schneller Handhabung gestattet di Meßgerät zwischen 900 und 2000 ° eine Genauigkeit ± 13 °. [N 2949] Stg

[1]) „Stahl und Eisen" 4. April 1929 S. 464.

Über Kokillenguß

Von Dipl.-Ing. HERMANN OBERMÜLLER, *Stuttgart*[1])

Die verschiedenen Verfahren des Gießens in Dauerformen werden angeführt, Sand-, Spritz- und Kokillenguß einander egenübergestellt. Die für den Gang des Verfahrens wesentlichsten Punkte, wie die Gestaltung der Kokille (Werkstoff, Anschnitt und Einguß, Entlüftung, Schräge der Seitenwände, Kerne) und das Gießen selbst werden beschrieben. Schließlich wird noch kurz die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens besprochen.

Gießen in Dauerformen unterscheidet sich zu- ıchst gegenüber dem sonst üblichen Verfahren des ıs in Sandformen dadurch, daß die Form nicht nach Guß zerstört wird, sondern daß sie aus einem hitze- digen Stoff besteht und so gestaltet ist, daß sie zum snehmen des Teils geöffnet und nachher wieder ge- ;en werden kann und damit wieder zu weiteren Güs- reit steht. Diese Art des Gießens hat sich besonders r Massenherstellung von Gußteilen aus Aluminium- ngen bewährt, und man spricht daher von Alumi- ıokillenguß, obgleich heute auch Gußeisen und ver- ne Kupferlegierungen in Dauerformen — als Form- erwendet man Gußeisen — vergossen werden:

im Gießen von Formteilen in Dauerformen können lgende Verfahren unterschieden werden:

uß in ruhende Dauerformen mittels der Schwer- raft, d. h. Kokillenguß,
uß in ruhende Dauerformen, unter Druck, d. h. ritzguß,
uß in umlaufende Dauerformen, d. h. Schleuderguß.

ßerdem kommen noch zwei Verfahren von z. Z. rer Bedeutung zur Anwendung, nämlich

uß in ruhende Dauerformen mit Nachverdichtung, h. Preßguß. Das in der Form befindliche flüssige etall wird durch einen Stempel unter Druck gesetzt; erdurch soll es gezwungen werden, die feinsten ken und Kanten der Form auszufüllen und soll ıßerdem ein sehr dichtes Gefüge erhalten.
urzguß. Das Metall wird in die Eisenform ein- gossen; sofort nach dem Eingießen wird die Form ngedreht und das noch flüssige Metall wieder aus- gossen. Das Metall, das mit den Formwänden in erührung kam, ist inzwischen erstarrt und zeigt ıch dem Herausnehmen eine schöne glänzende berfläche. Dieses Verfahren wird vielfach zur Her- ellung von Spielwaren verwendet.

I den folgenden Ausführungen soll nun lediglich das nguß-Verfahren behandelt werden, das in den letzten dank seiner mannigfaltigen Vorzüge eine wach- edeutung in der Industrie gefunden hat. Um dieser ung des Verfahrens gerecht zu werden, ist es not- zunächst seine Vorzüge gegenüber den andern rfahren, besonders gegenüber dem Sandguß und ıßverfahren zu erörtern.

Gegenüber der rauhen Oberfläche der Sandgußteile lie in der Kokille gegossenen Stücke eine hellglänzende, glatte Oberfläche, die eine Bearbeitung, außer an Paßflächen, überflüssig macht. Die zu erreichende Maßgenauigkeit ist wesentlich größer als beim Sandguß; infolgedessen ist es möglich, beim Kokillenguß mit geringerer Werkstoffzugabe (0,5 bis 1 mm) als beim Sandguß (rd. 2 mm) an bearbeiteten Stellen auszukommen. Die bei Kokillenguß erreichbare Maßgenauigkeit ist von einer Reihe von Punkten abhängig, z. B. von der Größe und Gestaltung des Gußstücks, von der Gestaltung und Herstellung der Form, zum geringeren Teil auch noch von der Legierung. Im allgemeinen wird eine Genauigkeit von ± 0,1 bis 0,3 mm gewährleistet; diese ist jedoch bei kleinen Gußstücken wesentlich besser einzuhalten als bei großen, da hier die Schwindung eine große Rolle spielt. Auch nimmt die Maßgenauigkeit um so stärker ab, je mehr Teile aus einer Form hergestellt werden, da die Form und auch die Kerne sich unter dem Einfluß der dauernden Wärmeschwankungen verziehen.

Im Gegensatz zum Sandformguß, wo die Form nach jedem Guß zerstört und wieder neu hergestellt werden muß, lassen sich in einer Kokille aus Gußeisen 10 bis 50 000 Stück gießen, die nach Eigenschaften und Maßgenauigkeit größte Gleichmäßigkeit aufweisen. Die beim Kokillenguß stattfindende rasche Abkühlung ergibt ein sehr druckdichtes Gefüge und läßt Festigkeitswerte erzielen, die beim Sandgußverfahren nicht erreicht werden, Abb. 1 bis 4 und Zahlentafel 1 und 2.

Kokillengußstücke können durch ungelernte Arbeiter gegossen werden, gelernte Former und Modelltischler sind nicht notwendig, wohl aber geübte Werkzeugmacher für die Herstellung der Kokillen. Hier gleichen sich also Vorzüge und Nachteile ungefähr aus. Ebenso ist dies der Fall hinsichtlich des Zeitverbrauchs bei verhältnismäßig geringen Stückzahlen. Während die Gußstücke sehr rasch hergestellt werden können, wenn erst die Form gebrauchsfertig vorhanden ist, so dauert häufig die betriebsmäßige Fertigstellung einer Form so lange, daß man mit dem Gießen in Sandformen, die auf einer Formmaschine hergestellt werden, bei geringeren Stückzahlen rascher zum Ziel kommt. Dieses Bild ändert sich jedoch, sobald die Fertigungszeit der Gußstücke im Verhältnis zur Fertigungszeit der Form größer wird; d. h. bei größerer Stückzahl. Kokillenguß wird im allgemeinen erst wirtschaftlich bei Stückzahlen über 1000. In manchen Fällen können auch kleinere Stückzahlen, z. B. 400, noch wirtschaftlich sein, wenn nämlich die Bearbeitungskosten nachher größer sind als die Kosten für die Herstellung einer Form.

Kokillengußteile lassen sich besser polieren und bearbeiten als Sandgußteile, auch soll die Beständigkeit gegen Anfressungen bei Kokillenguß besser sein als bei Sand-

[1]) ach einem Vortrag in der Fachsitzung „Metallkunde“ der 67. versammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Essen am i 28. Eine ausführliche Behandlung dieses Themas erscheint ict als Buch im VDI-Verlag.

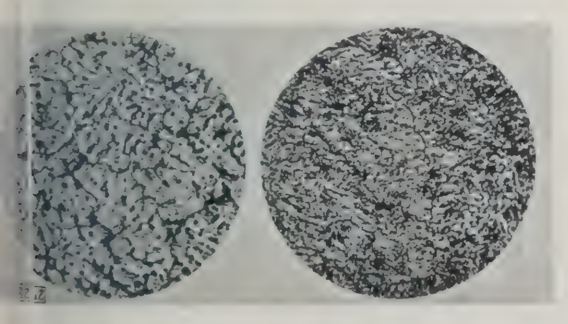


Abb. 1. Sandguß. Abb. 2. Kokillenguß.
Abb. 1 und 2
Dtsche Legierung (3 vH Cu, 10 vH Zn, Rest Al).

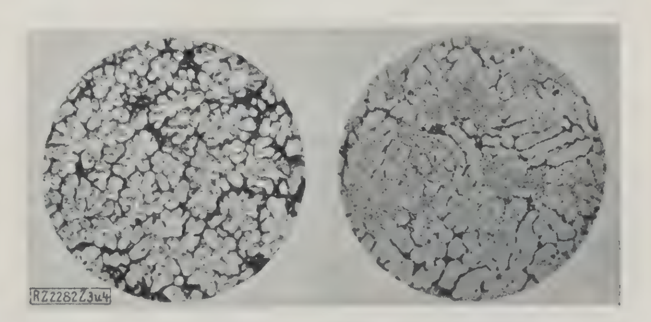


Abb. 3. Sandguß. Abb. 4. Kokillenguß.
Abb. 3 und 4
Amerikanische Legierung (Cu-Al-Legierung mit 8 vH Cu).

Zahlentafel 1
Festigkeitseigenschaften von Sand- und Kokillenguß von Lautal nach *Fuß*

Lautal als Gußmaterial wird zum Unterschied gegen das durchgeknetete mit „L IV" bezeichnet (Schwindmaß rd. 1,5 vH).

Zugfestigkeit kg/mm²	Sandguß		Kokillenguß	
	unvergütet 12 bis 20	vergütet 16 bis 25	unvergütet 17 bis 25	vergütet 20 bis 30
Dehnung . vH	bis 4	bis 4	bis 10	bis 10
Brinellhärte (5/250/30) kg/mm²	55 bis 60	65 bis 70	66 bis 80	90 bis 110

Die höheren Festigkeits- und Dehnungswerte entsprechen den geringeren, die niedrigen den größeren Wanddicken.

Zahlentafel 2
Festigkeitseigenschaften von Sand-, [...] killen- und Spritzguß von KS-Seewasse[...] nach *Sterner-Rainer*.

Spezifisches Gewicht 2,8, Schwindmaß 1 bis 1,5 vH Schmelzintervall 620 bis 640 °.

	Sandguß	Kokillenguß	Sprit[...]
Elastizitätsgrenze (0,03) kg/mm²	10	12	–
Zugfestigkeit . . . . „	16	19	2[...]
Dehnung . . . . vH	2,8	3,8	
Härte (10/1000/30) . . kg/mm²	68	70	8[...]
Einschnürung . . . . . . vH	7,5	12	–
Kerbzähigkeit . . . mkg/cm²	0,65	1,16	–
Ermüdungsfestigkeit (0,5 kg-Hammer)	10 000	40 000	–

*) Z. Bd. 69 (1925) S. 1324.

guß. Trotz der großen Vorzüge des Kokillengußverfahrens wird jedoch das Sandgußverfahren für kleinere Stückzahlen, für geringe Wanddicken sowie für sehr große oder verwickelte Teile nicht entbehrt werden können.

Auch beim Spritzguß ist gleich wie bei dem Kokillenguß als Massenfertigungsverfahren die Herstellung einer oft sehr verwickelten Form notwendig, die sich erst bei größeren Stückzahlen bezahlt macht. Während jedoch die Herstellkosten einer Kokille 50 bis 100 vH geringer sind als die einer Spritzgußform, ist außerdem die Lebensdauer einer Kokille wesentlich größer als die einer Spritzgußform. Ferner sind beim Spritzgußverfahren noch verwickelte Gießmaschinen erforderlich, während beim Kokillenguß nur einfache Vorrichtungen zum Halten und Bewegen der Formhälften gebraucht werden.

Die erreichbare Maßgenauigkeit ist beim Spritzgußverfahren wesentlich größer als beim Kokillenguß, so daß beim Spritzguß die Kosten für eine Weiterbearbeitung fast vollständig gespart werden können. Infolge der beim Spritzguß unvermeidlichen Schwindungsporen sind aber Festigkeit und Dichte der Spritzgußteile meist geringer als die von Kokillenguß.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß die Vergütung durch Wärmebehandlung, die einen Vorzug der Aluminium-Gußlegierungen bildet, am besten bei Kokillenguß anwendbar ist, während Sandguß und Spritzguß hierfür weniger geeignet sind.

Bei allen diesen Vorzügen erhält man beim Gießen in Dauerformen keineswegs immer nur gute Stücke. Hier ist wie beim Sandguß größter Wert zu legen auf beste Ausgangstoffe, sorgfältiges Schmelzen und Gießen, richtige Lage und Abmessung der Eingüsse, zweckmäßige Gestaltung der Form sowie noch auf eine Reihe weiterer Punkte, von denen später noch gesprochen wird.

Das geschmolzene Metall wird in die mit einem Eingußtrichter versehene, vorgewärmte Kokillenform mittels eines Löffels eingegossen. Kurz darauf werden die Kerne, die die Aussparungen des Gußstücks erzeugen, herausgezogen, die Form wird geöffnet und das Gußstück herausgenommen. Hierauf werden die beiden Formhälften wieder zusammengebracht, die Kerne eingesteckt und die Form verschlossen, die jetzt wieder zu einem neuen Guß bereit ist.

Für die Gewinnung einwandfreier Gußstücke nach diesem Verfahren sind folgende Punkte von ausschlaggebender Bedeutung:

1. Verhalten und Eigenschaften des zu vergießenden Metalls,
2. Gestaltung und Behandlung der Form.
3. der Gießvorgang selbst, d. h. die Berücksichtigung der aus den Eigenschaften des Metalls und der Form sich ergebenden Forderungen.

Im folgenden soll nun auf das Gießverfahren, und zwar hauptsächlich auf die Gestaltung der Form etwas näher eingegangen werden, wobei als Gußmetall Aluminiumlegierungen verschiedenster Art gedacht sind, auf deren Eigenschaften ich hier nicht näher eingehen kann.

Gestaltung der Kokillen

Um das Entfernen des Gußstücks aus der Form zu ermöglichen, ist es notwendig, die Kokillen zweiteilig auszuführen, wobei die beiden Formhälften sich mittels besonderer Vorrichtungen zusammen- und auseinanderziehen oder -klappen lassen. Damit ein wirtschaftliches Arbe[...] gewährleistet ist, muß sich die Form sehr rasch [...] sicher öffnen und schließen lassen. Aus diesem Gru[...] sind die beiden Formhälften geführt und außerdem [...] Paßstiften versehen, die zur Einhaltung der richtigen [...] lung während des Gießens dienen. Die Befestigung [...] Aufstellung der Kokillen erfolgt meist derart, daß [...] Trennfläche der Formhälften senkrecht oder unter ei[...] bestimmten Winkel zur Senkrechten liegt.

Die zur Erzeugung von Aussparungen oder Hohl[...] men dienenden Kerne sind in den Formhälften so a[...] bracht, daß sie mittels Hebels oder ähnlich leicht versch[...] bar und aus dem Gußstück entfernbar sind.

Als Werkstoff für Kokillen benutzt man in er[...] Linie Grauguß oder für manche Zwecke auch Stahl[...] Die Graugußblöcke müssen sehr dicht und porenfrei [...] und sich gut bearbeiten lassen. Phosphor- und Schw[...] gehalt sollen gering sein.

Die Beanspruchung des Werkstoffes besteht ha[...] sächlich in dem ständigen Wechsel der Temperatur, der [...] dauerndes Sichausdehnen und -zusammenziehen der F[...] und besonders der Formoberfläche mit sich bringt. [...] diesem Grunde weisen auch diejenigen Formen die gr[...] Lebensdauer auf, in denen immer sehr viel Güsse n[...] einander ausgeführt wurden, die Form sich also verh[...] nismäßig selten von der Temperatur während des Gieß[...] auf gewöhnliche Temperatur abkühlte. Ebenso ist na[...] lich gleichmäßige Anwärmung und Warmhaltung, so[...] vorsichtige Abkühlung besonders bei verwickelten Te[...] Hauptbedingung für eine lange Lebensdauer der Form[...] die sich bei längerem Arbeiten häufig bis auf dunkle [...] glut erhitzt. Auch durch Ausglühen der Blöcke vor [...] Bearbeiten soll es möglich sein, den Kokillen eine läng[...] Lebensdauer zu verschaffen.

Im übrigen wird die Lebensdauer der Kokillen weni[...] durch stoffliche Vorgänge beeinflußt, als durch Änder[...] gen an der Form der zu gießenden Teile oder durch [...] geringe Stückzahlen. Risse und Anfressungserschein[...] gen treten dagegen häufiger bei Kernen auf, die n[...] größere Temperaturschwankungen zu ertragen haben [...] die Form selbst. Die Kerne werden daher meist aus St[...] z. B. Kohlenstoffstahl mit rd. 0,5 vH C hergestellt; für [...] sonders hoch beanspruchte Kerne verwendet man a[...] Chromnickel- oder Chrom-Vanadium-Stahl.

Der der Gestaltung von Kokillen zugru[...] liegende Hauptgesichtspunkt ist die leichte Entfernungsm[...] lichkeit der gegossenen Stücke sofort nach dem G[...] Außerdem sind bei der Gestaltung noch eine Reihe [...] Aufgaben zu lösen, die sich zwar bei jedem Gußst[...] wiederholen, aber je nach seiner Art immer wie[...] neue Ausführungsformen bedingen. Dabei ist es du[...] aus nicht möglich, alle in Frage kommenden Punkte sc[...] am Reißbrett zu berücksichtigen, vielmehr gibt in [...] meisten Fällen erst der praktische Versuch die endgül[...] Ausführungsform der Kokille.

Die Abmessungen sind abhängig vom Schwindmaß [...] vergossenen Legierung und von der mittleren Ausd[...] nungszahl des Kokillenwerkstoffes bei erhöhter T[...] peratur.

Anschnitt und Einguß

dem Einguß einschließlich Eingußtrichter sei der erstanden, in dem das flüssige Metall an die eigent- ußform herangebracht wird, unter dem Anschnitt die Stelle, an der der Einguß in die Form ein- Beide bilden dadurch, daß sie in die Trennungs- er Form gelegt werden müssen, einen wesentlichen ür die Gestaltung der Kokille.

einen Fall ist es zweckmäßig, am stärksten Quer- anzuschneiden, damit genügend flüssiges Metall ossen werden kann; im andern Fall kann es vor- sein, an einem schwachen Querschnitt anzuschnei- un das Metall bis zum stärksten Querschnitt eine Strecke durchläuft, auf der es abkühlen kann. Wäh- ersten Fall die Erstarrung vom schwächsten bis rksten Querschnitt allmählich fortschreitet, wird im Fall die Erstarrung ziemlich gleichzeitig durch das ußstück hindurch eintreten. Diese Art der Erstar- t jedoch nur dann vorteilhaft, wenn die starken nitte zu den schwachen in einem bestimmten, nicht en Verhältnis stehen. Dies gilt in entsprechender uch dann, wenn der Anschnitt zwischen dem Punkt, n aus die Erstarrung beginnt und dem stärksten, rstarrenden Querschnitt eine Mittelstellung etwas ich dem letzteren zu gelegen, einnimmt. Auch in Fall können, wenn die Masse des zuletzt erstarren- rschnitts sehr groß ist, Schwindungserscheinungen n, die durch Nachgießen kaum behoben werden Um bei sehr großen Querschnittunterschieden ildungen zu verhüten, muß daher der Anschnitt rsten flüssig bleiben, d. h. daß am stärksten Quer- angeschnitten wird und die Erstarrung vom sten zum stärksten Querschnitt allmählich fort- .

das Anschneiden gilt außerdem die Forderung, Metall die Form möglichst ruhig und gleichmäßig oll. Es wird daher meist tangential angeschnitten igend gegossen, wobei der Einguß kurvenförmig ist oder unter einem bestimmten Winkel zur Senk- erfolgt. Der Einguß muß sich durch Absägen usw. om Gußstück abtrennen lassen. Steiger spielen killenguß keine so große Rolle wie beim Sandguß. n kann ihre Anwendung in manchen Fällen über Schwindungserscheinungen hinweghelfen. Sie hauptsächlich für die Luftabfuhr aus der Kokille d des Gießens.

Abmessungen des Eingusses müssen im Hinblick lichst geringen Werkstoffverbrauch so klein wie gehalten werden. Anderseits hängt der Quer- tles Eingusses davon ab, mit welcher Geschwindig- Metall die Form füllen muß, da es sich zu stark l ehe die Form ganz gefüllt ist, wenn der Einguß- nitt zu knapp bemessen ist.

endgültige Form und die Bemessung von Anschnitt iguß kann in den meisten Fällen erst auf dem Ver- d festgelegt werden, sie hängen nicht zuletzt auch Beschaffenheit, d. h. von der Zusammensetzung Reinheitsgrad der vergossenen Legierung, gegebe- auch von der Gießtemperatur und von dem Flüssig- l ab.

Entlüftung

Luft soll beim Gießen im allgemeinen durch einen sten Punkt der Form angebrachten Steiger aus- läufig gibt es jedoch Ecken und Winkel, aus denen nicht rasch genug entweichen kann. Hier bilden n die Stellen, an denen das Gußstück nicht voll- usläuft oder abgerundete Ecken und Kanten zeigt. it sich in solchen Fällen dadurch, daß man kleine er bohrt, die entweder durch Stifte wieder ausge- auch offen gelassen werden, wenn sie klein genug äufig kann man scharfe Kanten auch dadurch be- daß man sie in die Trennfläche der Form legt, besondere Trennfuge längs der Kante anbringt.

Schräge der Seitenwände usw.

n die Risse und Brüche infolge der Schwindung t zu vermeiden, muß man die Teile nach dem n sobald sie einigermaßen fest geworden sind, aus ille herausnehmen. Um dies zu erleichtern, wird den Seitenwänden und auch den Kernen eine gewisse Schräge gegeben. Sie beträgt bei Seitenwänden rd. 0,5 vH, d. h. auf 100 mm Länge 0,5 mm Anzug, bei Kernen rd. 1,5 vH, d. h. auf 100 mm Länge 1,5 mm Anzug.

Die Mehrzahl der Gußstücke wird aus der Form mittels eines zentrischen Kerns ausgestoßen; wo dieser nicht genügt oder nicht vorhanden ist, müssen besondere Auswerferstifte, die durch einen Hebel gemeinsam bewegt werden, vorgesehen werden.

Kerne

Man unterscheidet zwischen festen, beweglichen und teilbaren Kernen aus Metall und solchen aus Sand. Fest aufgeschraubt in der Form werden in der Regel nur solche Kerne, die einen großen Anzug haben oder die nur Aussparungen von geringer Tiefe bilden. Sobald das Auftreten von Schrumpfspannungen zu befürchten ist, wie z. B. bei sehr tiefen Aussparungen, werden die Kerne beweglich gemacht, um sie sofort nach Erstarren des Gußstücks, meist mittels eines Gelenkhebels, der außen an der Form angebracht ist, herausziehen zu können.

Um die Herstellung des Kerns möglichst zu erleichtern, erhalten die Aussparungen gern einen kreisrunden oder sonst einfach herzustellenden Querschnitt; vergrößert sich die Aussparung nach dem Inneren der Form, so wird der Kern unterteilt, d. h. er erhält einige Stücke aufgesetzt, die dem nach innen zu vergrößerten Querschnitt entsprechen. Diese Stücke verbleiben dann beim Herausziehen des Kerns zunächst im Innern des Gußstücks und werden erst nach dem Ausheben des Gußstücks aus der Form herausgenommen. Sind die Aussparungen so verwickelt, daß auch teilbare Kerne nicht mehr angewendet werden können, so benutzt man Sandkerne, die sich nach dem Erkalten leicht aus dem Gußstück herausklopfen lassen.

In vielen Fällen haben die Kerne eine sehr geringe Masse und erwärmen sich deshalb während des Gießens rascher als die übrige Form. Die Kerne muß man daher von Zeit zu Zeit in ein geeignetes Kühlmittel, z. B. Wasser, Öl, eintauchen. Die Aussparungen müssen deshalb regelmäßig überwacht werden.

Der Gießvorgang

Bei der Massenerzeugung von Aluminiumgußteilen in Dauerformen ist der einwandfreie Verlauf des Gießvorgangs auf einer Reihe von Voraussetzungen hinsichtlich des Metalls und der Form aufgebaut.

Metall

Als Grundbedingung gilt die genaue Einhaltung der auf dem Versuchstand festgestellten Gießtemperatur. Schwankungen in der Gießtemperatur, die über $\pm 10°$ hinausgehen, verursachen Fehlgüsse und müssen deshalb vermieden werden. Gut anzeigende Pyrometer sind unerläßlich und bilden das beste Mittel, den Ausschuß stets so niedrig wie möglich zu halten.

Ist die Gießtemperatur zu niedrig, so ist das Metall nicht imstande, die Form vollständig auszufüllen; es erstarrt zu früh. Bei zu hoher Gießtemperatur dagegen tritt Porosität auf, was allerlei unliebsame Erscheinungen mit sich bringt, ganz abgesehen von dem ungünstigen Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften.

In der Kokillengießerei verwendet man daher meist einen Schmelzofen, in dem das gesamte Metall geschmolzen wird, und außerdem bei jedem Gießtisch einen geheizten Tiegel, in dem das Metall auf gleichmäßiger Gießtemperatur gehalten wird, aus dem gegossen wird und der stets wieder mit flüssigem Metall nachgefüllt wird. Dieser Einrichtung ist der Vorzug zu geben gegenüber der andern Möglichkeit, an jedem Gießtisch einen Schmelzofen aufzustellen, der das bereits legierte und in Masselformen umgeschmolzene Metall wieder einschmilzt. Hierbei müssen immer wieder kalte Masseln zugegeben werden, wobei es unmöglich ist, die Badtemperatur auf der erforderlichen gleichmäßigen Höhe zu halten. In der amerikanischen Praxis sollen sich elektrisch beheizte Gießtöpfe besonders gut bewährt haben.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist, die Gleichmäßigkeit der Legierungszusammensetzung zu überwachen.

Eine Abweichung vom Soll der Legierungszusammensetzung kann z. B. eintreten durch absichtliches oder unabsichtliches Versehen des Lagerhalters, Schmelzers oder Gießers. Häufig wird versucht, durch Zugabe von Altmetall (Steiger, Eingüsse usw.) eine Legierung besser gießbar zu machen. Hierdurch kann die in Frage kommende Legierung sehr stark verunreinigt werden. In gewissen Zeitabständen soll man Legierungsproben aus der Gießpfanne entnehmen und sofort analysieren, wenn man Wert auf eine gleichmäßig und richtig zusammengesetzte Legierung legt. In diesem Zusammenhang soll auf die Schädlichkeit von geringen Zinkgehalten in Cu-Al-Legierungen hingewiesen werden, ferner auf die Schwierigkeiten beim Vergießen der deutschen Legierung (2,5 bis 3 vH Cu, 10 vH Zn, Rest Al), wenn der Cu-Gehalt im Verhältnis zum Zn-Gehalt zu hoch ist.

Von schädlicher Wirkung für die Legierung ist das Eisen, das in das Metallbad durch Angriff der Tiegelwandung oder der eisernen Rührwerkzeuge aufgenommen wird. Sehr häufig kommt auch schon beim Zusammensetzen der Legierung ein Eisengehalt herein, wenn viel Altmetall verwendet wird. Insbesondere sind hier auch die Angüsse gefährlich, infolge der Neigung des Eisens oder der eisenreichen Verbindung $FeAl_3$ zur Seigerung, d. h. zur Anreicherung an den Stellen, die am längsten warm bleiben. In den britischen Normen ist eine Verunreinigung durch Fe von höchstens 0,8 vH zugelassen. Wenn auch diese Grenze etwas schwer einzuhalten erscheint, so wird man doch nicht über 1,2 vH Fe gehen dürfen, wenn man einwandfreie Stücke erhalten will. Ein höherer Eisengehalt macht besonders Schwierigkeiten beim Polieren, da die harten $FeAl_3$-Kristalle aus der polierten Fläche hervorstehen.

Form

Neben der Gießtemperatur ist die Temperatur der Form von großer Bedeutung, denn es muß ein bestimmtes Verhältnis der Abkühlungszeiten der verschiedenen Querschnitte zueinander vorhanden sein. Bis jetzt kann man auf diesem Gebiet nur der Erfahrung nach vorgehen, und es ist notwendig, für jeden Teil oder für jede Form die richtige Temperatur auszuproben. Dabei ist es natürlich nicht üblich, die Temperatur mit dem Pyrometer zu messen, sondern man ist hierbei lediglich auf das Gefühl angewiesen. Während der Arbeit erhält sich die Form meist selbst auf richtiger Temperatur, vorausgesetzt, daß die Arbeitsgeschwindigkeit genügend hoch ist. Bei einigen Stücken ist eine dauernde Wärmezufuhr zu einzelnen Teilen der Form erforderlich. Im allgemeinen ergibt eine zu heiße Form weniger fehlerhafte Stücke als eine zu kalte. Die Formen müssen daher stets genügend angewärmt werden, ehe man sie in Betrieb nimmt; die erforderliche Formentemperatur liegt ungefähr bei 200 bis 300°. Die ersten 5 bis 10 Güsse aus einer Form bei Beginn der Schicht dienen in der Regel noch zur Anwärmung der Form und sind deshalb Ausschuß.

Die Formen werden meist durch eine Gasflamme angewärmt. Bei der Eureca Vacuum Cleaner Co., Detroit, wird während der Nacht über die Drehtische, auf denen die Kokillen liegen, eine Haube, Abb. 5, gestülpt, die an der Innenseite mit elektrischen Widerstandsheizkörpern versehen ist. Nach außen sind die Hauben mit einer 50 mm dicken Schicht aus Kieselgur isoliert. Die Temperatur unter der Haube beträgt rd. 200°, die Formen sind bei Beginn der Schicht sofort betriebfertig.

Einzelne Teile einer Form müssen bei manchen Stücken abgekühlt werden; man feuchtet sie mittels einer Spritzpistole an. Die Abkühlgeschwindigkeit der Form kann man durch Oberflächenbehandlung beeinflussen. Mittels Spritzpistole werden Mischungen von Schlemmkreide mit Wasserglas oder Graphit mit Wasser und etwas Wasserglas aufgespritzt. Oberflächenanstriche dürfen natürlich keine schädlichen Gase entwickeln. Sie sollen den Formstoff gegen das flüssige Metall isolieren, um di… kühlgeschwindigkeit zu vermindern, etwaige Anfress… des flüssigen Metalls und das Anbacken der Teile a… Form zu verhindern. Man wäscht die Formen vo… Verwendung auch mit einer Graphitschwärze aus, tro… sie und wiederholt dies mehrmals, bis der Überzug… ganz glatte Fläche ergibt. Einen solchen Graphitüb… braucht man erst nach 4 bis 6 Wochen zu erneuern. H… behandelt man auch die Form mit Talkum.



Abb. 5. Gießtisch mit Heizhaube.

Für die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens ist di… beitsgeschwindigkeit von großer Bedeutung. Sie is… hängig von der Gießgeschwindigkeit des Stückes, vo… Wartezeit, von der Temperatur der Form, von der… struktion der Kokille und des Gießtisches.

Obgleich die Gießgeschwindigkeit besonders bei kl… Stücken im allgemeinen keine sehr großen Unters… zuläßt, gibt es doch Stücke, bei denen entweder beso… langsam oder besonders rasch eingegossen werden… Es hängt dies meist mit dem Auslaufen von schw… Querschnitten, Vermeidung von eingefallenen Stellen… zusammen. Auch die für das Nachgießen erforderlich… ist in der Gießgeschwindigkeit mit einbegriffen; g… das Nachgießen kann im Einzelfall sehr verschi… Zeiten beanspruchen. Die Temperatur der Form ist ins… von Bedeutung, als bei zu hoher Arbeitsgeschwind… die Formtemperatur zu sehr ansteigt, und umgekehrt b… geringer Arbeitsgeschwindigkeit zu sehr fällt. Die ri… Arbeitsgeschwindigkeit muß deshalb schon auf dem… suchstand festgelegt und später genau eingehalten we…

Treten irgendwelche Störungen auf, sei es durch … men von Kernen, die sich verzogen haben, sei es, daß… die Form nicht mehr dicht schließen läßt, so ist es z… mäßiger, die Form sofort wieder zum Versuchstan… rückzugeben, als erst noch viel unbrauchbare Teile … herauszubringen.

Wirtschaftlichkeit des Kokillengusses

Die Selbstkosten eines Kokillengußstücks sind i… Hauptsache abhängig von Gewicht und Legierung, … wickeltheit oder Herstellkosten der Kokille, Ar… Form und Lage der Kerne im Gußstück, Arbeitsgesch… digkeit und Stückzahl in der Zeiteinheit, Maßgenaui… (je größer diese verlangt wird, desto schärfere Pr… ist erforderlich), Art und Zustand der gesamten He… einrichtungen.

Ein sehr wesentlicher Punkt hierbei sind die … stellkosten der Kokille oder deren Lebensdauer … Genauigkeit. Um Anhaltspunkte für die Wirtschaf… keit des Verfahrens zu gewinnen, teile ich nachste… Zahlenangaben zweier Werke mit, die bereits seit J… Aluminium-Kokillenguß herstellen.

Werk I: a) Einfache Kokille: Kolben für Kraftw… motor, 70 mm Dmr., 90 mm hoch mit dreiteiligem … kern. Gesamtherstellkosten rd. 500 *RM*. Lebens… des Kerns rd. 15 000 Abgüsse.

b) Verwickelte Kokille: Magnetgehäuse, 60/7… Querschnitt, 150 mm hoch. Gesamtherstellkosten… 1500 *RM*. Lebensdauer der Kerne rd. 7 bis 10 000… güsse.

Zu den Lebensdauerzahlen ist zu bemerken, da… Verschleiß der Formhälften bei diesen Stückzahlen… nicht festzustellen war. Die Preise ließen sich gegeb… falls noch herunterdrücken, jedoch nur auf Kosten… Werkstoffs oder der Genauigkeit, was letzten F… keine Verbilligung bedeuten würde.

Werk II: a) Einfache Kokille: Batterieverteiler… eingegossenem Lagerzapfen, 65 mm Innendurchme… Abb. 6. Gesamtherstellkosten rd. 350 *RM*. Lebens… rd. 25 000 Abgüsse.

b) Verwickelte Kokille: Bremsgehäuse, 125 mm I… durchmesser, 2,4 kg Stückgewicht, Abb. 7. Gesam… stellkosten rd. 1500 *RM*. Lebensdauer rd. 15 000 Abg…

Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens kann d… verschiedene Umstände in Frage gestellt werden, … durch zu geringe Stückzahlen, zu hohe Formkosten… zu geringe Lebensdauer, was besonders bei hoher M… nauigkeit in Frage kommt, zu hohe Ausschußzahlen… hohen Unkostensatz bei der Herstellung, hervorge…

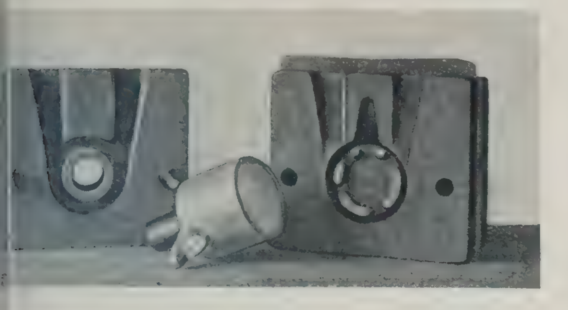


Abb. 6
Kokille für Batteriegehäuse.

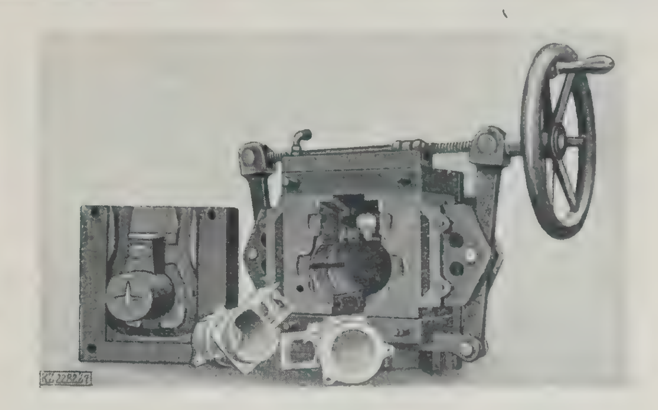


Abb. 7
Kokille für Bremsgehäuse.

.bbrandverluste, Brennstoffverbrauch für Schmelz- wärmeöfen usw. Alle diese Punkte müssen aber eim Sandguß und besonders beim Spritzgußver- berücksichtigt werden.

Zusammenfassung

minium-Kokillenguß bildet ein ausgezeichnetes verfahren für große Mengen von Gußstücken, die bmessung und Eigenschaften größte Gleichmäßig- weisen und möglichst wenig nachbearbeitet werden Für die Erzielung gesunder Gußstücke sind be- die Gestaltung der Kokillen hinsichtlich Anschnitt, ng, Schräge der Seitenwände usw. sowie die Eigenschaften des zu vergießenden Metalles von Bedeutung. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens hängt in der Hauptsache von der Stückzahl, sowie von den Konstruktionsbedingungen der Kokille ab.

Die Möglichkeiten der Weiterentwicklung des Kokillengusses liegen hauptsächlich auf dem Gebiet der Kokillenherstellung und des Gießens mit selbsttätigen Gießmaschinen, ferner in der Einführung wirklicher Massenfertigung und in der Schaffung weiterer geeigneter Legierungen für Kokillenformguß. [B 2282]

---

dizierte Wirkungsgrad der kompressorlosen Dieselmaschine

Von Dr.-Ing. FRITZ SCHMIDT, München

aus Heft 314 der Forschungsarbeiten, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure.

wird ein einfaches Verfahren zur Bestimmung des indizierten rkungsgrades angegeben, wobei zur Berechnung der Arbeit der lustlosen Maschine die Änderung der spez. Wärmen mit der nperatur, die Gewichtsänderung der Ladung durch die Ein- itzung des Brennstoffes und die Verschiedenheit der Gas- ammensetzung vor und nach der Verbrennung berücksichtigt rden. Der Wirkungsgrad der verlustlosen Maschine wird für ebige Luftüberschüsse, Verdichtungsgrade, Brennstoffzu- mmensetzungen und Anfangstemperaturen ermittelt.

Beurteilung der Brennstoffausnutzung im Zylinder rennungskraftmaschinen dient der thermische Wir- d η_t. Der indizierte Wirkungsgrad, auch Güte- annt, ist eine Kenngröße für die Vollkommenheit tsverfahrens und durch das Verhältnis der inneren der wirklichen Maschine zur Arbeit L_0 der ver- Maschine ausgedrückt.

$$\eta_i = A L_i \, A L_0 = \eta_t \, \eta_0 \, .$$

er technischen Literatur findet man verschiedene g des Begriffes der „verlustlosen" Dieselmaschine ntsprechend verschiedene Formeln für ihren Wir- d η_0. *Neumann*[1]) hat ein genaues Verfahren zur ng der Arbeit der verlustlosen Maschine angegeben, lie Einstellung der Maschine und der Betriebzu- rücksichtigt wird. Wegen der großen Variations- eit der Voraussetzungen muß die verwickelte Rech- jeden Fall besonders durchgeführt werden. For- η_0 haben *Güldner*[2]), *Seiliger*[3]) und *Köhler*[4]) t. Alle enthalten aber Vernachlässigungen, so daß nenswert erscheint, einen neuen Rechnungsgang an- der das Arbeitsverfahren im Dieselmotor besser als es in der formelmäßigen Darstellung möglich ist, wiedergibt, und es ermöglicht, den Wirkungsgrad η_0 für alle praktisch wichtigen Fälle leicht und genau zu berechnen. Es ist wesentlich, daß hierbei im Gegensatz zu den bekannten Formeln die Gewichtsänderung der Ladung durch die Einspritzung des Brennstoffes und die Abhängigkeit der spezifischen Wärme von der Temperatur genau berücksichtigt werden, weil dadurch der Wirkungsgrad entscheidend beeinflußt wird.

Abb. 1 Theoretisches Diagramm nach *Seiliger.*

Der vorliegenden Arbeit liegt ein Prozeß zu Grunde, der bei gegebenem Verdichtungsgrad, Luftüberschuß und Höchstdruck den besten Wirkungsgrad erreicht. Soll im theoretischen Diagramm ein bestimmter Höchstdruck nicht überschritten werden, so kann mit der von *Seiliger* angegebenen Diagrammform, Abb. 1, der günstigste Wirkungsgrad erreicht werden. Für diesen Idealprozeß ist η_0 zu berechnen. Es ist üblich, η_0 und den thermischen Wirkungsgrad durch das Verhältnis des Wärmewertes der von 1 kg Brennstoff geleisteten Arbeit zum Heizwert darzustellen. Man vergleicht also die äußere Arbeit mit der bei Abkühlung der Verbrennungsgase freiwerdenden Wärmemenge.

Bei Verbrennungskraftmaschinen kann man jedoch im Gegensatz zur Dampfkraftanlage nicht mehr von einer einem einheitlichen Arbeitsgas zugeführten Wärmemenge sprechen, weil das Gas bei der Verbrennung seine Zusammensetzung ändert und das Ladegewicht zunimmt. Es ist richtiger, den Wirkungsgrad durch $\eta_0 = A L_0 / A L_{\max}$, also als Verhältnis der geleisteten Arbeit zur größten möglichen Arbeit des brennbaren Gemisches darzustellen. Zur Berechnung der Verbrennung wird die chemische Energie eingeführt.

Bezeichnet man mit

U die Energie eines brennbaren Gemisches oder der entstehenden Verbrennungsgase, wobei sich der Zeiger
1 auf die Anfangstemperatur der Verbrennung,
2 auf die Endtemperatur der Verbrennung,
′ auf den Zustand vor der Verbrennung,
″ auf den Zustand nach der Verbrennung bezieht, mit
H_v den Heizwert bei konstantem Volumen und 15 .
E die chemische Energie von 1 kg Brennstoff, so gilt

---

[1] *mann*, Untersuchungen an der Dieselmaschine, III. Thermo- r Kreisprozeß und Arbeitsverluste, Z. Bd. 65 (1923) S. 279.
[2] *dner*, Entwerfen und Berechnen von Verbrennungsmotoren,
[3] *iger*, Thermodynamische Untersuchung schnellaufender ren, Z. Bd. 53 (1911) S. 627; Halbideale Gase und Wirkungs- erbrennungskraftmaschinen, Z. Bd. 64 (1922) S. 8.
[4] *ler*, Thermodynamische Untersuchung schnellaufender ren, Z. Bd. 54 (1912) S. 241.
loka, Die Dampfturbinen, 4. Aufl. S. 66.

$$E = U_2'' - U_1' = H_v + (U_1'' - U_1') \quad . \; . \; . \; . \; . \; (2).$$

Den Unterschied zwischen der inneren Energie von Gas und Brennstoff und der inneren Energie der Verbrennungsprodukte hat erstmals *Nußelt*[6]) chemische Energie genannt. Heizwert und chemische Energie unterscheiden sich durch den Unterschied zwischen der inneren Energie der Abgase und der Brenngase bei der Anfangstemperatur der Verbrennung. Die Energie nach der Verbrennung ergibt sich daher aus

$$U_2'' = U_1' + E \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

und nicht aus

$$U_2'' = U_1' + H_v \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (4).$$

Es ist für die Anwendung wichtig, daß E konstant ist. Der Fehler, der bei Verwendung des Heizwertes anstatt der chemischen Energie entsteht, ist aber in den meisten Fällen so klein, daß er für praktische Ausrechnungen vernachlässigt werden kann. Nennenswerte Unterschiede ergeben sich erst dann, wenn man mit absoluten Temperaturen rechnet und die mittleren spezifischen Wärmen zwischen 0 ° abs und T ° abs einführt.

Bei der Berechnung von Verbrennungstemperaturen mit Hilfe der chemischen Energie fällt die Energie unterhalb der Umgebungstemperatur, wie sich leicht zeigen läßt, aus der Rechnung heraus, und es werden nur die spezifischen Wärmen zwischen der jeweiligen Temperatur der Heizwertbestimmung und t verwertet. Die Richtigkeit der Rechnung wird also durch eine beliebige Extrapolation der spezifischen Wärme bis 0 ° abs und Umrechnung auf $c_v^m\Big|_0^T$ nicht beeinträchtigt. Wird E aus Gl. 3 mit Hilfe der extrapolierten spezifischen Wärme berechnet, so ist E lediglich als Rechnungswert aufzufassen, der eine genaue Ermittlung der Verbrennungsendtemperatur für jeden beliebigen Zustand des brennbaren Gemisches gestattet. Mit Benutzung von Gl. (3) lautet die Energiegleichung der Verbrennung für den gewählten Prozeß ($\mathfrak{V}_3$, $\mathfrak{V}_4$ s. Abb. 1)

$$U_2 + J_B + E = U_4 + A\,P_4\,\mathfrak{V}_4 - A\,P_3\,\mathfrak{V}_3$$

[6]) *Nußelt*, Die Entropievermehrung in der Gasmaschine durch die nichtumkehrbare Ausführung der Verbrennung, Z. f. d. ges. Turbinenwesen Bd. 14 (1917) Nr. 1 bis 3.

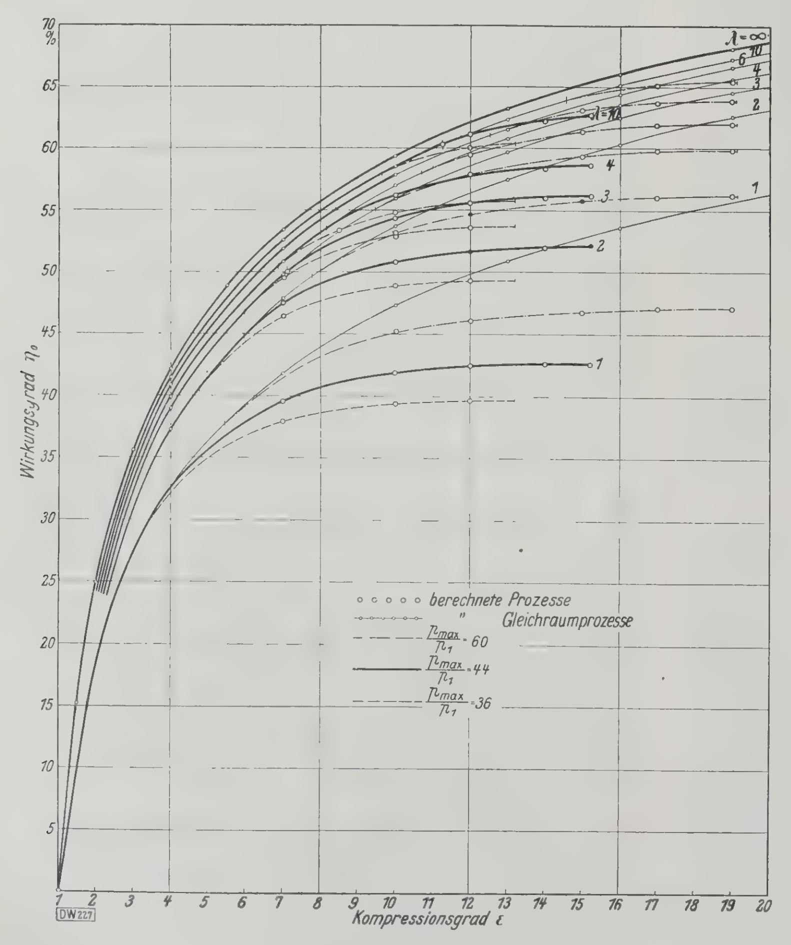


Abb. 2
Wirkungsgrad η_0 der Idealprozesse.

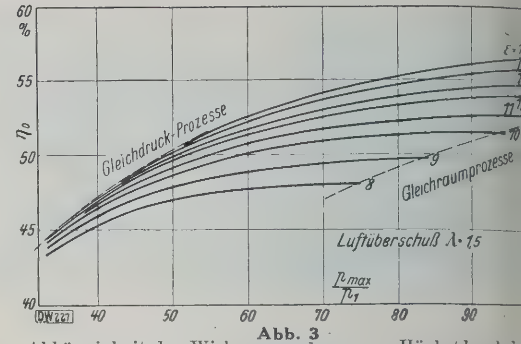


Abb. 3
Abhängigkeit der Wirkungsgrade η_0 vom Höchstdruck bei verschiedenen Verdichtungsgraden und konstantem Luftüberschuß.

und η_0 ergibt sich zu

$$\eta_0 = \frac{A\,L_0}{H_u} = \frac{(A\,P_4\,\mathfrak{V}_4 - A\,P_3\,\mathfrak{V}_3) + (U_4 - U_5) - (U_2 - \ldots}{H_u}$$
$$= \frac{U_1 + E + J_B - U_5}{H_u} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \ldots$$

In Gl. (5) bedeutet:

$A\,L_0$ die Arbeit der verlustlosen Maschine oder des [...] prozesses, bezogen auf 1 kg Brennstoff,

U_1 und U_2 die Energie der angesaugten Luft,

U_4 und U_5 die Energie des Zylinderinhalts a[...] betreffenden Diagrammpunkten, J_B den W[...] inhalt von 1 kg Brennstoff bei 288 ° abs.

Weil es allgemein üblich ist, zur Berechnung des [...] mischen Wirkungsgrades den Heizwert zu verwenden, [...] H_u statt $A\,L_{\max}$ eingeführt.

Bei der Berechnung der Wirkungsgrade der ve[...] losen Maschine wurde angenommen, daß keine Restga[...] Zylinder zurückbleiben, der Zylinder also vollkomme[...] Luft ausgespült wird und die Pumpenarbeit zum Verdi[...] des Öles vernachlässigt werden kann. Verdichten un[...] pansion wurden adiabatisch angenomme[...] nach *Nußelt* mit der Beziehung

$$f(T_2) = f(T_1) + 1{,}985 \ln \frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}_2}$$

berechnet, wobei

$$f(T) = \mu\, c_v^m\Big|_0^T + \int^T \frac{\mu\, c_v^m\Big|_0^T}{T}\, dT\,.$$

Der Heizwert, die Brennstoffzusammense[...] und die Anfangstemperatur wurden [...] läufig konstant angenommen. Der Ve[...] tungsgrad $\varepsilon = \frac{\mathfrak{V}_1}{\mathfrak{V}_2}$ wurde von $\varepsilon = 1$ bis ε[...] verändert. Die Luftüberschußzahl

$$\lambda = \frac{\text{Luftmenge auf 1 kg Brennstoff}}{L_{\min}}$$

wurde für Überlast, Vollast, Dreivie[...] Halb-, Einviertellast und Leerlauf zwi[...] 1 und 10 angenommen. Die Berech[...] wurde für Mindest- und Höchstwerte des [...] hältnisses vom Höchstdruck bei der Ver[...] nung zum Druck der angesaugten [...] $\frac{p_{\max}}{p_1} = \frac{p_3}{p_1}$ und für zwei Zwischenwerte d[...] geführt. Werte für die mittlere spezif[...] Wärme der beteiligten Gase wurden [...] Grund einer kritischen Bearbeitung der [...] schlägigen Forschungsergebnisse zusam[...] gestellt[7]).

Es wurden angenommen: Brennstoff[...] wert $H_u = 10\,000$ kcal/kg; Elementaran[...] 86 vH C, 12 vH H, 2 vH O + N. Diese [...] sammensetzung entspricht dem Mittel [...] delsüblicher Treiböle. Temperatur der a[...] saugten Luft vor dem Verdichten $T_1 = 288$[...]

In Abb. 2 sind die Wirkungsgrad[...] abhängig vom Verdichtungsgrad ε darges[...] Bei großem Luftüberschuß, also brenn[...] armem Gemisch oder kleinem Verdichtu[...]

[7]) *F. Schmidt* und *H. Schnell*, Die mit[...] spezifischen Wärmen der zweiatomigen Gase[...] Kohlendioxydes und Wasserdampfes zwischen 0[...] 3000° abs, Z. Techn. Physik Bd. 25 (1928) S. 81.

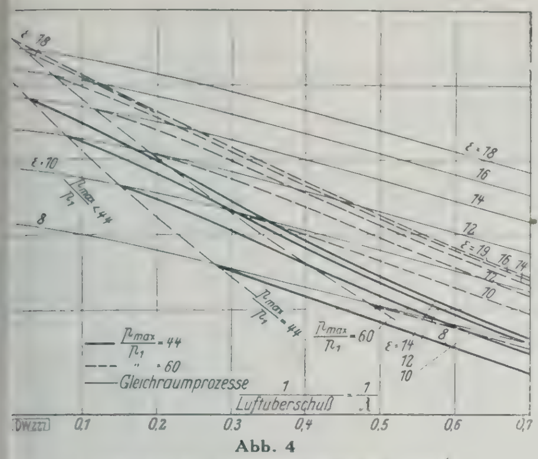


Abb. 4

Abhängigkeit des Wirkungsgrades η_0 von $\frac{1}{\lambda}$ für $\frac{p_{max}}{p_1} = 44$ und 60.

…wird der verlangte Höchstdruck unter Umständen nicht …erreicht. Die Verbrennung erfolgt dann nur mehr bei …ntem Volumen und der Idealprozeß geht in einen …hraumprozeß" über.

…ie Wirkungsgrade dieser Gleichraumprozesse sind in …chaubildern ohne Rücksicht auf die angenommenen …tdrücke für alle Fälle eingezeichnet. Der Einfluß des …chtungsgrades auf η_0 ist beim Gleichraumprozeß am …en, s. Abb. 2, und wird um so kleiner, je näher der …uck der Verdichtung dem Höchstdruck liegt.

…ine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades ist …bei der verlustlosen Maschine nur erreichbar, wenn man …zeitig ε und p_{max}/p_1 erhöht. Dies gilt auch für die aus…rte Maschine, wenn ihr indizierter Wirkungsgrad an…nd konstant ist. Die Abhängigkeit der Wirkungsgrade … $_{max}/p_1$ ist aus Abb. 3 zu ersehen.

…ie Abhängigkeit der Wirkungsgrade η_0 vom reziproken … der Luftüberschußzahl λ ergibt für Gleichraumpro…nahezu gerade Linien, Abb. 4, während die Wirkungs…der Idealprozesse mit $1/\lambda$ bedeutend stärker abnehmen. …eringerem Luftüberschuß macht sich dann der Einfluß …vollkommenen Expansion stärker bemerkbar als beim …raumprozeß.

…ür einen beliebigen Brennstoff mit dem Heizwert H_u, …egebener Elementaranalyse kann man η_0 aus Abb. 3 …imen, wenn man an Stelle des wirklichen Luftüber…es einen reduzierten Luftüberschuß

$$\lambda' = \frac{L'_{min}}{H_u'} 841\,\lambda$$

…rt, wobei L'_{min} die theoretische Luftmenge des ver…ten Brennstoffes in m³ (bei 15°, 1 at) bedeutet.

…ine Änderung der Anfangstemperatur um rd. 10° … sich erst in der zweiten Dezimale des Wirkungsgrades …erkbar. Die Berücksichtigung der Restgase ergibt Wir…grade, die sich nur um 0,1 vH von den berechneten …cheiden. Daher können der Zustand der Restgase und …bweichung von der angenommenen Anfangstemperatur …icksichtigt bleiben. Durch den Anfangsdruck wird wohl …usnutzung des Hubraumes, aber nicht der Wirkungs…eeinflußt, denn in die Rechnung wird nur das Verhält…r Drücke eingeführt.

…ie Berechnung des indizierten Wirkungsgrades aus …en Versuchen an kompressorlosen Dieselmaschinen

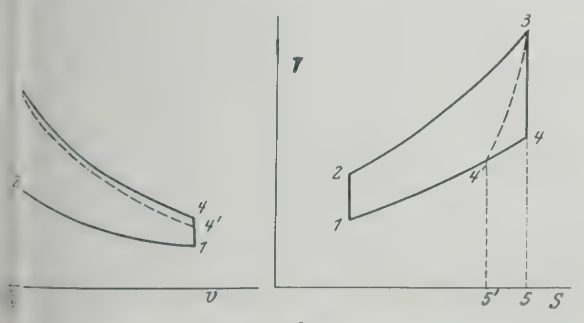


Abb. 6 und **7**
Theoretische Diagramme einer Verbrennungsmaschine.

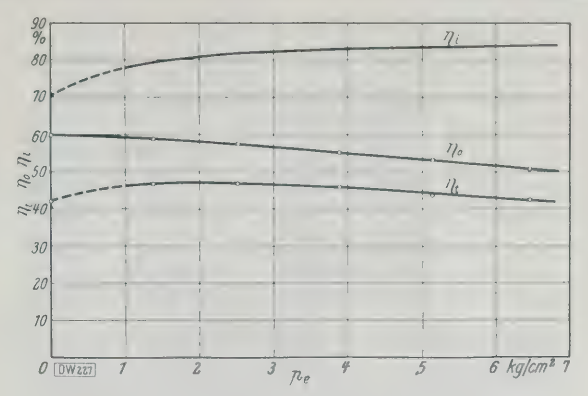


Abb. 5
Versuche an einem kompressorlosem Motor der MAN.

hat ergeben, daß η_i bei Belastungsänderung nahezu konstant bleibt und je nach Art der Maschine 75 bis 85 vH beträgt. Abb. 5 zeigt in einem Beispiel[8]) die Abhängigkeit der Wirkungsgrade von der Belastung.

Beim Vollastverbrauch wurden rd. 44 vH des Heizwertes in indizierte Leistung verwandelt. Für den entsprechenden Fall ergab die verlustlose Maschine rd. 53 vH von H_u als indizierte Leistung. Berücksichtigt man, daß an das Kühlwasser rd. 34 vH des Heizwertes abgeführt werden, so erkennt man, daß nur rd. ¼ der Kühlwasserwärme als Arbeitsverlust erscheint. Der größere Teil der Kühlwasserwärme bedingt bei der ausgeführten Maschine den geringeren Abgasverlust als beim Idealprozeß, ferner enthält er die Reibungswärme des Kolbens.

Die Verhältnisse lassen sich am übersichtlichsten im T-S-Diagramm darstellen, Abb. 6 und 7. Führt man einen umkehrbaren Kreisprozeß aus und nimmt man nur während der Expansion Abkühlung an, so ist die gesamte, während der Expansion an das Kühlwasser abgegebene Wärme die Fläche 3 5 5′ 4′ 3 und der Arbeitsverlust infolge der Kühlung die Fläche 3 4 4′ 3. [M 2497]

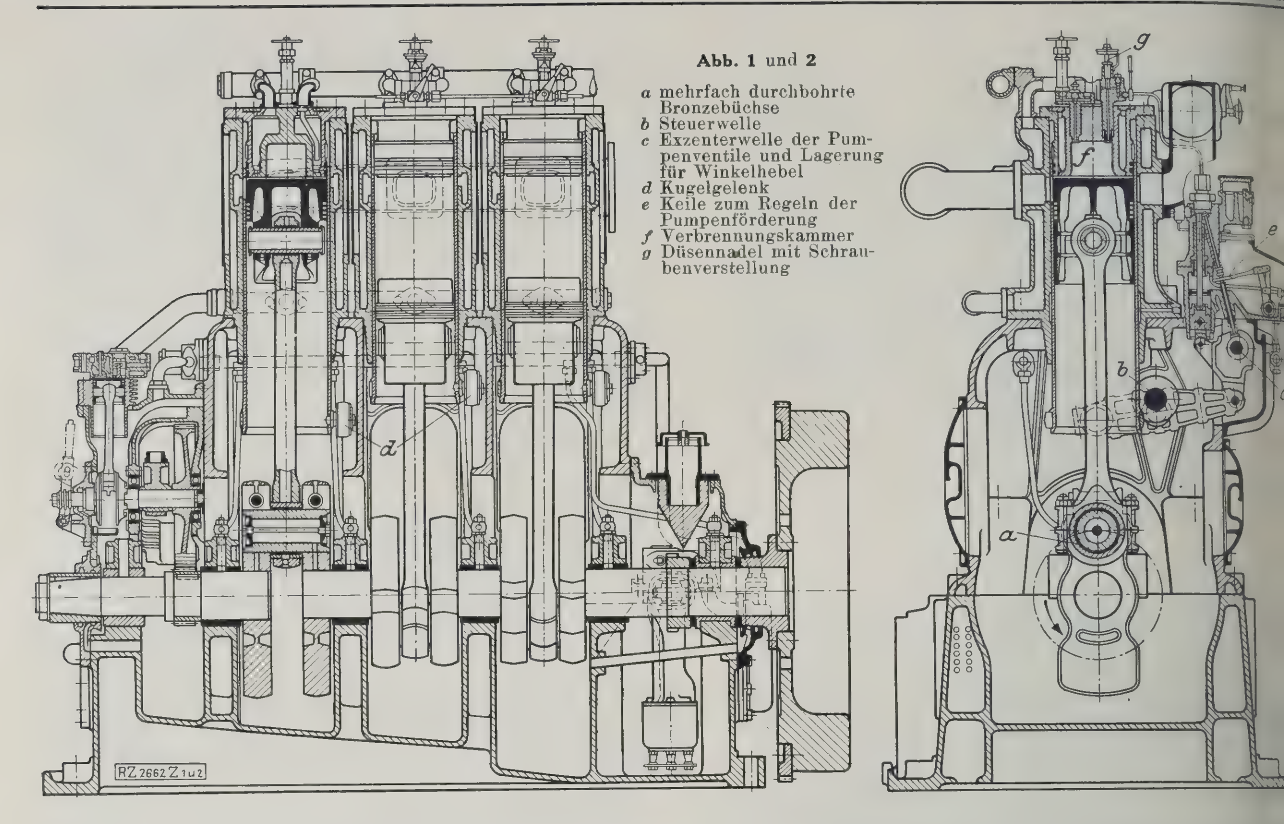
[8]) *Laudahn*, Abnahmeprüfung eines kompressorlosen MAN-Dieselmotors, Z. Bd. 67 (1925) S. 1261.

Die elektrische Leitfähigkeit von Kupfer, Aluminium und Eisen

H. Schmidt hat in seiner Dissertation (Aachen 1928)[1]) die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von der Kaltverformung und der Wärmebehandlung untersucht und hierfür die wichtigsten Metalle: Kupfer, Aluminium und Eisen, herausgesucht. Bei Kupfer nimmt die elektrische Leitfähigkeit langsam ab, bis zu einer durch Ziehen bewirkten Querschnittsverminderung um 30 vH; sie sinkt dann rasch weiter bis zu einem Mindestwert bei 50 vH, um dann schnell wieder anzusteigen. Dies gilt aber nur für schwache Züge. Bei Aluminium nimmt die Leitfähigkeit mit wachsendem Reckgrad fast linear ab. Bei Elektrolyteisen, sowie Weicheisen und Stahl verläuft sie unregelmäßig mit dem Reckgrad, und bei letzterem scheint ein schwaches Ansteigen aufzutreten. Allgemein kann die Erniedrigung der elektrischen Leitfähigkeit durch Kaltbearbeitung auf die dadurch erzeugten inneren Spannungen zurückgeführt werden, die in hohem Maße von der Art der Kaltverformung abhängen.

Bringt man sie durch Erhitzen auf unterhalb der Rekristallisationstemperatur zum Verschwinden, so steigt die Leitfähigkeit wieder an, und zwar bei Legierungen in stärkerem Maß als bei reinen Metallen, wie durch entsprechende Versuche an Messing festgestellt wurde. Die Rekristallisation wirkt sich bei den einzelnen Werkstoffen verschieden aus. Durch langes Glühen bei niedrigerer Temperatur scheint sich das durch Glühen bei hoher Temperatur verdorbene Kupfer bis zum gewissen Grade wieder regenerieren zu lassen. Durch Lagern von geglühtem Aluminium wird seine Leitfähigkeit im allgemeinen nur unbedeutend geändert. Bei Weicheisen ist die Leitfähigkeit unabhängig von der Korngröße. Bei Stahl wächst sie mit dem Kohlenstoffgehalt linear, und zwar bei lamellarem Perlit stärker als bei kugeligem. Auf Grund dieser Versuchsergebnisse wird darauf hingewiesen, welche Behandlung zur Erzielung höchster Leitfähigkeit im Einzelfalle jeweils erforderlich ist. [N 2825] *A. S.*

[1]) Vergl. Physik. Ber. Bd. 10 (1929) S. 488.



Schnellaufender Dieselmotor, Bauart Ricardo

Auf der am 18. Februar eröffneten britischen Industrie-Ausstellung zu Birmingham zeigte die Firma Peter Brotherhood, Peterborough, zum erstenmal öffentlich einige Ausführungen des von *Ricardo* entworfenen schnellaufenden kompressorlosen Ölmotors, der bereits jahrelangen Prüfstandsversuchen unterzogen wurde[1]).

Die Steuerung dieser im Viertakt arbeitenden Maschinen, Abb. 1 und 2, erfolgt für den Eintritt der angesogenen Verbrennungsluft, sowie den Austritt der Abgase bei jedem Zylinder durch nur einen Kolbenschieber, der ähnlich wie bei Vergasermotoren mit Schiebersteuerung zwischen Kolben und Zylinder gleitet. Der Motor läuft mit 900 U/min und hat bei 190,5 mm Zyl.-Dmr. und 305 mm Hub eine Zylindernutzleistung von rd. 50 PS. Eine Sechszylindermaschine, bei der jeder Zylinder einzeln auf ein gemeinsames Kurbelgehäuse aufgesetzt ist, wiegt bei 2,9 m Länge, 1,4 m Breite und 2 m Höhe rd. 5,3 t, also 18 kg/PS.

Die in einem Stück aus Leichtmetall in besonders gedrängter Form gegossenen Kolben mit kreuzkopfartiger Führungsverlängerung haben sechs Kolbenringe, von denen die beiden untersten als Ölabstreifer dienen. Die Kolbenringe sitzen verhältnismäßig tief, damit sie nicht mit den Schlitzen in Berührung kommen. Die im Gesenk geschmiedeten Pleuelstangen mit rundem Schaftquerschnitt sind aus einem besonderen Nickel-Kohlenstoffstahl ausgeführt und der Länge nach weit ausgebohrt. Zum Lagern der Pleuelstangen am Kurbelwellenzapfen dienen in den Pleuelstangen feste, gehärtete Stahlbüchsen und frei zwischen diesen und den ebenfalls gehärteten Kurbelzapfen spielende, mehrfach durchbohrte Bronzebüchsen *a*. Dadurch soll die Reibungsgeschwindigkeit auf die Hälfte der sonst üblichen Werte herabgesetzt und somit ein höherer Flächendruck zulässig werden. Die Kurbelwelle ist aus einzelnen Teilen zusammengesetzt, wobei die Lagerzapfen auf die Wangen aufgeschrumpft und die Kurbelzapfen, über die vorher die Bronzebüchsen zu streifen sind, in den geschlitzten Wangen festgeklemmt werden.

Die Steuerschieber aus Stahl werden an der Oberfläche gehärtet und sauber geschliffen. Die Schlitze werden nach Schablone ausgefräst. Da hier ein Schieber den Einlaß und den Auslaß zu steuern hat, muß seine Bewegung aus Heben und Senken, sowie aus Hin- und Herdrehung bestehen, wodurch der Einlaß- oder der Auslaßkanal geschlossen wird. Zur Bewegung der Steuerschieber dienen Schwinghebel. Die Steuerwelle *b* treibt diese in der Mitte durch Exzenter an. An einem Ende der Schwinghebel sind mittels Kugelgelenke *d* die Schieber befestigt, während den andern Enden Winkelhebel angreifen, deren Scheitel b festgelagert sind. Die freien Schenkel dieser Hebel die zur Bewegungsableitung für den Kolben der Brennst pumpen. Die Exzenter der Steuerwelle brauchen so Exzentrizität nur etwa den halben Schieberhub. Schwinghebelenden an den Schiebern beschreiben ellips ähnliche Linien, die Kugelgelenke ermöglichen den Sch bern die Drehbewegung.

Jeder Zylinder hat eine eigene Brennstoffpumpe gesteuertem Saug- und Überströmventil. Die Exzenterwell der Pumpenventile wird mittels Kette von der Steuerw angetrieben. Die Pumpenförderung regeln Keile *e*, die Regler zwischen die Teile des Abschlußgestänges einschi Die Pumpe fördert gegen 350 at.

Die Verbrennungskammer *f* hat zylindrische Fo Die Einspritzung des Brennstoffes erfolgt zwar axial, doch nicht zentral, sondern am Rande der Kammer. Du die anfängliche Überdeckung der Schieberschlitze erhält angesogene Luft im Zylinder eine tangential wirbel Bewegung, die sich beim Verdichtungshub auch der V brennungskammer mitteilt. Tritt nun in diesen Wirbel Rande der Kammer der Brennstoff ein, so erfolgt eine sonders gute Zerstäubung und Gemischbildung. Flamm bilder auf den Kolbenboden haben das bestätigt. Die Wasser gekühlte Kammer ist im Zylinderkopf zentriert.

In der Düse sind außer einer federbelasteten Sta kugel, die den Abschluß vermittelt, keine beweglic Teile vorhanden. Die axiale Düsenbohrung hat rd. 0,8 Dmr. In die Abrundung ragt eine mit Schraubenverstell ausgestattete feststehende Nadel *g* hinein, von deren V handensein die Zuverlässigkeit der Zerstäubung in hoh Maß abhängt. Beim Einstellen wird die Nadel zunäc ganz geschlossen und dann um etwa 0,15 mm angehob Ein zweiter Stutzen in der Verbrennungskammer ist zur bringung eines Sicherheitsventils oder eines Höchstdru indikators vorgesehen. Mit diesem soll auch bei der ho Drehzahl, die keine einwandfreie Diagrammabnahme m gestattet, mit hinreichender Genauigkeit die gleichmäß Lastverteilung auf alle Zylinder überwacht werden.

Die Maschine bietet in ihrem gesamten Aufbau au ordentlich viel Neues. Viele seiner Erfahrungen im Fa zeugmaschinenbau hat sich *Ricardo* hier zum Erreic des Schnellaufes auch für größere Leistungen zu Nutze macht. Wie sich die in ihren Einzelheiten aber immer sehr verwickelte Maschine unter den Händen nicht bes ders geschulten Personals und im rauhen Betrieb, z. B. Schiffsmaschine, bewähren wird, muß erst die Pra zeigen. [M 2662

Dresden *Holfelde*

[1]) „Engineering" Bd. 127 (1929) S. 193.

RUNDSCHAU

Eisenbahnwesen

:eue elektrische Verschiebelokomotive für Einphasen-Wechselstrom[1])

.n den am meisten gebräuchlichen Stromarten für den .schen Bahnbetrieb hat sich noch keine allgemein .etzen können. Alle haben Vorzüge und Nachteile. 'en ersten Blick scheint der Einphasen-Wech- .rom die beste Stromart für den Bahnbetrieb zu sein: .dung hoher Spannungen, infolgedessen wenig Speise- .e, einfache und übersichtliche Fahrleitung. Für den .b der Lokomotiven verwendet man Reihenschluß- .en, die jedoch mit Rücksicht auf den Kollektor nur für .ge Frequenzen von 16⅔ bis 25 Per./s gebaut werden .n. Man ist daher im allgemeinen gezwungen, beson- .Bahnkraftwerke oder Umformerwerke zu errichten.

'leichstrom im Bahnbetrieb ermöglicht es eben- .mit einer einfachen Fahrleitung auszukommen, jedoch nicht möglich, auf hohe Spannung zu gehen, so daß Speisepunkte erforderlich sind.

.ei Drehstrom ist es möglich, den Strom ohne Um- .ng aus den allgemeinen Kraftnetzen zu entnehmen. Die .enausrüstung (zwei Fahrleitungen) wird jedoch teuer .ei den Bahnhöfen, wo Luftweichen erforderlich sind, .erwickelt. Da bei höheren Spannungen die Isolierung .hrleitungen gegeneinander Schwierigkeiten macht, ist .ezwungen, niedrige Spannungen anzuwenden, so daß .ier eine große Anzahl von Speisepunkten erforderlich . Für den Antrieb der Lokomotiven verwendet man .rom-Asynchronmotoren, die im Aufbau sehr einfach .aher auch sehr betriebsicher sind. Drehstrom-Asyn- .motoren wirken bei übersynchronem Lauf als Strom- .er, wodurch sich eine vollkommene selbsttätige Nutz- .ng ergibt.

Das neue Kruppsche System,

.. und 2 bis 4, verwendet zum Antrieb einen einphasig .sten und einen Dreiphasen-Motor. Der Einphasen- .hat einen im Luftspalt zwischen Ständer und Läufer synchron und frei umlaufenden, mit Erreger- und Dämpferwicklung versehenen Zwischenläufer (Hohlzylinder), der dem Motor trotz einphasiger Speisung des Ständers angenähert die Eigenschaften eines Drehstrom-Asynchronmotors verleiht[2]). Dieser Motor ergibt nach Anlassen des Zwischenläufers ein hohes Anzugmoment und arbeitet bei richtiger Erregung mit $\cos\varphi = 1$ oder sogar mit voreilendem Strom. Er kann, da er keinen Kollektor hat, für 50-periodigen Wechselstrom gebaut werden. Es ist also möglich, den Fahrdraht unter Zwischenschaltung eines einfachen Isoliertransformators an ein vorhandenes Drehstromnetz der allgemeinen Landesversorgung anzuschließen; damit wird die Anlage im Gegensatz zu den bestehenden Einphasen- und Gleichstrombahnen durch Fortfall der teueren Umformerwerk wesentlich einfacher.

Durch Einschalten von Drosselspulen in die Speiseleitungen kann die Anlage kurzschlußsicher gemacht werden, da infolge des voreilenden Motorstromes auch bei Be-

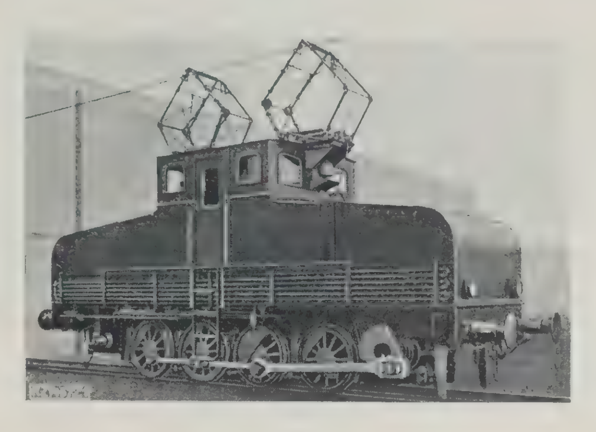


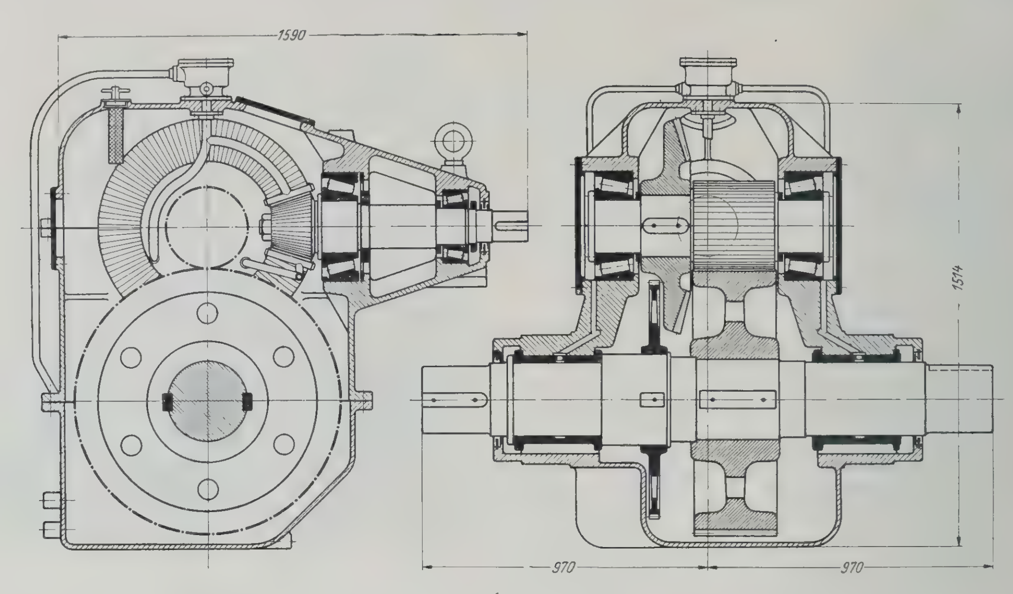
Abb. 1
Elektrische Verschiebelokomotive von Fried. Krupp.

[1]) Hier sei darauf hingewiesen, daß Nr. 20 dieser Zeitschrift vom . als Fachheft „Elektrische Bahnen" erscheint.

[2]) Vergl. *L. Schön*, Z. Bd. 70 (1926) S. 1259, und *F. Punga* und *L. Schön*, ETZ Bd. 47 (1926) S. 842 und 877.

Abb. 2 bis **4**
Elektrische Verschiebelokomotive mit vier Treibachsen für Einphasenwechselstrom von 50 Per./s, gebaut von Fried. Krupp, A.-G., Essen.

a einphasig gespeister Motor mit Zwischenläufer
b Dreiphasenmotor
c, *d* Kupplungen



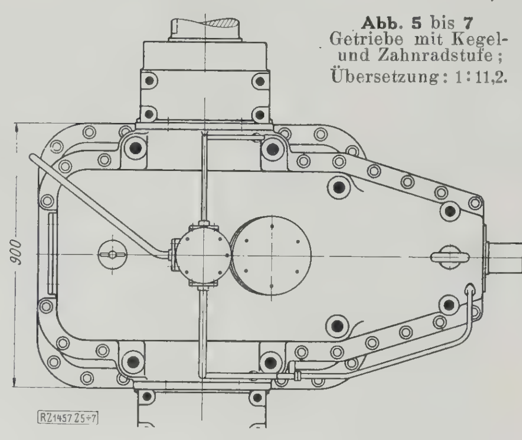


Abb. 5 bis **7**
Getriebe mit Kegel- und Zahnradstufe; Übersetzung: 1 : 11,2.

lastung die Selbstinduktion der Drosselspulen keinen Spannungsabfall hervorruft. Genau wie bei den Drehstromlokomotiven greift auch bei der neuen Anordnung die Nutzbremsung vollkommen selbsttätig ein. Ferner kann die Fahrdrahtspannung hoch gewählt werden, so daß man mit wenig Speisepunkten auskommt.

Ein weiterer Vorteil der Neuerung liegt in der Möglichkeit, als Anlaßwiderstand einen Flüssigkeitsanlasser zu verwenden, der vollkommen stoßfrei anzufahren und die Zugkraft stetig zu steigern gestattet. Man kann bis an die Reibungsgrenze herangehen, ohne Schleudern der Räder befürchten zu müssen.

Zwei Einphasenlokomotiven dieser neuen Anordnung sind für den Verschiebedienst an der Bunkeranlage einer mitteldeutschen Braunkohlengrube der I.-G. Farbenindustrie gebaut worden. Die Lokomotive hat Plattenrahmen, die im mittleren Teil mittels Versteifungskonstruktion verbunden sind. Diese Versteifung trägt die beiden Antriebmotoren *a* und *b* und schließt den Maschinenraum nach unten hin ab, Abb. 2 und 3. Die Motoren sind miteinander gekuppelt. Ihre Achsen fallen mit der Längsachse der Lokomotive zusammen.

Die Kraftübertragung.

Infolge der Verwendung eines zweistufigen Zahnradgetriebes mit einer Kegelrad- und einer Stirnradstufe konnten die Motoren gut geschützt und gut zugänglich zwischen den Rahmenblechen untergebracht werden. Von den Motoren wird die Kraft zum Getriebe über eine kurze Zwischenwelle und zwei nachgiebige Kupplungen *c* und *d* übertragen. Diese nachgiebige Verbindung verhindert das Auftreten von äußeren Kräften in den Motor- und Getriebelagern, die bei starrer Kupplung infolge von Verwindungen des Rahmens entstehen würden. Die Motoren und Getriebe werden also nur durch reine Drehmomente beansprucht, wodurch sich ihre Lebensdauer und Betriebssicherheit wesentlich gesteigert.

Das Getriebe mit einem Übersetzungsverhältnis 1 : 11,2 ist in Abb. 5 bis 7 dargestellt. Die Wellen der Kegelradstufe sind in Schrägrollenlagern spielfrei gelagert, wodurch richtiger Eingriff der Verzahnung und geräuschloser Gang erreicht wird. Die Zahnräder bestehen aus hochwertig Stahl und ihre Zähne sind im Einsatz gehärtet. Wie bei festen Genauigkeitsgetrieben sind die Zahnräder in ein Gehäuse vollkommen eingeschlossen und dadurch äußeren Einflüssen wie Staub und Feuchtigkeit und mechanischer Beschädigung geschützt. Eine Zahnrad pumpe schmiert Lager und Zahnflanken mittels Umla schmierung. Vom Getriebe wird die Kraft über Kurb Trieb- und Kuppelstangen zu den Achsen und Räd weitergeleitet.

Dem Verwendungszweck der Lokomotiven entsprech sind nur zwei Grundgeschwindigkeiten, denen die Motoren mit geringem Schlupf laufen, vor sehen. Bei der Geschwindigkeit von 6 km/h arbeiten achtpoligen Motoren in Kaskadenschaltung. Bei der schwindigkeit von 12 km/h ist der Einphasenmotor all eingeschaltet. Im Bedarfsfall ist es natürlich auch mögli eine höhere Zahl von Grundgeschwindigkeiten zu erziel auch kann zur Erhöhung der Leistung der Dreiphasenmo parallel zum dreiphasig gewickelten Ständer des Einphas motors geschaltet werden, da der Einphasenmotor glei zeitig als Motor und Phasenteiler arbeiten kann. Beim A fahren wird in den Läuferstromkreis des Einphasenmot und des Dreiphasenmotors der veränderliche Flüssigke widerstand eingeschaltet. Zur Kühlung der Anlasserflüss keit, die sich beim öfteren Anfahren des Verschiebebetrie stark erwärmt, dienen außen an der Lokomotive an brachte Röhrenkühler.

Die Motoren sind für 600 V am Ständer und Läufer wickelt. Der Einphasenmotor erhält den Strom über ein Spartransformator, der über einen Ölschalter und die Stro abnehmer mit der Fahrleitung, die 3000 V führt, verbund ist. Um die Fahrtrichtung der Lokomotive zu ändern, w die Stromzuführung des Einphasenmotors vom Ständer den Läufer, oder umgekehrt, verlegt. Da hierbei Zwischenläufer stets im selben Drehsinn weiterläuft, erfo der Fahrtrichtungswechsel ohne jeglichen Zeitverlust.

Das geräumige, vollkommen geschlossene und elektris geheizte Führerhaus, in dem sämtliche für die Ste rung notwendigen Einrichtungen untergebracht sind, ist der Mitte über den Motoren angeordnet. Seine hohe La gestattet einen vorzüglichen Überblick über den Zug u die Strecke, was besonders für den Verschiebedienst v Vorteil ist.

Die Hauptkonstruktionszahlen:

Spurweite	1 435 mm
Rad-Dmr.	1 050 „
Gesamter Radstand	3 900 „
Länge über die Puffer	9 900 „
Größte Breite	2 930 „
Höhe ohne Stromabnehmer	4 000 „
Dienstgewicht = Reibungsgewicht . . .	48 t
Achsdruck	12 t
Grundgeschwindigkeit	6 und 12 km
Motor-Stundenleistung	2 × 300 PS
Größte Zugkraft am Zughaken	16 000 kg
Stundenzugkraft am Zughaken	12 000 „
Fahrdrahtspannung	3 000 V
Frequenz	50 Per/s.

Essen Dipl.-Ing. *E. Burmeister*
[M 1457]

Verarbeitende Industrien

Selbsttätig arbeitende Reismühlen

Wie jede andre Getreideart muß auch der Reis, bevor as eigentliche Arbeitsverfahren durchläuft, erst gründ- gereinigt werden. Der angelieferte Rohreis wird von m Becherwerk *b*, Abb. 8 und 9, den Vorreinigungs- irateuren *c* und c_1 zugeführt, wo er von Staub, l, Steinen, Stroh und andern Fremdkörpern befreit wird. e Reiniger arbeiten nach dem üblichen Verfahren der dsichter.

Aus dem vorgereinigten Reis (Paddy) werden mittels Überlaufmagnete *d* und d_1 etwaige Eisenteile entfernt, uf er den Unterläuferschälgängen *e* und e_1 uft, wo er zwischen den beiden mit einer besonderen eifmasse belegten Läufern geschält wird, Abb. 10. Der and der Schleifflächen ist regelbar. Den Einlauf regelt am Einlauftrichter befindliche verstellbare Manschette. Das den Schälgang verlassende Erzeugnis: geschälte ungeschälte Körner und Hülsen, wird von dem Doppel- erwerk *f*, Abb. 8 und 9, zu den Flachsieben *g* und g_1 rdert, wo das Schälmehl (Kargomehl) und der kleine lbruch abgesiebt wird. Die über die Siebe laufenden sen, geschälten und ungeschälten Körner fallen in die nter stehenden Windsichter *h* und h_1 (Hülsenseparator), die Reishülsen ausgeschieden werden. Die Hülsen kann man bei größeren Reismühlen als Feuerungstoffe für den Dampfkessel verwenden. Der abgesiebte Schälbruch gelangt in einen an die Entlüftungsleitung angeschlossenen Putzkasten *k*, wo die kleinen Schalenteilchen abgesogen werden, worauf man ihn mittels des Becherwerks *l* unmittelbar dem ersten Schleifgang *m* zuführt, ohne damit den Paddyausleser zu belasten.

Der von den Hülsenseparatoren *h* und h_1 kommende geschälte und ungeschälte Reis läuft in die Paddyausleser *i* und i_1, die die geschälten und ungeschälten Körner trennen[1]). In dem Ausleser gelangt das Gut zuerst in einen Speisetrog und wird von hier durch die einzelnen einstellbaren Speiselöcher in die Kammern eines mit Prallflächen versehenen geneigten Schütteltisches geführt. Infolge der Schüttelbewegungen trennen sich die verschiedenen Körner voneinander. Die ungeschälten Körner, die spezifisch leichter sind als die geschälten, wandern nach oben, während die geschälten, spezifisch schwereren Körner unten abfließen. Die Maschine hat ein Vorgelege mit kegeligen Riemenscheiben, damit man die Drehzahlen der Maschine leicht den verschiedenen Reisarten anpassen kann.

Die die Ausleser verlassenden ungeschälten Körner werden dem Becherwerk *b* zugeführt, das sie wieder auf den Schälgang bringt. Die geschälten Körner werden von dem Becherwerk *l* zu dem ersten Schleifgang *m* geför-

[1]) Vergl. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 2 S. 43.

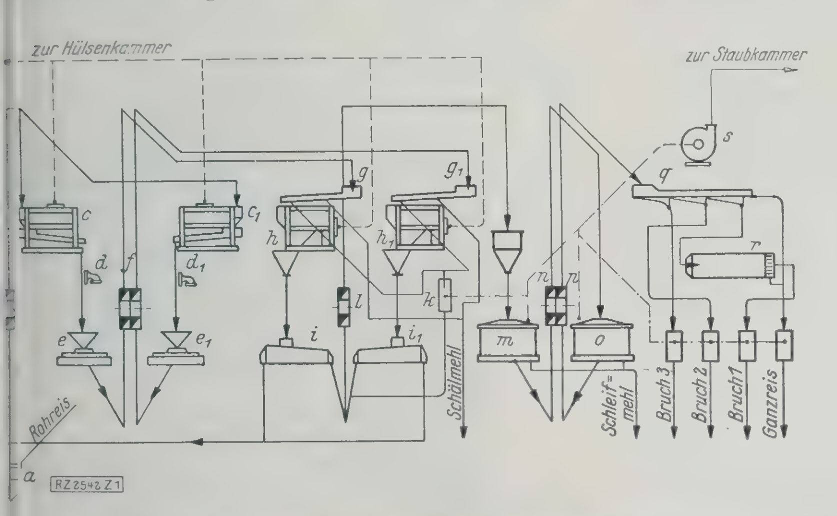


Abb. 8
Arbeitsplan einer selbsttätig arbeitenden Reismühle.

Zu Abb. 8 und 9:
a Einschütttrichter
b, *l* einfache Becherwerke
c, c_1 Vorreiniger (Aspirateur)
d, d_1 Überlaufmagnete
e, e_1 Unterläuferschälgang
f, *n*, *p* Doppelte Becherwerke
g, g_1 Flachsiebe
h, h_1 Windsichter (Hülsenseparator)
i, i_1 Paddyausleser
k Putzkasten
m Erster Schleifgang
o Zweiter Schleifgang
q Plansieb
r Trommelausleser (Trieur)
s Sauglüfter

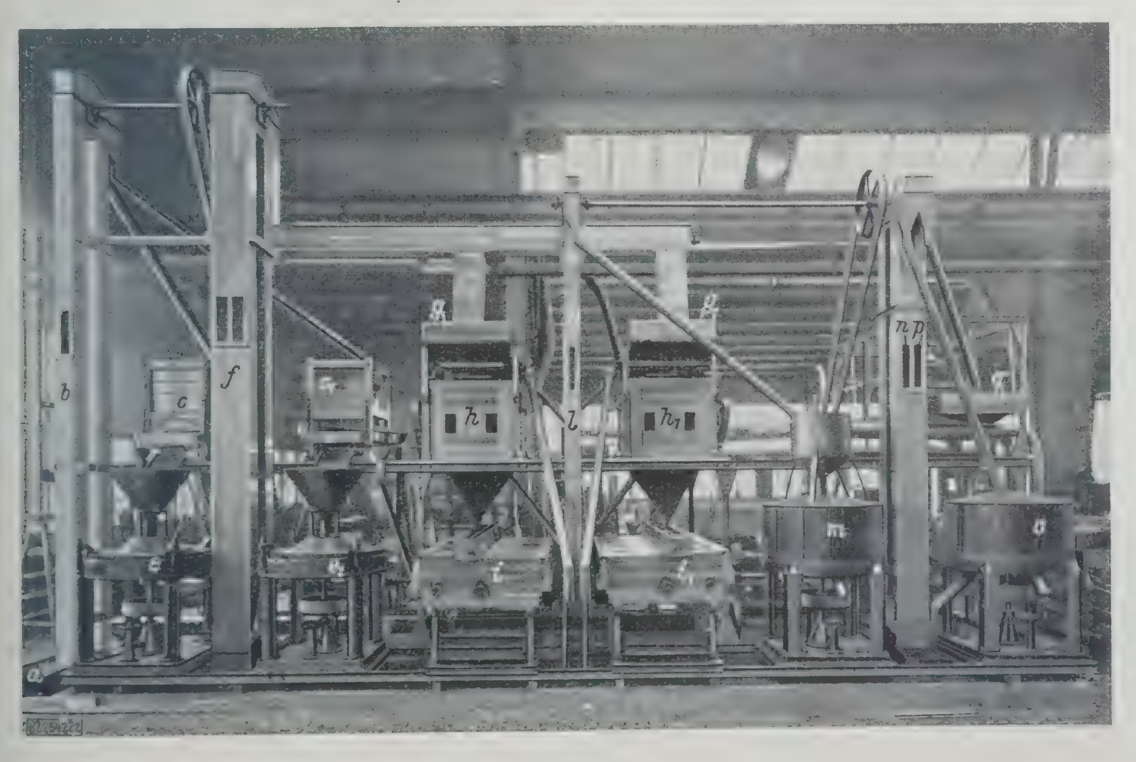


Abb. 9
Selbsttätig arbeitende Reismühle für Birma, gebaut von der Firma „Miag" Mühlenbau- und Industrie-A.-G., Braunschweig.

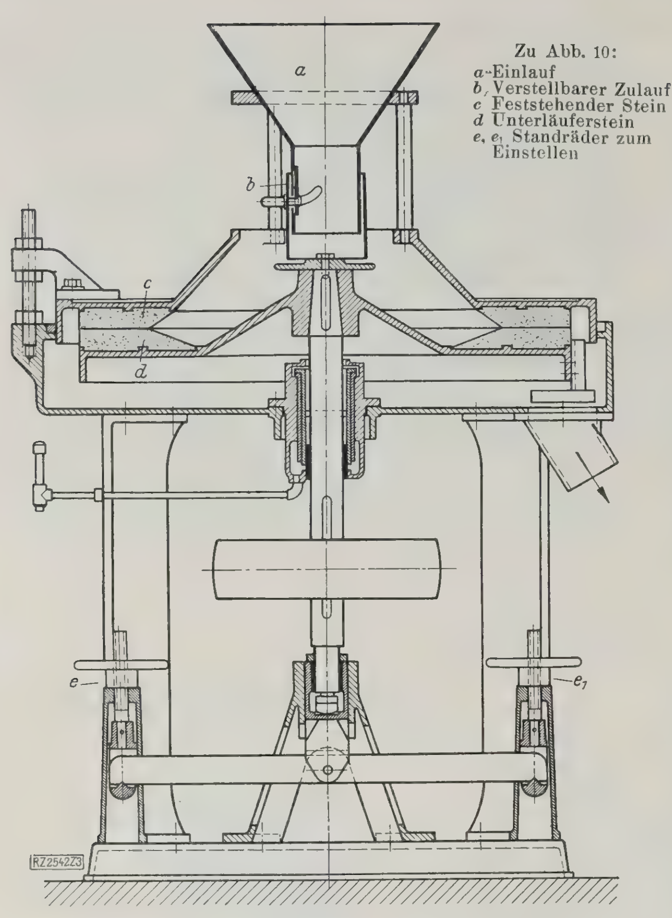


Abb. 10
Unterläuferschälgang.



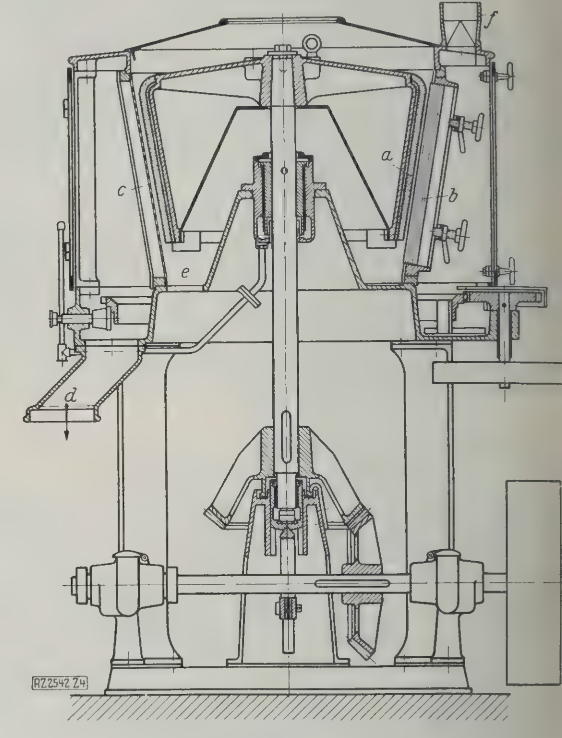


Abb. 11
Schleifgang.

dert. Dieser, Abb. 11, gibt dem geschälten Reis, der noch von einer grauen, fettigen Haut umgeben ist, ein besseres Aussehen.

Der Schleifgang besteht aus einem mit einer Steinmasse belegten Schleifkegel *a*, der in einem mit verstellbaren Gummibremsen *b* versehenen Siebmantel *c* umläuft. Der Reis wird zwischen dem Kegel und dem Drahtgewebe geschliffen. Die Gummibremsen stauen den Reis, wenden ihn, so daß er allseitig geschliffen wird, verringern die Bruchbildung und verhindern, daß der zu schleifende Reis die Umlaufgeschwindigkeit des Kegels annimmt und die Schleifwirkung dadurch aufgehoben wird.

Das Schleifmehl tritt durch den Drahtmantel aus, verläßt die Maschine bei *d* und wird abgesackt. Der geschliffene Reis fällt bei *e* heraus. Je nach der gewünschten Ware kann der Schleifvorgang wiederholt werden. Ferner kann man den Reis noch durch eine Poliermaschine gehen lassen. Im allgemeinen schleift man zwei- bis dreimal. Bei der Anlage nach Abb. 8 und 9 ist noch ein zweiter Schleifvorgang *o* vorhanden, dem der Reis vom ersten Schleifgang *m* mit dem Becherwerk *n* zugeführt wird.

Nach dem Schleifen wird der W e i ß r e i s durch ein Becherwerk *p* einem Plansieb *q* zugeführt, das die verschiedenen Bruchsorten vom Ganzreis trennt. Die zweite Sortierung enthält vielfach noch kleineren Ganzreis, weshalb man sie noch durch einen Trommelausleser (Trieur) *r* führt. Das dem Reis noch anhaftende Mehl wird durch einen Sauglüfter bei jeder einzelnen Sorte abgesogen.

Alle bei dem Arbeitsverfahren beteiligten Maschinen sind leicht zugänglich und übersichtlich in einem kräftigen Eisengestell eingebaut. Der Kraftbedarf einer Reismühle für 1000 kg/h Rohreis beträgt 20 bis 25 PS. Von dieser Stundenleistung an aufwärts ist Dampfkraft am wirtschaftlichsten, da die beim Schälen anfallenden Hülsen für das Heizen des Kessels genügen. Von 1000 kg Rohreis erhält man rd. 220 kg Hülsen, die einen mittleren Heizwert von rd. 3000 kcal/kg haben. Diese vollkommen selbsttätig arbeitenden Mühlen werden von der „Miag“, Mühlenbau- und Industrie-A.-G. in Braunschweig für Leistungen von 300 kg/h bis 4000 kg/h gebaut. [M 2542]

Berlin *Schwenninger*

Maschinenteile

Schnellschlußventil mit freiem Durchgang

Von einschneidender Bedeutung für die Sicherheit un Wirtschaftlichkeit in Dampfbetrieben ist die richtige Wah der Absperrorgane. Im folgenden sei ein neues Heißdampf ventil für hohen Druck von *Karnath*, das die Fa. Dingler A.-G., Zweibrücken, baut, beschrieben[1]).

Die Abdichtung wird durch eine elastische Platte *h* Abb. 12 bis 14, die sich unter dem auf ihr lastenden Dampf druck den ungleichförmigen Dehnungen des Ventilgehäuse anpaßt, bewirkt. Auf der Spindel sind drei Kurvenscheibe aus Chromnickelstahl befestigt. Um die obere und die unter Kurvenscheibe, *f* und *g*, ist je ein Abhebebügel, *k* und *l*, ge führt, der an der Platte festsitzt. Durch Drehen des seit lichen Handrades wird die Spindel *i* mittels Schneckenrad übersetzung bewegt. Der untere Abhebebügel lüftet nu infolge seiner besonderen Ausbildung die Platte zuerst vo ihrem Sitz. Nachdem sie um mehr als die Hälfte abgehobe ist, greift der obere Abhebenocken ein. Dadurch wird di Platte langsam von ihrem Sitz gewissermaßen abgerollt. De Anpreßnocken *e* schwenkt dann die abgehobene Platte un 90°. Beim Schließen wird das Ventil durch den Winkel hebel *n*, Abb. 14, zurückgedreht. Die Kurvenscheibe *m* üb auf den Gleitkopf *o* des Winkelhebels *n* einen Druck aus Der Hebel wird dadurch zwangläufig bewegt und schwenk die Platte wieder in ihre Ausgangstellung, Abb. 12, zurück Muß man das Ventil rasch schließen, so kann man mittel des Schalthebels *c* die Schnecke *b* ausschalten. Eine einzige Umdrehung des an der Spindel sitzenden Handrades schließt das Ventil vollkommen ab. Da der Dampfdruck den Schließvorgang unterstützt, läßt sich das Handrad leich bedienen.

Das Ventil bedarf auch bei hohem Druck keiner Druck ausgleichvorrichtung. In der Dampfströmung stehen ledig lich Spindel und Nocken. Bei dem erweiterten Querschnit behindern diese die freie Dampfströmung nicht in nennens werter Weise, so daß dieses Ventil praktisch einen freien Durchgang hat und infolgedessen keinen größeren Span nungsverlust verursacht, als ein Schieber gleicher lichte Weite[2]). In Abb. 15 sind die den einzelnen Ventildurch

[1]) Z. Bd. 70 (1926) Nr. 38 S. 1261.
[2]) Vergl. „Glückauf“ Bd. 52 (1916) Nr. 47 S. 997.

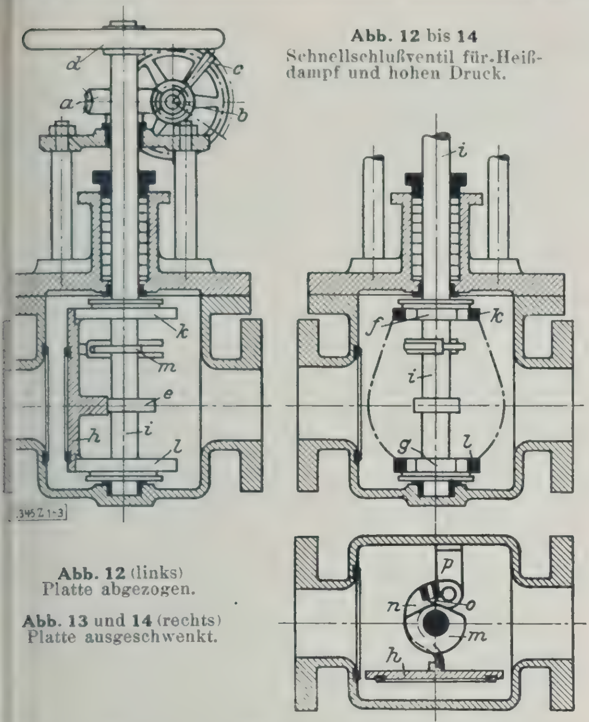


Abb. 12 bis **14**
Schnellschlußventil für Heißdampf und hohen Druck.

Abb. 12 (links) Platte abgezogen.

Abb. 13 und **14** (rechts) Platte ausgeschwenkt.

Zu Abb. 12 bis 14:
a Schneckenrad
b Schnecke
c Ausklinkhebel für Schnecke
d Schnellschluß-Handrad
e Anpreßnocken
f oberer Abhebenocken
g unterer Abhebenocken
h Ventilplatte
i Ventilspindel
k oberer Abhebebügel
l unterer Abhebebügel
m Kurvenscheibe für Rückdrehvorrichtung
n Rückdrehhebel
o Gleitkopf
p Haltearm für Rückdrehvorrichtung

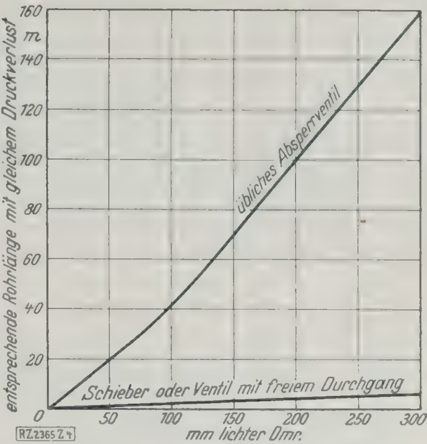


Abb. 15
Druckverluste für Schieber und Normalventile, ausgedrückt durch entsprechende Rohrlängen.

ern in bezug auf ihren Strömungswiderstand entspre-len geraden Rohrlängen mit gleichem Druckabfall für ere Dampfgeschwindigkeiten aufgezeichnet. Für größere durchmesser kommen demnach nur noch Schieber oder ile mit freiem Durchgang in Frage.

Bei bestehenden Rohrleitungen, die zu großen Druck-schied aufweisen, kann man diesen durch Einbau von ilen mit geringem Strömungswiderstand wesentlich ver-ern. Durch die Möglichkeit, bei gleichem Druckverlust ere Leitungsdurchmesser als bisher zu nehmen, kann auch den thermischen Wirkungsgrad verbessern, außer-n verringern sich die Kosten für den Wärmeschutz der le. [M 2345]

eibrücken Dipl.-Ing. *H. Bund*

Anstrichtechnik

Farbspritzen mit 0,05 at Überdruck

Man unterscheidet heute unmittelbare Zerstäubung, lbare Zerstäubung und Umlaufzerstäubung. Die un-telbare Zerstäubung, Abb. 16, benutzt man en Baum- und Pflanzenspritzen. Der zu verspritzende wird unter hohem Druck, rd. 2 bis 4 at, durch Düse gepreßt. Der Spritzstoff befindet sich in einem el und wird mittels einer Handpumpe unter Druck ge-. Man kann nur leichtflüssige Stoffe zerstäuben.

Die mittelbare Zerstäubung, Abb. 17, mit ken von 2 bis 8 at ermöglicht feinste Vernebelung emlich jeden Farbstoffes. Den erzeugten Spritzstrahl man aber nicht geschlossen halten, sondern am Rande der Spritzstoff sehr ab. Es bilden sich Farbnebel, die mittels Vorrichtungen absaugen muß, damit der Arbeiter fährdet seine Spritzarbeit verrichten kann. Zur Erzeu-des hohen Druckes braucht man verhältnismäßig ere Maschinen. Fahrbare Anlagen dieser Art kann man nicht als leicht beweglich bezeichnen. Beim weiteren au darf man nicht allein die Handlichkeit in Betracht n, sondern muß das Hauptaugenmerk auf die sehr ierige Beseitigung der Farbnebelbildung richten.

Da bei der mittelbaren Zerstäubung eine brauchbare Vernebelung nur durch den hohen Druck möglich dürfte die Beseitigung der Farbstaubbelästigung große Schwierigkeiten bereiten. Es sind in letzter Zeit auch „Niederdruck-Spritzanlagen" auf den Markt gekommen, die keine oder nur geringe Farbstaubbelästigung zeigen. Bei diesen Anlagen wurde die Nebelbildung nur auf Kosten der Zerstäubung vermindert, so daß die Brauchbarkeit in vielen Fällen in Frage gestellt ist.

Einen völlig neuartigen Weg stellt die Umlaufzerstäubung dar, Abb. 18. Der Spritzstoff wird hier infolge Umlaufens des Zerstäubers vernebelt. Bei dieser Ausführungsform wird ein mit Flügeln versehener, im Luftstrahl liegender, drehbar angeordneter Körper in möglichst schnelle Drehung versetzt. In diesen umlaufenden Körper tritt aus zweckentsprechend geformten Düsen Spritzstoff, der beinahe senkrecht zur Achse, also fast parallel zur Arbeitsfläche, abgestoßen wird. Um nun das so zerstäubte Spritzgut auf die Fläche auftragen zu können, muß man es am seitlichen Abfliegen verhindern. Dies erreicht man durch eine bestimmte Luftstrahlführung. Der Luftstrahl muß in zwei Teile geteilt werden, und zwar einen inneren und einen äußeren. Der innere Luftstrahl dient zum Antrieb des Zerstäubers, der äußere gibt zusammenfassend und mantelbildend die Spritzrichtung. Der um den Spritzstoff herumgelegte Luftmantel ist von höchster Wichtigkeit, da er die Nebelbildung vollkommen beseitigt. Zur Betätigung einer derartigen Spritzeinrichtung genügt die Verwendung eines Elektrogebläses für 0,05 at Überdruck. [M 2331]

Berlin-Charlottenburg *A. Funk*

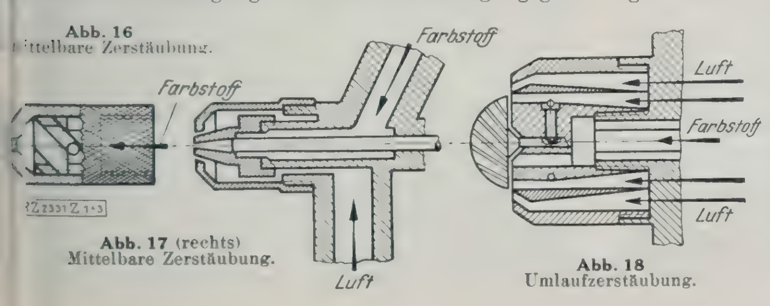


Abb. 16 Unmittelbare Zerstäubung.

Abb. 17 (rechts) Mittelbare Zerstäubung.

Abb. 18 Umlaufzerstäubung.

Schiffs- und Seewesen

Wirtschaftlichkeit neuerer Schiffsdampfanlagen

Die Verbesserungen in bezug auf den Brennstoffverbrauch bei neuen großen Schiffen zeigt ein Vortrag von *J. Johnson* in der diesjährigen Hauptversammlung der Institution of Naval Architects. Wertvoll war vor allem der Vergleich der Ergebnisse der älteren Schiffe mit denen der neuen „Duchess"-Klasse, bei denen Dampfturbinen für 24 at Anfangsdruck und Kessel mit Ölfeuerung angewendet worden sind. Im Gesamtergebnis hat die „Duchess of Bedford" mit 20 000 B.-R.-T. eine Reise von Liverpool nach New York und zurück bei 17,8 Kn Geschwindigkeit mit einem Brennstoffverbrauch von 1443 t einschließlich Hafenverbrauch gemacht, während die 1922 gebaute „Montclare" von 16 300 B.-R.-T. mit Getriebeturbinen für niedrigen Druck unter ähnlichen Wetterverhältnissen bei 16,35 Kn Geschwindigkeit 2182 t verbrauchte. Der Brennstoffverbrauch des neuen Schiffes war also um 34 vH geringer, obschon es etwas größer und etwas schneller ist. Die Haupt- und Hilfsmaschinen verbrauchten, bezogen auf die Wellenleistung, 0,283 gegen 0,444 kg/PSh, also 36 vH weniger. Für die Hauptmaschinen allein wurden als Verbrauch 0,258 gegen 0,394 kg/PSh, also eine Ersparnis von 34 vH ermittelt. Allerdings ist der Unterschied nicht der Anwendung von höherem Dampfdruck allein zuzuschreiben; denn die „Empress of Australia", der frühere deutsche Dampfer „Tirpitz", verbrauchte nach Einbau einer neuen Maschinenanlage für niedrigen Druck (verbesserte Getriebeturbine) schon 1926 auch nur 0,322 kg/PSh Heizöl, so daß der Verbrauch der „Duchess of Bedford" nur eine Verbesserung um 12 vH bedeutet. („The Motorship" April 1929 S. 22/23.) [N 2858] *C.*

Kleine Mitteilungen

Neuartige Drehrost- und Schrägrostfeuerungen für Dampfkessel

Schon vor sechs Jahren führte die Firma Atkinson, Glasgow, die ersten Versuche mit neuen Feuerungen für geringwertige Kohlen und sonstige Abfallbrennstoffe aus. Eine Drehrostfeuerung nach Art der Drehöfen wird bei Flammrohrkesseln, eine Schrägrostfeuerung bei Wasserrohrkesseln benutzt. Bei beiden Feuerungen wird der Brennstoff während der Verbrennung in dauernde Schüttelbewegung versetzt.

Die geneigten Drehroste haben 4 bis 5 m Länge und rd. 1 m Innendurchmesser und laufen mit rd. 0,3 U/min um. Die Stahltrommeln werden mit feuerfestem Stoff und mit luft- oder wassergekühlten Roststäben aus Gußeisen ausgekleidet. Der Brennstoff wird selbsttätig mittels Schnecke, Vorschubkolben oder Wurfvorrichtung zugeführt. Die Verbrennungsluft tritt am Umfang der Trommel durch Düsen ein. Bei Rostbelastungen bis zu 733 kg/m²h beträgt der Gesamtwirkungsgrad 70 bis 80 vH, dabei ist die Kesselleistung bis um 50 vH höher als bei üblichen guten Handfeuerungen. Kohlenstaub mit 45 vH Brennbarem wird mit gutem Erfolg verfeuert. Ebenso eignet sich die Feuerung für Grubenabfallkohlen mit 30 vH Asche und 30 vH Feuchtigkeit und einem Heizwert von 3140 kcal/kg, wobei eine 4,5- bis 5fache Verdampfung, entsprechend einer Dampfleistung von 4 bis 7 t/h, erreicht wird. Für Bedienung ist ein Mann für 4 bis 5 Kessel einschließlich Antrieb und Entaschung erforderlich.

Ähnliche Ergebnisse hat man mit dem aus Kettengliedern bestehenden muldenförmigen Schrägrost mit unterteilter Luftzufuhr erzielt. Holzspäne wurden unter einem Stirling-Kessel verfeuert bei 2,5- bis 3facher Verdampfung und bis zu 8 t/h Dampfleistung. („Engineering" 8. März 1929 S. 312*, 5. April 1929 S. 426*, 19. April 1929 S. 501*)
[N 2950 a] *Kr.*

Erfahrungen mit großen Schiffsdieselmotoren

Am 9. April berichtete Dr.-Ing. *Sass*, Berlin, in einer Sitzung der Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland über die bisherigen Ergebnisse der drei doppeltwirkenden Zweitakt-Schiffsdieselmotoren, Bauart AEG-Hesselman, von je 5000 PS Nutzleistung, die in den Motorschiffen „Leverkusen", „Duisburg" und „Kulmerland" der Hamburg-Amerika-Linie eingebaut sind. Die Bauart dieser Motoren, die sechs Zylinder von 700 mm Bohrung und 1200 mm Hub haben, ist aus der Veröffentlichung in Bd. 72 (1928) S. 1693 bekannt. Die Schiffe haben sich im Brennstoffverbrauch als sehr wirtschaftlich erwiesen, so daß ein weiteres Schiff nachbestellt worden ist.

Einige Schwierigkeiten, die an den Stopfbüchsen der Kolbenstangen auftraten, wurden durch den Einbau neuer Stopfbüchsen, Bauart *Davy Robertson*, Gotenburg, behoben. Eine wichtige Neuerung an den Motoren ist die Verwendung von schmiedeisernen Zylinderdeckeln, die aus einzelnen Teilen hergestellt sind und durch ein von Dir. *Baßler*, AEG-Berlin, angegebenes Sonderverfahren so in dem elektrischen Ofen miteinander verbunden werden, daß ein praktisch einheitlicher Körper entsteht. Bei der Herstellung wird eine Glühtemperatur von 1200 ° erreicht. Hierdurch und durch langsames Abkühlen der Deckel wird ein spannungsfreies Werkstück erzielt. Ein derart hergestellter Deckel besteht im Gegensatz zu gußeisernen Zylinderdeckeln aus einem homogenen, fehlerfreien Werkstoff, der eine erheblich größere Betriebssicherheit und Lebensdauer gewährleistet. Mehrere derartige Deckel, die in der Werkstatt einem Probedruck von 75 at auf der Feuerseite und von 30 at auf der Wasserseite unterworfen wurden, befinden sich bereits seit längerer Zeit im Betrieb und haben sich sehr gut bewährt. Eine ausführliche Veröffentlichung über dieses Verfahren in dieser Zeitschrift ist in Aussicht genommen. („The Engineer" 12. April 1929 S. 415)
[N 2950 b] *H.*

Vierspindelautomat

Eine neuartige Werkzeugmaschine für die Bearbeitung von kleineren Preß-, Schmiede- oder Gußstücken aus Messing, Stahl u. a. baut die New Britain Machine Co., New Britain, Connecticut. Die Maschine hat vier Spindeln und fünf selbstspannende Zweibackenfutter. Bei jedem Wechsel der Futter ist ein Futter in Ruhe- oder Ladestellung. Drei Spindeln dienen zum Langdrehen, Bohren und Plandrehen, während die vierte Spindel zum Gewindeschneiden bestimmt ist. Die ersten drei Spindeln haben voneinander unabhängige Geschwindigkeiten, die in vier Stufen von 160 bis 1200 U/min regelbar sind. Den Vorschub kann man ebenfalls für jede Spindel unabhängig einstellen.

Die zum Gewindeschneiden bestimmte Spindel wird üb eine Zahnkupplung angetrieben und ist zwischen 45 U/mi und 700 U/min regelbar. Zum Schneiden von Linksgewind muß man ein Zahnrad zwischenschalten. Die Zweibacken Schneidköpfe werden mittels Druckluft gesteuert. Die Druck luft wird, falls in der Werkstatt keine Druckluftanlag vorhanden ist, mittels eines kleinen an der Maschine an gebrachten Verdichters erzeugt. Erforderlichenfalls kan man die Schneidbacken auch mittels Drucköl steuern („Engineering" 19. April 1929 S. 499.) [N 2950 c] *Schr.*

Sandgefüllte Stützen für den Streckenausbau in Bergwerken

Für den Streckenausbau in Bergwerken verwendet ma einen Werkstoff mit hoher Druckfestigkeit und genügende Querschnittfläche, der dem auf den Strecken lastenden Ge birgsdruck standhalten kann. Man kann aber auc den Stützen eine runde oder hohle Form geben un das Innere mit sandigen oder körnigen Stoffen ausfüllen Zahlreiche in Süd-Afrika durchgeführte Versuche haben e geben, daß mit Sand gefüllte eisenbewehrte Beton- ode Stahlrohrglieder größere Festigkeit aufweisen und wenige unsicher sind, als scheibenförmige eisenbewehrte Beton platten. Werden die einzelnen Glieder über die Zugfestig keit der Eiseneinlage hinaus beansprucht, so gehen si zu Bruch. Vor dem Bruch der Eiseneinlage sind aber de eingefüllte Sand oder die körnigen Füllstoffe bereits s fest zusammengedrückt, daß ein plötzliches Niederbreche der Glieder niemals vorkommt.

Infolge der zusammenschiebbaren Form der Gliede gibt eine solche Stütze infolge der gleichmäßigen Verte lung des Sanddruckes mehr nach als eine aus einem unge teilten Rohr bestehende Stütze. Die Widerstandfähigke der Stütze wird aber noch erheblich vergrößert, wenn ma die Kanten der inneren Ringe abschrägt. Die günstigst Form der Eiseneinlage für eisenbewehrte Betonröhren ode Ringe ist eine an den Enden offene Drahtspirale, die be dem auf ihr lastenden Druck nachgeben kann. Zusammen schiebbare Stahlrohrstützen von 300 mm Dmr., 5 mm Wanddicke und 900 mm Länge, die mit Sand gefüllt waren hielten 360 t Belastung bei 137 mm Zusammendrückung au Aus fünf Teilen bestehende zusammenschiebbare Eisen betonstützen, die mit Sand gefüllt sind, hielten 330 t au (Iron and Coal Trades Review 19. April 1929 S. 564.)
[N 2950 d] *Ste.*

Die Wood-Leerlaufeinrichtung für Lokomotivzylinder

Die Great Southern-Eisenbahn Irlands will alle ihr Lokomotiven, die Kolbenschiebersteuerung haben, mit eine neuen Leerlaufeinrichtung versehen, deren Brauchbarke durch umfangreiche Versuche bewiesen ist. Die Einrich tung beseitigt den Unterdruck im Zylinder bei Leerlau vermeidet also das Ansaugen von Rauchgasen und biete gleichzeitig ein Mittel, Kolben und Schieber auch in diese Fall weiter unter Dampf zu schmieren.

Zu diesem Zweck führt ein Rohr von rd. 25 mm l. W vom Wasserraum des Tenders oder vom Speisewasserroh aus zum Hauptdampfrohr, und zwar auf der Zylinderseit also hinter dem Regler, oder zur Sattdampfkammer de Überhitzers. In das Rohr ist ein Rückschlagventil einge baut, um bei Fahrt unter Dampf dessen Eintreten in de Wasserraum zu vermeiden. Bei Leerlauf hingegen saug der Kolben durch das Rohr eine geringe Menge Wasse an, die auf ihrem Wege durch den Überhitzer in Damp verwandelt wird. („The Locomotive" 15. April 1929 S. 119*.) [N 2950 e] *Ro.*

Holland-Amerika-Dampfer „Statendam"

Am 11. April d. J. hat der vor kurzem fertiggestellt Schnelldampfer „Statendam" der Holland-Amerika-Lini seine Jungfernreise angetreten, die insofern von besondere Bedeutung ist, als gerade vor 300 Jahren das erste hollän dische Schiff in New York eingetroffen ist. Der neu Dampfer stellt mit seiner Maschinenanlage einen weitere Fortschritt in der Verwendung von Hochdruck-Damp turbinen als Schiffsantrieb dar.

Die „Statendam" hat 212 m Länge über alles, rd. 25 Breite und 16,2 m Seitenhöhe. Sie ist bei 30 000 B.-R.-T Raumgehalt für 1600 Fahrgäste und 600 Mann Besatzun eingerichtet. Die Maschinenanlage besteht aus zwei Pa sons-Turbinensätzen mit einfacher Übersetzung von 20 000 PS Die dreiflügeligen Schrauben arbeiten mit 125 U/min un verleihen dem Schiff eine Geschwindigkeit von 19 Kn Dampf von rd. 30 at Druck wird in sechs Wasserrohrkessel mit Ölfeuerung, Bauart Babcock & Wilcox, erzeugt. De

icht- und Kraftzwecke erforderlichen elektrischen liefern vier Dieseldynamos von je 400 kW. Schiffs- und Maschinen wurden von Harland & Wolff, Belebaut; die Wilton's Engineering & Slipway Com- Rotterdam, hat das Schiff ausgerüstet und die Ma- eingebaut. („The Engineer" 19. April 1929 S. 423.) 2950 f] *Bl.*

Japanisches Fischmotorschiff

f der Werft der Mitsubishi Zosen Kaisha ist jetzt ste japanische Motorschiff für den Fischereibetrieb estellt worden. Das Schiff, mit Namen „Kushiro Maru", hat 41 m Länge, 7,3 m Breite und 4,1 m Seitenhöhe bei einem Raumgehalt von 312 B.-R.-T. Die Fisch- und Eisräume, die sich über eine beträchtliche Länge des stählernen Schiffskörpers erstrecken, werden durch eine Kohlensäureanlage mit Motorantrieb gekühlt. Winden und Ankerspill werden elektrisch betrieben. Zum Antrieb des Schiffes dient ein von den Niigata Iron Works in Yokohama erbauter einfachwirkender Zweitakt-Dieselmotor von 750 PS. Die sechs Zylinder haben 350 mm Bohrung und 490 mm Kolbenhub. Die Dienstgeschwindigkeit des Schiffes beträgt 11½ Kn. („The Motorship" April 1929 S. 39*.) [N 2950 g] *Bl.*

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204).

tschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik. ufl. Von *Heinrich Gröber.* Mit einem Abschnitt über iene von *J. Bürgers.* Berlin 1928, Julius Springer. S. m. 308 Abb., 26 Zahlentaf. und 10 Hilfstaf. Preis *RM.*

izungs- und Lüftungsanlagen in den verschiedenen Ge-earten. Von *M. Hottinger* und *W. v. Gonzenbach.* in 1929, Julius Springer. 191 S. Preis 10 *RM.*

st gleichzeitig sind im gleichen Verlage zwei Bücher nen, die inhaltlich manches gemeinsam haben. Zufällt rein äußerlich auf, daß bei beiden Werken der ser des technischen Teiles sich mit einem Mediziner arbeitung der Fragen der Hygiene zusammengeschlos-t. Gerade diese Abschnitte bieten daher für den In-r besonders Beachtenswertes. Der technische Teil beiden Büchern wesentlich verschieden behandelt. nd bei *Rietschel* im großen und ganzen der alte be- Aufbau beibehalten ist, wonach die verschiedenen -und Lüftverfahren beschrieben und in einem zweiten reichen Teil die Berechnungen enthalten sind, be-kt *Hottinger* sich auf die Darstellung der für die ein- Gebäudearten angemessenen Heiz- und Lüftanlagen. nungen sind in seinem Buch daher nicht enthalten. e Vorzüge der Darstellung von *Hottinger* sind darin en, daß der Leser für die verschiedenen Gebäudearten h Wunsch nur das durchzusehen braucht, was er im enden Fall braucht. Anderseits bedingt diese Art handlung des Stoffes vielfache Verweisungen und che Wiederholungen. Störend sind für den nord-en Leser eine Reihe von schweizerischen Ausdrücken Druck- und Interpunktionsfehler, die nicht zum Genuß des sachlich wertvollen Inhaltes kommen e

der neuen Auflage von *Rietschel* sind wesentliche serungen gegenüber der vorhergehenden festzustellen. rfreulich sind der Abschnitt über das Schweißen der eine Reihe von mustergültigen Abbildungen über eitsvorrichtungen bei Warmwasserheizungen, der hitt über Abwärmeverwertung und Fernheizungen so-e Behandlung der Unterdruckdampfheizung, die damit um ersten Mal rechnerisch erfaßt ist. Wertvoll ist die Hand des Bearbeiters an den Stellen zu erkennen, en Fortlassungen gegen früher erfolgt oder neue hitte hinzugekommen sind.

türlich fallen auch einzelne kleine Unstimmigkeiten fehlt auf S. 43 die zu Abb. 91 gehörende Zahlen-so sind überlappt geschweißte als Gasrohre bezeich-ie Hilfstafel VI müßte wohl in der Überschrift die nung „Unterdruck-Dampfheizung" aufweisen. Auch se ich den Hinweis auf die Möglichkeit, bei Dampf-gen durch Einbau sogenannter Patronen einzelne mit gefüllte Heizkörper anzubringen. Zusammenfas-ann jedoch nur festgestellt werden, daß beide Bücher rtvolle Bereicherung des auf dem Gebiet vorhande-hrifttums anzusprechen sind.

584] Dr.-Ing. *Fischer*

ärme- und Kälteschutz in der Industrie. Von *J. S. merer.* Berlin 1928, Julius Springer. 276 S. m. bb. Preis 21,50 *RM.*

r Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, die wissen-chen Erkenntnisse auf dem Gebiete des Wärme- und hutzes zusammenzufassen, sie durch einfache Rechen-en und Rechentafeln der Praxis bequem zugäng- machen und auf nicht ganz offen liegende Probleme ksam zu machen und zu ihrer Lösung anzuleiten. diesem Zweck geht er im ersten, die Grundlagen der echnik behandelnden Teil des Buches von den physi-en Gesetzmäßigkeiten aus, die ohne viel Ableitung rmeln aufgeführt und durch Zahlenbeispiele erläutert werden. Es folgt eine kurze, sehr gute Beschreibung der Isolierstoffe und ihrer Eigenschaften und dann eine ausführliche Zusammenstellung der Zahlenwerte aller wärmeschutztechnischen Größen. In dem Abschnitt über die Meßtechnik ist u. a. der *Schmidtsche* Wärmeflußmesser gründlich behandelt. Auch das Wichtigste über die Technik der Temperaturmessungen findet man hier gut dargestellt. Nur die Parallelschaltung von Thermoelementen zur Bestimmung von Mitteltemperaturen (Abb. 56) halte ich nicht für richtig.

Der zweite Teil des Buches umfaßt die Berechnungen und Anwendungen. Der Abschnitt „Wärmeverluste während des Betriebes" bringt Tafeln für Einheitswärmeverluste, aus denen man die gesamten Verluste einfach und zweckmäßig durch Multiplikation mit einem „Temperaturfaktor" und einem „Windfaktor" erhält. Die folgenden Abschnitte befassen sich mit der Wärmespeicherung, der unterbrochenen Betriebsweise, mit der Bemessung von Anlagen unter betriebtechnischen Gesichtspunkten. Der Abschnitt „Bemessung von Wärme- und Kälteschutzmitteln nach der Wirtschaftlichkeit" enthält Betrachtungen und Zahlentafeln über die wirtschaftlichste Isolierstärke. In dem letzten Abschnitt des Buches werden die Grundlagen der Vergebung von Aufträgen und der Lieferung ausführlich besprochen, in einem Anhang zahlreiche Tabellen, Diagramme und Literaturstellen gebracht.

Zusammenfassend muß man dankbar anerkennen, daß der Verfasser die Fülle seiner Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet des Wärmeschutzes in so leicht faßlicher Weise der Praxis zur Verfügung gestellt hat.

[E 2675] *Max Jakob.*

Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei. Herausgeg. von *C. Geiger.* 2. Aufl. 3. Bd.: Schmelzen, Nacharbeiten und Nebenbetriebe. Berlin 1928, Julius Springer. 747 S. m. 967 Abb. Preis 68,50 *RM.*

Die Gießereifachleute haben den vorliegenden dritten Band des bereits gut eingeführten Handbuches schon längere Zeit erwartet. Die Verzögerung war aber nicht zuletzt auf die Umstellung und die Neuauflage der beiden ersten Bände zurückzuführen.

Band 3 umfaßt den Schmelzbetrieb der Eisen-, Stahl- und Tempergießerei, die Nachbehandlung und das Fertigmachen der Erzeugnisse, die Aufbereitung der Formstoffe und den Modellbau, ein Namen- und Sachverzeichnis bildet den Abschluß.

Es würde zu weit führen, allen Einzelheiten aus den von bewährten Fachleuten bearbeiteten Abschnitten gerecht zu werden und diese hier zu erörtern. So weit der Abschluß der Drucklegung es möglich machte, sind die wertvolleren Neuerungen aus den verschiedenen Fachgebieten, zum Teil eingehend behandelt worden. Dies betrifft insbesondere die Berichte über das Schmelzen im Tiegel-, Schacht-, Flamm-, Siemens-Martin- und Elektro-Ofen, in der Kleinbessemerei und in der Darstellung des Tempergußverfahrens. Leider zwang der begrenzte Umfang des Werkes die Mitarbeiter auch hier zu gewissen Einschränkungen in ihren Ausführungen, sonst hätte vielleicht mancher Abschnitt, wie z. B. der über hochwertiges Gußeisen, eine umfassendere Behandlung erfahren können. Ähnliche Beschränkungen wurden auch den Abschnitten 8: Putzerei, und 9: Behandlung der Gußoberflächen, zuteil. In fast allen Berichten hätten aber mehr oder weniger überflüssige Bilder zugunsten wichtiger Einzelheiten fortbleiben können. Einiges kann allerdings im nächstfolgenden Bande noch nachgeholt werden, in dem auch etwas über die Gießereinormen zu sagen wäre; trotzdem, auch in einem mehrbändigen Handbuch lassen sich leider nicht alle Wünsche in bezug auf die Einzelheiten der Berichte erfüllen.

Aber im großen ganzen bringt der vorliegende Band viel neue Anregungen, so daß auch der leitende Fachmann im Gießereibetrieb auf manche Fragen seines verantwortungsvollen Berufes Aufklärung finden wird.

Im übrigen ist der stattliche Band, wie die Vorgänger, in mustergültiger Weise aufgebaut, er bildet mit den andern Bänden eine Zierde der Fachbücherei des Gießereitechnikers und wird auch als Lehrbuch allen andern Interessenten willkommen sein. [E 2737] *Joh. Mehrtens*

Précis de Construction, Calcul et Essais des Avions et Hydravions. Von *J. Guillemin.* Paris 1929, Gauthier-Villars & Cie. 442 S. m. 583 Abb. Preis 100 Fr.

Der Verfasser, Chefingenieur der Firma Hanriot und Lehrer an der École technique d'Aéronautique, übergibt mit seinem Werk der Öffentlichkeit ein Lehr- und Handbuch des Flugzeugbaues, geschrieben für die Unterweisung des Studierenden und die Unterstützung des Konstrukteurs in seiner Arbeit. Ungeklärte wissenschaftliche Fragen, Zukunftsaufgaben der Flugtechnik bleiben damit folgerichtig unbesprochen. Dafür werden mit vorbildlicher Klarheit und reichlicher Unterstützung durch Skizzen fast alle technischen Arbeiten und Überlegungen beim Bau eines Flugzeuges von der Aufstellung des Entwurfs, der Auswahl der Werkstoffe bis zu den Prüfungen vor dem Flug und der Auswertung der Flugergebnisse gezeigt.

Trotzdem sind die einzelnen Gebiete nicht ganz gleichmäßig behandelt. Am ausführlichsten sind die Abschnitte über die Festigkeitsberechnungen der Flugzeuge (abgesehen von der Knickbiegungsberechnung, die man vermißt) und über die Eigenschaften und Prüfung der Baustoffe. Dazu gehören eine Reihe von Normblättern und Rechentafeln. Dagegen wird die Stabilitätsberechnung auf eine Erklärung der Verfahren unter Verzicht auf Wiedergabe zahlenmäßiger Ergebnisse der Windkanal-Untersuchungen beschränkt. Die Vorberechnung der Flugleistungen fehlt auffallenderweise ganz. Die bauliche Gestaltung, und zwar aller Bauweisen und aller Teile, ist dafür umfassend geschildert.
[E 2752] *Karl Rühl*

Vorlesungen über allgemeine Mechanik. Von *Alexander Brill.* München und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 356 S. m. 165 Abb. Preis 20 *RM.*

Das Werk ist in zwei Teile gegliedert, die die Mechanik des materiellen Punktes und des starren Körpers behandeln, es beschränkt sich somit auf die Mechanik starrer Massen. Was der Verfasser mit seinem Werk beabsichtigt, sagt er im Vorwort: Erfahrungen des gewöhnlichen Lebens und Ergebnisse einfacher physikalischer Versuche sollen die elementaren Begriffe liefern. Erst nachdem an der Hand von Beispielen das Eindringen und gewissermaßen Einfühlen des Studierenden in den Stoff vorbereitet ist, werden durch Vergleichen von mathematisch konstruierten Bewegungen mit einfachen natürlichen die bekannten Grundsätze abgeleitet und endgültig formuliert. Im Einklang hiermit geht der Verfasser im ersten Teil von den verschiedenen Bewegungsarten des Punktes aus und gelangt so zu ihrer Ursache, der Kraft. Ein kurzer Abschnitt über Vektorrechnung bereitet auf die folgenden Abschnitte vor, die die Zentralkräfte, Massenanziehung, die unfreie und die Relativbewegung behandeln.

Der zweite Teil ist in entsprechender Weise aufgebaut; hier wird von der Geometrie der Bewegung des starren Körpers ausgegangen, es folgt die Zusammensetzung der Kräfte am Körper und sodann die Bewegung des Körpers selbst. Das Werk ist nicht nur für den Ingenieur bestin sondern dient der Sache selbst, die Schönheit der Mecha findet im Aufbau und Inhalt einen lebendigen Ausdr
[E 2796] W.

Die Fermente und ihre Wirkungen. Von *Carl Oppenhei* 5. Aufl. 3. Bd.: **Die Methodik der Fermente.** Herausg von *Carl Oppenheimer* und *Ludwig Pincussen.* 5. Leipzig 1929, Georg Thieme. 313 S. m. 57 Abb. P 28 *RM.*

Mit dem Erscheinen dieser Lieferung, die außer Schluß der bereits behandelten Abschnitte die Metho der Fibrinfermente behandelt und den dritten Hauptteil, Nachweis der Fermente in biologischen Objekten sowie klinische Fermentmethodik enthält, liegt das großzügig gelegte, nahezu 100 Druckbogen umfassende Werk, des in dieser Zeitschrift an zwei Stellen[1]) gedacht wurde, n mehr vollendet vor. Die weit überwiegende Mehrzahl sei einzelnen Abschnitte ist von deutschen Forschern bearbei deren besonderes Arbeitsgebiet innerhalb des Stoffgebie des Buches gelegen ist. Dies legt zugleich ein bered Zeugnis für den regen Anteil ab, den deutsche Arbeit der Erschließung dieses Gebietes der biochemischen F schung nimmt, die, wie auch unlängst *P. Walden* in sein Vortrag in der ersten allgemeinen Sitzung der 90. V sammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamb ausführte[2]), das nächste Ziel der organisch-chemisc Synthese sein wird. [E 2580] *Böttge*

[1]) Vergl. Bd 72 (1928) Nr. 46 S. 1691 und Bd. 73 (1929) Nr. 2 S. 71.
[2]) Vergl. Zeitschr. „Die Naturwissenschaften" Bd. 16 (1928) S. 8

Handbuch der Experimentalphysik. Herausgegeb. v *W. Wien* und *F. Harms,* unter Mitarbeit von *H. Le* 9. Bd. 1. T.: **Hohe und tiefe Temperaturen.** Von *H. Wartenberg.* **Gasverflüssigung.** Von *H. Lenz.* **Wär leitung.** Von *Osc. Knoblauch* und *H. Reiher.* **Wär strahlung.** Von *W. Wien* und *C. Müller.* Leipzig 19 Akademische Verlagsgesellschaft. 484 S. m. 157 A Preis 44,60 *RM.*

Deutsche Forschung. Aus der Arbeit der Notgemeinsch der Deutschen Wissenschaft. 1. H.: Wiederabdruck dem 5. Bericht. 116 S. Preis 3,60 *RM.* 2. H.: De schriften über Gemeinschaftsarbeiten. 205 S. P 6,40 *RM.* 3. H.: Metallforschung. 122 S. m. 49 Abb. P 4,40 *RM.* 4. H.: Geophysik und Aerologie. 91 S. m. 15 A und 2 Taf. Preis 3 *RM.* 5. H.: Völkerzusammenhänge Ausgrabungen. 133 S. Preis 4,40 *RM.* 6. H.: Deuts Volkskunde. 150 S. Preis 4,80 *RM.* Berlin 1928, Ver der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft. den Buchhandel durch Karl Siegismund.

Aufgaben aus der Fernmeldetechnik (Telegraphen-, Fe sprech- und Funktechnik) nebst Lösungen. Von *K. Bu ler.* Lübeck 1929, Franz Westphal. 264 S. m. Abb. Pr 11,50 *RM.*

Einführung in die Telegraphentechnik. Von *Karl Pa mann.* Lübeck 1929, Franz Westphal. 167 S. m. 226 A Preis 5,20 *RM.*

Zeitstudie und Betriebsüberwachung im Arbeitsschaubi Von *Walther Poppelreuter.* München und Berlin 19 R. Oldenbourg. 86 S. m. 71 Abb. Preis 5 *RM.*

Lichttechnische Hefte der Deutschen Beleuchtungstech schen Gesellschaft. 2. H.: **Die Beleuchtung von Inn räumen durch Tageslicht.** Von *H. G. Frühling.* Ber 1929, Union Deutsche Verlagsgesellschaft. 95 S. 34 Abb. Preis 4,80 *RM.*

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

73 SONNABEND, 11. MAI 1929 Nr. 19

Die Verdampfungswärme des Wassers und das spezifische Volumen von Sattdampf zwischen 210 und 250 °C

Von M. JAKOB und W. FRITZ, Berlin[1])

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt)

Herrn Professor Dr.-Ing. A. Stodola wird zum 70. Geburtstag am 10. Mai 1929 von seinen Freunden und Schülern eine sehr wertvolle wissenschaftliche Festschrift überreicht. Wir sind den Herausgebern dankbar, daß sie uns gestattet haben, aus dieser Festschrift in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure und im Archiv für Wärmewirtschaft je einen Aufsatz gleichzeitig abzudrucken. Wir danken heute besonders Herrn Professor Stodola, dem der Verein bereits 1908 die Grashofdenkmünze überreichte, für seine treue Mitarbeit an dieser Zeitschrift. *Die Schriftleitung.*

Verdampfungswärme des Wassers hat *Henning*[2]) vischen 30 und 180 °C [0,043 bis 10,2 kg/cm²], *Jakob*[3]) lem gleichen Verfahren im Bereich von 180 bis 210 ° C 2 bis 19,5 kg/cm²] bestimmt. In der vorliegenden wird diese Untersuchung auf das Gebiet von 210 bis C [19,5 bis 40,5 kg/cm²] ausgedehnt. Hierüber liegen zt keine unmittelbaren Messungen vor. Nun setzt sich . B. bei überhitztem Dampf von 30 at und 400 ° C, bei Dampfturbinen gebräuchlichen Eintrittzustand, ärmeinhalt des Dampfes zusammen aus 240 kcal/kg gkeitswärme, 430 kcal/kg Verdampfungswärme und kal/kg Überhitzungswärme. Die Verdampfungswärme iegt somit bei diesem Dampfzustand, und eine Un- gkeit ihres Wertes verursacht den größten Fehler im einhalt. Auch das spezifische Volumen von Satt- , das man aus der Verdampfungswärme einfach nen kann, ist oberhalb 210 ° nur unsicher bekannt. stand daher neben dem physikalischen ein dringendes sches Bedürfnis nach der vorliegenden Untersuchung. cht unwesentlichen Mittel zur Fortsetzung der Unter- ng haben die Notgemeinschaft der Deutschen Wissen- und der Verein Deutscher Ingenieure zur Verfügung t. Sie ermöglichten auch die Teilnahme des zweit- ten Verfassers an der Arbeit. Beiden Körperschaf- für ihre Unterstützung auch hier gedankt.

Versuchsverfahren

i dem der Untersuchung zugrunde liegenden Ver- wird Wasser von Sättigungstemperatur in einem efäß durch elektrisches Beheizen verdampft. ebildete Dampf wird in einem zweiten, mittels rs gekühlten Gefäß wieder verflüssigt. Der Quo- us der um die Wärmeverluste verringerten elek- n Heizleistung und der Masse des in der Zeitein- erdampften und im Kondensgefäß wieder niedergeschlagenen Wassers ist die gesuchte Verdampfungswärme. Man muß also die elektrische Heizleistung, die Wärmeverluste, die Versuchsdauer und die Menge des Kondensates bestimmen, um die Verdampfungswärme zu erhalten. Zur Verminderung der Wärmeverluste ist das Siedegefäß von einem Schutzmantel umgeben, der möglichst genau auf der Sättigungstemperatur des Dampfes gehalten wird. Die trotzdem noch auftretenden Verluste werden dadurch eliminiert, daß man bei gleicher Temperatur hintereinander Versuche anstellt, bei denen durch verschieden starkes elektrisches Heizen verschieden schnelles Verdampfen erzielt wird.

Führt man dem Wasser in der Zeit t die Wärmemenge Q, also die Heizleistung $N = Q/t$ zu, und wird hierdurch in der Zeit t die Wassermasse M und in der Zeiteinheit $m = M/t$ verdampft, so gilt:

$$N = m\,r + V_a + V_b + V_c + V_d \quad \ldots\ldots (1).$$

Hierin ist r die zu ermittelnde Verdampfungswärme; V_a, V_b, V_c, V_d bedeuten Wärmeverluste in der Zeiteinheit, und zwar ist

$V_a = a\,(\vartheta_w - \vartheta_0)$, wobei ϑ_w die Temperatur des siedenden Wasser, ϑ_0 die Temperatur des Schutzmantels und a ein konstanter Wärmedurchgangswert[4]),

$V_b = b\,\dfrac{\Delta\,\vartheta_w}{t}$, worin $\Delta\,\vartheta_w$ die Zunahme der Temperatur des Siedegefäßes nebst Wasserinhalt während der Versuchsdauer t und b der Wasserwert des Gefäßes mit seinem jeweiligen Inhalt,

V_c ein bei immer gleicher Innen- und Außentemperatur und unverändertem Wärmeschutz konstanter Wärmeverlust,

$V_d = m\,\dfrac{\mathrm{d}\,r}{\mathrm{d}\,\vartheta}\,(\vartheta_w - \vartheta)$ schließlich bedeutet ein Berichtigungsglied für die Abweichung der mittleren Wassertemperatur ϑ_w eines Einzelversuches von der Temperatur ϑ, bei der die Verdampfungswärme r bestimmt werden soll.

Hat man n derartige Versuche mit verschiedenen Verdampfungsgeschwindigkeiten ausgeführt, so können die drei

---

[1]) Die Arbeit ist im Auszug zuerst in der Dresdener Sitzung des usses für Wärmeforschung des Vereines deutscher Ingenieure ezember 1928 vorgetragen und wird unverkürzt in der Festschrift Geburtstag Prof. *Stodolas* abgedruckt.

[2]) *Fr. Henning*, Ann. d. Phys. (4. Folge) Bd. 21 (1906) S. 849, Bd. 29 441, Bd. 58 (1919) S. 759.

[3]) *M. Jakob*, Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieur- en Heft 310 (1928) S. 9.

[4]) Vergl. *M. Jakob*, Z. f. d. ges. Kälte-Industrie Bd. 33 (1926) S. 21

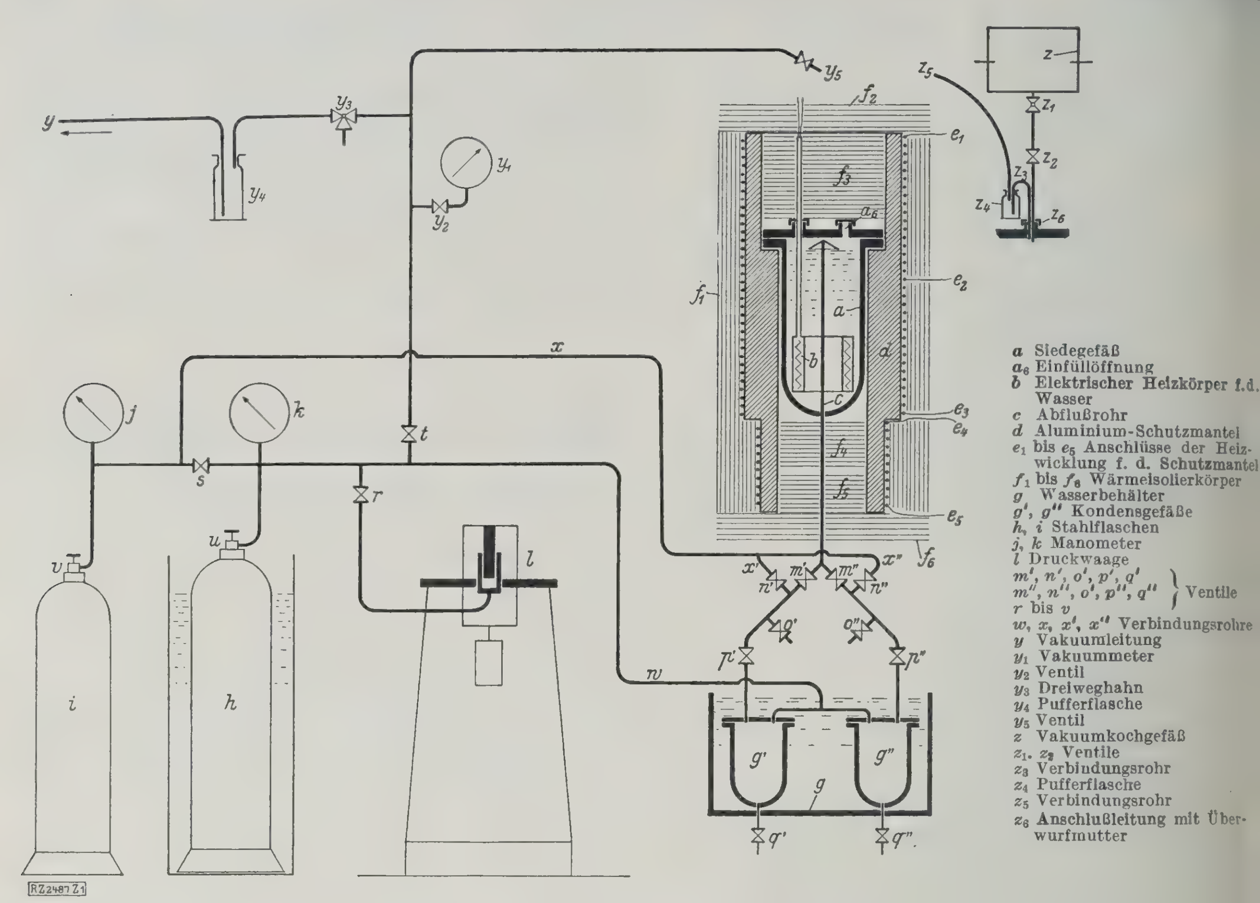


Abb. 1
Die Versuchsanordnung.

Unbekannten r, a und V_c nach der Methode der kleinsten Quadrate ermittelt werden[5]). Eigentlich genügten hierzu schon $n = 3$ Versuche, da man hieraus drei Gleichungen (1) erhält, doch würde bei der verschiedenen Größenordnung der Unbekannten (a und V_c sind bei unserer Anordnung etwa 50 bis 200mal kleiner als r) die Bestimmung zu ungenau sein.

Die Größe a kann auch getrennt für sich experimentell ermittelt werden. Die verbleibenden Unbekannten V_c und r erhält man dann wieder nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Versuchsanordnung

Allgemeine Beschreibung

Das Wasser wird im Siedegefäß a, Abb. 1, durch den elektrischen Heizkörper b („Wasserheizkörper") verdampft; der Dampf strömt durch das Rohr c ab. Das Siedegefäß hängt in einem Aluminium-Hohlzylinder d (Wärmeschutzmantel), der mittels elektrischer Heizwicklungen (Stromzuführungen bei e_1 bis e_5) auf der gleichen Temperatur gehalten werden kann, wie das Wasser in a. Gegen Wärmeabgabe nach außen sind das Siedegefäß und der Aluminiumzylinder durch die Isolierkörper f_1 bis f_6 geschützt.

Der Dampf wird entweder bei offenem Ventil m' in das Kondensgefäß g' oder bei offenem Ventil m'' in das Kondensgefäß g'' geleitet; g' und g'' stehen im Behälter g in fließendem kalten Wasser. Das Kondensat kann durch die Ventile q' oder q'' abgelassen werden. Von g' und g'' führt die Rohrleitung w zu dem mit Gas gefüllten Ausgleichbehälter h, der so groß ist, daß der Druck in den Kondensgefäßen und im Siedegefäß a während der ganzen Verdampfungsdauer konstant bleibt. Dies wird mit der Druckwaage l geprüft; die Manometer j und k dienen zur Orientierung. Aus einer zweiten Gasflasche i kann h nachgefüllt werden.

Die Bedeutung der Ventile n', n'', o', o'', p', p'', u, v, r, s, t und der Rohrleitungen x, x', x'' ist bei *Jakob* (Forschungsarbeiten, Heft 310) erklärt. In der nun folgend Beschreibung der Einzelteile der Versuchsanordnung w den nur neu konstruierte Teile geschildert, die übrige sämtlich für Drücke bis 200 at bei 365 °C ausreich sollen[5a]).

Das Siedegefäß

Das neue Siedefäß für höhere Drücke ist in Abb. 2 d gestellt. Es ist aus Kruppschem Chromnickelstahl g schmiedet, der bei 20° eine Zugfestigkeit von 115 kg/m hat, und wiegt 36,5 kg. Die 12 Flanschschrauben d Deckels a_1 bestehen aus Chromnickelstahl von 85 kg/mm² Festigkeit bei 20° und 65 kg/mm² bei 340°. den Deckelstutzen a_3, a_4, a_5 sind die Rohre b_3, a_7 und abgedichtet; außerdem ist eine Füllöffnung a_6 vorhand (s. Abb. 1 und 3). Die Überwurfmuttern bestehen a nichtrostendem Kruppschem V1M-Stahl. Zum Abdicht dienen teils Kupferringe, teils Klingeritscheiben.

Die Wassertemperatur wird mit dem geraden Plat Widerstandsthermometer a_9 (im Nickelrohr a_7) gemesse die Dampftemperatur mit dem durch a_5 hindurchgeführt Platin-Widerstandsthermometer a_{10}; dieses ist in d spiralig gebogene Rohr a_8 aus nichtrostendem Kru schem V2A-Stahl eingebaut. Die etwa 5 cm lange Plat wicklung a_{11}, Abb. 4, befindet sich am Ende der Spira 25 cm von der Durchführung a_5, so daß keine Meßfehl durch Wärmeableitung entstehen können. Bei Begi jedes Versuches reicht das Wasser gerade bis zur Unt kante des Rohres a_8; am Ende des Versuches muß d Heizkörper b noch ganz mit Wasser bedeckt sein.

Den Heizkörper b, dessen Wicklung zwischen zw hart zusammengelöteten Kupferzylindern liegt, h schon *Jakob* benutzt und beschrieben (a. a. O., Abb. 7 er ist nur noch vernickelt worden. Das über d Rohr b_3 gesteckte Nickelrohr a_{12} nimmt durch die Bla feder a_{13} den Druck auf, der auf den Querschnitt von von unten her wirkt und den Heizkörper sonst trotz d

[5]) Näheres siehe bei *M. Jakob*, Forschungsarbeiten, Heft 310.

[5a]) Die feinmechanischen Arbeiten hat der Techniker der Reic anstalt *H. Kneise* ausgeführt, der sich auch an den Messungen beteilig

Abb. 2
Siedegefäß mit Zubehör.

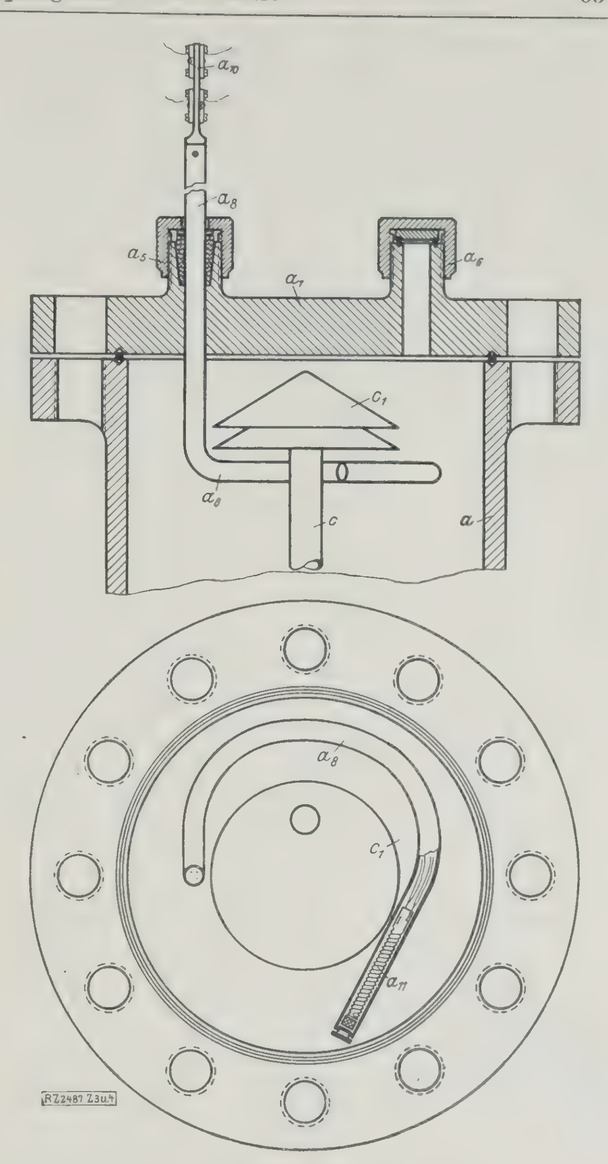


Abb. 3 und 4
Das Platin-Widerstandthermometer zur Messung der Dampftemperatur.

Zu Abbildung 2 bis 4:

a Siedegefäß
a_1 Deckel
a_2 Bodenstutzen
a_3, a_4, a_5 Deckelstutzen
a_6 Füllöffnung (Abb. 3)
a_7 Nickelrohr
a_8 Rohr aus V2A-Stahl
a_9, a_{10} Platinwiderstandsthermometer
a_{11} Platinwicklung (Abb. 4)
a_{12} Nickelrohr über b_3
a_{13} Blattfeder
b Wasserheizkörper
b_3 Nickelrohr
c Dampfableitung
c_1 Doppelhaube
c_2 Abflußrohr
c_3 Dichtungskegel
c_4 Heizwicklung
d Aluminium-Hohlzylinder
d_1 Ringförmiger Absatz des Aluminiumzylinders
d_2 Auflagestelle des Siedegefäßes
d_3 Nickelstahlbolzen
d_4', d_4'' Auflagerflächen des Aluminiumzylinders
d_5', d_5''; d_6', d_6'' Stützen
d_7', d_7'', d_8', d_8'', d_9', d_9'' Verschraubungen
d_{10}, d_{11} Bohrungen
d_{12} Verschiebbare Platin-Widerstandsthermometer
e_1 bis e_5 Anschlüsse der Heizwicklung
f Blechmantel
f_1 bis f_6 Wärmeisolierung
f_7', f_7'' Asbestpackung
g Wasserbehälter
m Ventilkörper
m_6 Verschraubung

starken Reibung von b_3 in a_3 innerhalb des Siedegefäßes in die Höhe treiben würde.

Der erzeugte Dampf strömt durch die Doppelhaube c_1, das Ableitungsrohr c aus V2A-Stahl und das mit einer Heizwicklung c_4 versehene Neusilberröhrchen c_2. Das Rohr c ist mit Feingewinde in den Boden des Siedegefäßes eingeschraubt; der Kegel c_3 dichtet dabei das Siedegefäß gegen das Innere des Röhrchens c_2 ab. Dieses ist durch den Stutzen a_2 an a und durch m_6 an das Umsteuerventil m angeschlossen (s. *Jakob* a. a. O.).

Vorrichtung zum Einfüllen des Wassers

Bei den ersten Versuchen mit der neuen Anordnung wurde das Kalorimeter ohne weitere Vorsichtsmaßregeln mit destilliertem Wasser, das Ausgleichgefäß h mit Luft gefüllt. Obwohl das Siedegefäß vernickelt war, bildete sich an der Innenwand Rost; auch neues Vernickeln blieb erfolglos. Daher mußte der Zutritt von Luft durch ein besonderes Entlüfte- und Füllverfahren ausgeschlossen werden:

Destilliertes Wasser von der Firma Schering-Kahlbaum A.-G., Berlin, wird in einem Vakuum-Kochgefäß z, Abb. 1, auf 40 bis 50 ° erwärmt und dann mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe über die Leitung y unter starkem Sieden entlüftet, wobei z_1 mit y_5 verbunden ist; hierauf wird das Wasser, ohne mit Luft wieder in Berührung zu kommen, durch Anschluß von z_1 an z_2 und z_6 an a_6 in das vorher mit reinem Stickstoff ausgespülte Siedegefäß a eingesogen. Die Saugleitung geht von y, wo die Wasserstrahlpumpe angesetzt ist, über y_5, wo z_5 angeschlossen wird, über die Pufferflasche z_4 und das Verbindungsstück z_3 nach a_6. y_1 ist ein Vakuummeter, y_2 dessen Sperrventil, y_3 ein Dreiweghahn, y_4 ein Puffergefäß. Während der ganzen Füllung bleibt das Ventil t geschlossen.

Ist a bis zum oberen Rand von a_6 gefüllt, so wird z_6 abgenommen und dann das Siedegefäß mittels der Überwurfmutter von a_6 nach außen schnell abgedichtet. in diesem Augenblick kommt die kleine Wasseroberflä in der Bohrung von a_6 mit Luft in Berührung.

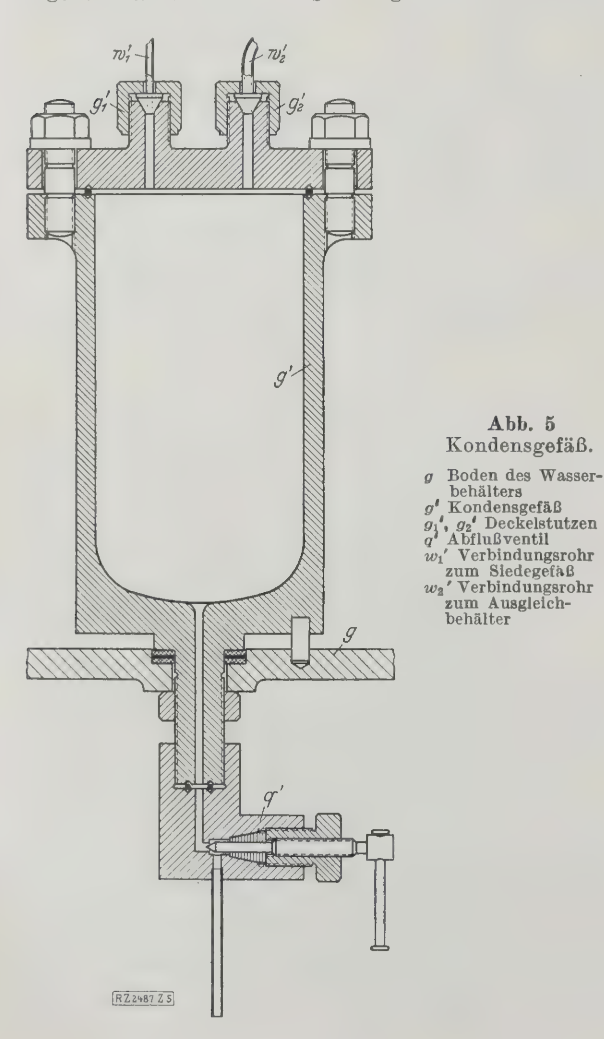


Abb. 5
Kondensgefäß.

g Boden des Wasserbehälters
g' Kondensgefäß
g_1', g_2' Deckelstutzen
q' Abflußventil
w_1' Verbindungsrohr zum Siedegefäß
w_2' Verbindungsrohr zum Ausgleichbehälter

Die Ausgleichgefäße h und i, die bei *Jakob* mit l gefüllt waren, enthielten bei unseren Versuchen rei Stickstoff, mit dem auch sämtliche Rohrleitungen ausges wurden.

Der Wärmeschutzmantel

An Stelle des früheren Ölmantels, der wegen der V dampfung des Öles nur nach vollkommenem Abdich hätte weiter benutzt werden können, ist ein 800 mm lan und 65 kg schwerer Hohlzylinder d, Abb. 2, getreten, die Metallhütte Baer & Co., Rastatt, aus Reinalumin gegossen hat. Um die Wärmeableitung zu verring sind die Enden dünner als die Mitte. Das Siedegefä ruht auf dem ringförmigen Absatz d_1 des Alumini zylinders nur an drei um 120 ° versetzten Stellen d_2 wird durch Nickelstahlbolzen d_3 festgehalten, die in St büchsen sitzen; die metallische Berührung zwische und d wird durch Glimmerröhrchen bei d_3 und durch G merplättchen verhindert.

Der Aluminiumzylinder ist am unteren Ende bei und d_4'' mit Hilfe geeigneter Winkel d_5', d_6', d_5'' und und Verschraubungen d_7', d_8', d_9' und d_7'', d_8'', d_9'' auf Wasserbehälter g gelagert. Doch findet (wie elektri nachgeprüft) nirgends metallische Berührung statt; Stoßflächen sind nämlich durch Asbestlagen getrennt.

Zur Messung der Temperatur und ihrer Verteil erhielt der Aluminiumzylinder zwei Längsbohrungen und d_{11} von 9,2 mm Dmr. und 365 bzw. 300 mm Läng Längs dieser Bohrungen können die Temperaturen du Verschieben der Platin-Widerstandsthermometer d_{12} getastet werden (s. a. Abb. 6).

Der Aluminium-Mantel wird elektrisch mit Hilfe ei zwischen 3 mm dicken Asbestschichten liegenden W lung aus Chromnickelband von 15 mm Breite behe Diese dreifach unterteilte Wicklung mit den Anzapf gen e_1 bis e_5 gestattet, alle drei Abschnitte des Zylind unabhängig voneinander zu beheizen.

Die Brauchbarkeit des Wärmeschutzmantels hä wesentlich von der Güte der Wärmeisolierung ab. solche bewährte sich die von *E. Schmidt*, Danzig[7]), vor schlagene „Alfol"-Isolierung"[8]) sehr gut. Sie besteht unserem Aluminiumzylinder aus fünf konzentrischen, du Aluminiumfolien von 0,03 mm getrennten Luftschichten Die Folien werden durch Asbestringe, die an drei Stel aufgebracht sind, im Abstand von 10 mm gehalten. äußerste Umhüllung f besteht aus Zinkblech.

Nach der Definition von V_c soll die Wärmeisolieru des Siedegefäßes a immer gleich sein. Diese Forderung w bei der früheren Glaswollisolierung schwer erfüllbar. wurden daher besondre Isolierkörper aus beiderseits Aluminiumfolie beklebten dünnen Asbestscheiben her stellt, die durch Porzellanrollen auseinander gehal werden. Acht bis vierzehn solcher Scheiben werden du drei bis vier Neusilberstäbe von 2 mm Dmr. verbunden. sind die Isolierkörper f_2 bis f_6 ausgeführt; die Stütz d_5', d_6' und d_5'', d_6'' dagegen sind nur mit Asbestschnur und f_7'' umwickelt. Alle Isolierkörper können, wenn m an das Siedegefäß heran will, leicht weggenommen und oh jede Veränderung wieder eingesetzt werden.

Die Kondensgefäße

Die Kondensgefäße g' und g'', Abb. 1 und 5, hat d Deutsche Metallwerk, Berlin-Oberschöneweide, aus ei Nickellegierung von rd. 65 kg/mm² Festigkeit bei 20 ° schmiedet. An die Deckelstutzen g_1' und g_2' sind Röhrch w_1' und w_2' angeschlossen, die zum Siedegefäß a und z Ausgleichgefäß h führen. g' und g'' stehen im Wass behälter g; der Dampf wird jedoch schon vorher Röhrchen w_1' durch starke Wasserbespülung nied geschlagen. Die Abflußventile q' und q'' wurden in Reichsanstalt hergestellt.

---

[6]) Wir sind dem Direktor der Turbinenfabrik der Allgemei Elektricitäts-Gesellschaft, Prof. *E. A. Kraft*, zu besonderem Dank pflichtet, daß er diese ungünstig gelegenen Bohrungen (Mindestlä der Bohrer für d_{10} etwa 650 mm) kostenlos hat ausführen lassen.

[7]) *E. Schmidt*, Z. Bd. 71 (1927) S. 1395.

[8]) Prof. *Schmidt* hat uns die erforderlichen Aluminiumfol freundlichst kostenlos zur Verfügung gestellt.

le übrigen Einrichtungen: Ventile, Rohrleitungen, istrumente und dergl. sind unverändert geblieben, *Jakobs* Arbeit (a. a. O.) beschrieben.

Die Meßgeräte

rom und Spannung zur Bestimmung der Wärme- g des Wasserheizkörpers b und die Widerstände der thermometer wurden mit einem Kompensationsapparat . Wolff, Berlin, gemessen. Schaltung, Normalwider- und Normalelement blieben unverändert wie früher. on den Widerstandsthermometern zum Messen der ratur im Wasser, Dampf und Aluminiumzylinder wei schon früher gebraucht, aber inzwischen etwas ndert worden, während das Dampfthermometer a_{10}, ei in dem Rohr a_8 liegt, Abb. 3 und 4, neu her- t wurde.

lle drei Thermometer wurden beim Eisschmelzpunkt eim Wassersiedepunkt öfters geeicht, wonach sich als nnte Platintemperaturen für die Thermometer

$$\left.\begin{array}{lll} \text{im Wasser} & (\vartheta_p)_w & = 2{,}01479\, w_w - 255{,}686 \\ \text{„ Dampf} & (\vartheta_p)_d & = 0{,}96083\, w_d - 256{,}056 \\ \text{„ Schutzmantel} & (\vartheta_p)_0 & = 1{,}04115\, w_0 - 257{,}120 \end{array}\right\} \quad . \ (2)$$

n. Indem noch eine weitere im Laboratorium für eine Thermometrie der Reichsanstalt ausgeführte ng bei 320 ° herangezogen wurde, erhielt man in aus- hneter Übereinstimmung bei allen drei Thermometern e wahre Temperatur ϑ die Beziehung:

$$\vartheta = \vartheta_p + 1{,}49 \left[\left(\frac{\vartheta}{100}\right)^2 - \frac{\vartheta}{100} \right] \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ (3).$$

ußer den Widerstandsthermometern wurden noch Thermoelemente zum Messen der Temperaturen am berröhrchen c_2 und an den Zuleitungen zum Heiz- b verwendet.

Die Versuche

Hilfsversuche

it einer einheitlichen Temperatur des Schutzmantels, i der Definition des Verlustes V_a vorausgesetzt ist, man nur rechnen, wenn längs des Siedegefäßes, d. h. der Bohrung d_{10}, kein merkliches Temperaturgefälle ht. Durch Vorversuche wurde ermittelt, bei welchem ltnis der Wärmeleistungen in den Heizsträngen e_2–$_3e$, e_4–e_5 dies der Fall ist. Es ergab sich, daß ei 250 ° die Wärmeleistungen in diesen Wicklungen uerzustande 74, 84 und 264 kcal/h betragen mußten. ieser Verteilung gelang es, die Temperaturunter- e längs d_{10} auf wenige Hundertstel Grad zu be- ken. Vor und nach jedem Versuch wurde die Tem- rverteilung geprüft; während des Versuches wurde t ϑ_0 bezeichnete Temperatur nur an einer mittleren gemessen.

bb. 6 gibt die Temperaturverteilung für einen Ver- bei 230 ° wieder. Neben dem Längsschnitt des Alu- imzylinders sind die in den Bohrungen d_{10} und d_{11} esenen Temperaturen aufgetragen. Die Temperatur hiernach längs des Siedegefäßes a nur um wenige rtstel Grad von der in mittlerer Höhe herrschenden ab und springt beim Übergang vom Aluminium- er in den Deckel plötzlich nahezu auf die Wasser- ratur ϑ_w, die bei diesem Versuch absichtlich um l ° niedriger gehalten wurde. Selbst der Deckel und anschen haben demnach fast genau die gleiche Tem- r wie das Wasser im Siedegefäß.

m den Widerstand der Zuleitungen zum Heizkörper b nen, sowie um entscheiden zu können, ob die in innerhalb des Siedegefäßes a entstehende Joulesche e zur Verdampfung beiträgt oder nach außen ab- t wird, wurde die Temperatur der Enden dieser 2 mm Kupferdrähte mit angelöteten Eisen-Konstantan- noelementen gemessen. Sie betrug bei 250 ° Innen- ratur 100 bis 110 °. Eine hiermit durchgerechnete ebilanz ergab, daß nahezu die gesamte in den Zu- zen innerhalb a entstehende Wärme (etwa 1 vT der ten Leistung) durch die Drähte abgeleitet wird.

s wurde auch nachgeprüft, ob längs des Abfluß- r; c_2 die Temperatur merklich abfällt. Messungen mit angelöteten Thermoelementen ergaben, auch wenn

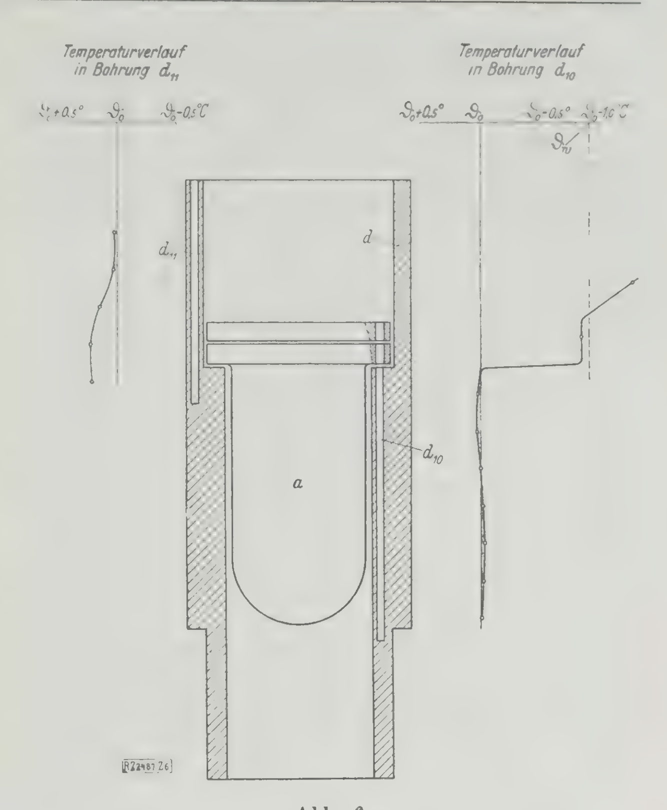


Abb. 6
Temperaturverteilung im Schutzmantel bei 230 °.

die Wicklung c_4 stromlos war, kein Temperaturgefälle, also auch keine Verluste. Die Heizwicklung c_4 wurde deshalb im allgemeinen nicht benutzt.

Zustand des erzeugten Dampfes

Wie schon *Henning* sowie *Jakob* haben auch wir im Dampf eine tiefere Temperatur beobachtet als im Wasser, und zwar unabhängig von der Siedetemperatur. Allerdings beträgt nach unseren Messungen dieser Unterschied nur 0,1 bis 0,2 °, während *Jakob* 0,2 bis 0,4 ° und *Henning* „einige Zehntel“ Grad beobachtet haben. *Henning* hat überschlägige Berechnungen über den Fall angestellt, daß der ausströmende Dampf nachträglich auf die Wassertemperatur überhitzt wird. Nach *Jakobs* Ausführungen rührt jedoch ein Teil der von *Henning* und von ihm beobachteten Temperaturunterschiede von der Anordnung des Dampfthermometers her. Die von uns mit verbesserter Anordnung, Abb. 2 bis 4, gemessenen Unterschiede dagegen sollten wirkliche Unterschiede zwischen Wasser- und Dampftemperatur sein. Mit sinkendem Wasserspiegel wächst der Temperaturunterschied innerhalb der genannten Grenzen, was wir bis jetzt noch nicht erklären können. Vorläufig haben wir, wie *Henning* und *Jakob*, die Wassertemperatur allein als maßgebend angesehen.

Bei neueren Bestimmungen der Verdampfungswärme des Wassers für 100 ° wurde die Frage der Feuchtigkeit des gebildeten Dampfes angeschnitten[9]). Nun lag die Geschwindigkeit, mit der der Dampf bei unsern Versuchen in die Doppelhaube c_1 eintrat, bei 210 ° zwischen 0,16 und 0,92 cm/s, bei 250 ° zwischen halb so großen Grenzwerten. Sie war also außerordentlich gering; außerdem scheidet die Dampfhaube mit ihren scharfen Rändern beim zweimaligen Umbiegen der Strömung etwa noch vorhandenes Wasser ab. Endlich dürfte beim Verdampfen von höchstens 0,885 kg/h an einer Oberfläche des Heizkörpers b von 1110 cm² ein Fortreißen von Wasserteilchen wohl ausgeschlossen sein. Übrigens hätte sich auch ein Einfluß der Dampfgeschwindigkeit bemerkbar machen müssen, wenn der Dampf feucht gewesen wäre.

[9]) *T. Carlton-Sutton*, Proc. Roy. Soc. London Bd. 113 (1917) S. 155; *J. H. Mathews*, Journ. Phys. Chemistry Bd. 21 (1917) S. 536; *A. W. Smith*, Journ. Opt. Soc. America Bd. 10 (1925) S. 716.

Beschreibung der Hauptversuche

Jede Versuchsreihe erforderte einen Versuchstag und bestand anfänglich aus drei, später aus vier hintereinander ausgeführten Einzelversuchen mit verschiedenen Verdampfungsgeschwindigkeiten, wobei aber die Wassertemperatur und die Temperatur im Aluminiumzylinder möglichst gleich gehalten wurden. Die Masse des erzeugten Dampfes setzt sich zusammen aus dem Kondensat M_k, dem Tropfwasser (fast stets weniger als 0,1 g) und dem im Siedegefäß verbleibenden Dampf $M_k \frac{v'}{v''}$ (wobei v' das spezifische Volumen des Wassers, v'' das des Dampfes bedeutet). Die Zeitdauer t wurde mit einer geeichten Stoppuhr ermittelt.

Die Spannung des Normalelementes, der Strom I und der Spannungsabfall E im Wasserheizkörper wurden in gleichen Abständen von etwa 5 min abgelesen, im ganzen acht- bis neunmal bei jedem Versuch, die Kompensationswiderstände der Platinthermometer doppelt so oft, nämlich jeweils ein zweites Mal mit veränderter Stromrichtung zur Eliminierung von Thermoströmen. Von der gemessenen Leistung $0{,}8604\,E\,I$ kcal/h [s. Anm. [10]] wurde der Verbrauch der Zuleitungen $0{,}8604\,I^2\,R$ abgezogen, ihr Widerstand R wurde unter Berücksichtigung ihrer Temperatur (s. S. 633, linke Spalte, unter Hilfsversuche, 3. Abs.) berechnet.

Außer den bereits erwähnten Vorversuchen zur Bestimmung der Temperaturverteilung im Aluminiumzylinder und drei Versuchsreihen zur unmittelbaren Messung von V_a wurden

5 Versuchsreihen mit insgesamt 16 Versuchen bei 210 °
4 „ „ „ 15 „ „ 230 °
6 „ „ „ 24 „ „ 250 °

durchgeführt. Von diesen 55 Versuchen mußten wegen U[n]regelmäßigkeiten nur 3 ausgeschieden werden. Die Hau[pt]angaben über diese Versuche sind in den Zahlentafeln [1] bis 4 zusammengestellt. Hierin sind die Versuchsreih[en] nach ihrer zeitlichen Folge mit römischen, die Versuc[he] mit arabischen Zahlen bezeichnet. Die Dauer t eines Ve[r]suchs lag zwischen 0,5 und 0,9 h, die Dampfmenge [m] zwischen 0,15 und 0,89 kg/h. Die Versuchsreihen beginn[en] bald mit großer, bald mit kleiner Verdampfgeschwindigke[it]; ein Einfluß dieser Reihenfolge war nicht festzustellen. D[ie] Unterschiede $\vartheta_w - \vartheta_0$ wurden bei den Versuchen absichtli[ch] teils positiv, teils negativ eingestellt; auch diese Verä[n]derung der Versuchsbedingungen beeinflußte das Me[ß]ergebnis nicht.

Unmittelbar gemessene Wärmedurchgangswerte a

Wie von *Jakob* a. a. O. beschrieben, läßt sich d[er] Wärmedurchgangswert a dadurch bestimmen, daß man zw[ei] Versuche mit möglichst gleichen Dampfmengen m, ab[er] einigermaßen verschiedenen Unterschieden $\vartheta_w - \vartheta_0$ au[s]führt.

So haben wir für 210 ° bei drei Versuchen mit $m =$ [...] und $\vartheta_w - \vartheta_0 = -1{,}30$ °, $+0{,}02$ ° und $+1{,}60$ °, wobei die [ge]messene Leistung also jeweils unmittelbar gleich d[er] Summe aller Verluste war, $a = 2{,}32$ kcal/h °C erhalten.

Zahlentafel 1

Hauptangaben über die Versuche zur Bestimmung der Verdampfungswärme für $\vartheta = 210{,}45$ °[C]

$r = 451{,}55$ $N' = N - V_b - V_d$ $N'_{ber.} = 451{,}55\,m + 2{,}41\,(\vartheta_w - \vartheta_0) + 7{,}56$

Versuch Nr.	Versuchstag 1928	t h	m kg/h	ϑ_w °C	$\vartheta_w - \vartheta_0$ °C	N kcal/h	V_b kcal/h	V_d kcal/h	N' kcal/h	$m\,r$ kcal/h	V_a kcal/h	$N'_{ber.}$ kcal/h	$N' - N'_{ber.}$ kcal/h
I, 1	29. Juni	0,7827	0,2932	210,37	+0,60	139,86	—0,97	+0,02	140,81	132,39	+1,44	141,40	—0,5
2		0,5895	0,5780	210,53	+0,78	269,89	—0,39	—0,05	270,33	260,97	+1,88	270,42	—0,0
3		0,4546	0,8695	210,63	+0,74	400,58	—0,80	—0,16	401,54	392,60	+1,79	401,96	—0,4
II, 1	3. Juli	0,6671	0,3204	210,48	+0,43	153,30	—0,72	—0,01	154,03	144,66	+1,05	153,27	+0,7
2		0,5948	0,5789	210,62	+0,54	269,24	—0,71	—0,10	270,05	281,38	+1,30	270,24	—0,1
3		0,5838	0,8563	210,71	+0,69	396,91	—0,19	—0,23	397,33	386,66	+1,66	395,89	+1,4
III, 1	4. Juli	0,5567	0,8413	210,76	0	386,01	+0,24	—0,27	386,04	379,90	+0,01	387,47	—1,4
2		0,6908	0,5132	210,74	—0,06	238,81	+0,53	—0,15	238,43	231,72	—0,14	239,14	—0,7
3		0,7189	0,2924	210,58	—0,11	140,69	—0,23	—0,04	140,96	132,04	—0,27	139,33	+1,6
IV, 2	5. Juli	0,7029	0,4696	210,32	+0,23	220,89	+0,20	+0,06	220,63	212,05	+0,55	220,16	+0,4
3		0,6029	0,8347	210,45	+0,30	384,11	—0,11	0	384,22	376,90	+0,72	385,19	—0,9
IX, 1	18. Juli	0,6282	0,8381	209,88	—0,77	386,61	+1,38	+0,48	384,75	378,46	—1,86	384,16	+0,5
2		0,6920	0,5962	210,17	—0,54	277,02	—0,29	+0,17	277,14	269,22	—1,31	275,47	+1,6
3		0,6675	0,3773	210,22	—0,53	176,20	+0,62	+0,08	175,50	170,37	—1,29	176,65	—1,1
4		0,6979	0,1649	210,17	—0,55	79,61	—0,09	+0,05	79,65	74,46	—1,34	80,69	—1,0

Zahlentafel 2

Hauptangaben über die Versuche zur Bestimmung der Verdampfungswärme für $\vartheta = 229{,}94$ °[C]

$r = 432{,}74$ $N' = N - V_b - V_d$ $N'_{ber.} = 432{,}74\,m + 2{,}13\,(\vartheta_w - \vartheta_0) + 7{,}84$

Versuch Nr.	Versuchstag 1928	t h	m kg/h	ϑ_w °C	$\vartheta_w - \vartheta_0$ °C	N kcal/h	V_b kcal/h	V_d kcal/h	N' kcal/h	$m\,r$ kcal/h	V_a kcal/h	$N'_{ber.}$ kcal/h	$N' - N'_{ber.}$ kcal/h
V, 1	10. Juli	0,7098	0,3350	230,04	—0,30	153,78	—0,56	—0,04	154,38	144,96	—0,65	152,15	+2,2
2		0,6283	0,6291	230,01	—0,33	280,00	—0,01	—0,05	280,06	272,24	—0,71	279,37	+0,6
3		0,5678	0,8728	230,05	—0,28	386,20	—0,51	—0,11	386,82	377,68	—0,60	384,92	+1,9
VI, 2	11. Juli	0,5947	0,3892	230,04	+0,01	176,56	—1,23	—0,04	177,83	168,40	+0,02	176,27	+1,5
3		0,5950	0,6331	229,97	—0,15	280,18	—0,09	—0,02	280,29	273,98	—0,32	281,50	—1,2
4		0,5811	0,8752	229,98	—0,19	385,49	—0,84	—0,04	386,37	378,72	—0,41	386,14	+0,2
VII, 1	12. Juli	0,5840	0,8673	229,68	+0,15	384,58	+2,66	+0,26	381,66	375,30	+0,32	383,46	—1,8
2		0,6228	0,6126	229,91	+0,23	272,83	—0,50	+0,02	273,31	265,08	+0,49	273,41	—0,1
3		0,5822	0,3887	230,01	+0,39	175,56	—1,05	—0,03	176,64	168,19	+0,84	176,87	—0,2
4		0,5897	0,1630	230,12	+0,54	79,67	+0,10	—0,03	79,60	70,55	+1,15	79,54	+0,0
VIII, 1	17. Juli	0,6217	0,8778	229,64	—0,45	387,38	+0,45	+0,29	386,64	379,88	—0,96	386,76	—0,1
2		0,6461	0,6208	229,82	—0,43	273,96	—0,88	+0,09	274,75	268,63	—0,92	275,55	—0,8
3		0,6684	0,3953	229,91	—0,52	176,32	—0,74	+0,02	177,04	171,07	—1,10	177,81	—0,7
4		0,7023	0,1726	229,88	—0,51	79,21	—0,59	+0,01	79,79	74,71	—1,10	81,45	—1,6

…i 250 ° wurde aus zwei Versuchen mit $m \approx 0{,}63$ und

$\vartheta_w - \vartheta_0 = +1{,}09$ ° und $-1{,}73$ °

… vier Versuchen mit $m \approx 0{,}06$ und

$\vartheta_w - \vartheta_0 = -1{,}69$ °, $+1{,}02$ °, $-1{,}60$ ° und $+0{,}57$ °

…28 kcal/h °C ermittelt.

Versuchsergebnisse[10])

Versuche bei 210 und 230 °C

…us den in den Zahlentafeln 1 und 2 zusammen…ten Versuchsreihen erhält man

für $\vartheta = 210{,}45$ °.... $n = 15$ Gleichungen wie (1)

„ $\vartheta = 229{,}94$ °.... $n = 14$ „ „ „

…us diesen nach der Methode der kleinsten Quadrate …de Werte der Unbekannten:

für 210,45 ° .... $a = 2{,}41$, $V_c = 7{,}56$, $r = 451{,}55$,

„ 229,94 ° .... $a = 2{,}13$, $V_c = 7{,}84$, $r = 432{,}74$.

… man an Stelle von N die Leistung

$$N' = N - V_b - V_d \quad \quad (4)$$

…ie, wie aus Zahlentafel 1 bis 4 ersichtlich, sehr … von N verschieden ist, so lassen sich die Versuche …llen durch:

$…_{\mathrm{ber.}} = 451{,}55\ m + 2{,}41\ (\vartheta_w - \vartheta_0) + 7{,}56$ bei 210,45 ° (5),

$…_{\mathrm{ber.}} = 432{,}74\ m + 2{,}13\ (\vartheta_w - \vartheta_0) + 7{,}84$ „ 229,94 ° (6).

…er unmittelbar gewonnene Wärmedurchgangswert …32 kcal/h °C bei 210 ° ist von dem nach der Me… der kleinsten Quadrate berechneten nur um wenige …rtstel verschieden. Eine solche Unsicherheit in a … aber in N' fast nichts aus, da a nur in Verbin… mit dem kleinen Temperaturunterschied $\vartheta_w - \vartheta_0$ in …) und (6) auftritt.

…Wärmemengen sind in Kilokalorien (bezogen auf 15 ° C) aus…t, wobei 1 kcal = 4184,2 internat. Joule gesetzt ist.

Der in der letzten Spalte der Zahlentafeln eingetragene Unterschied der beobachteten und berechneten Wärmeleistungen $N' - N'_{\mathrm{ber.}}$ hat keinen Gang mit der Dampfmenge oder mit $\vartheta_w - \vartheta_0$. Rechnet man die Ergebnisse der Zahlentafeln 1 und 2 auf runde Werte der Temperatur um, so erhält man

$r = 452{,}0$ kcal/kg für $\vartheta = 210$ °

$r = 432{,}7$ „ „ $\vartheta = 230$ °.

Versuchsergebnisse[10])

Bei den Versuchen in Zahlentafel 3 war fast durchweg $\vartheta_w - \vartheta_0 \approx -0{,}2$ °, bei denen in Zahlentafel 4 dagegen $\vartheta_w - \vartheta_0 \approx +0{,}3$ °. Bei völliger Konstanz von $\vartheta_w - \vartheta_0$ wird aber V_a unbestimmt; $V_a = a(\vartheta_w - \vartheta_0)$ in Gl. (1) ist dann nämlich nur noch ein Teil von V_c, und a kann beliebige Werte annehmen. Das bedeutet, daß auch V_c unbestimmt wird. Die Berechnung von a, V_c und r nach der Methode der kleinsten Quadrate ergibt daher mit den Werten der Zahlentafeln 3 und 4 wohl richtige Werte von r, aber wegen der Nähe des eben erwähnten Grenzfalls Werte von a und V_c, die nur rechnerische Bedeutung haben.

Dazu kommt, daß bei den Versuchen der Zahlentafel 4 der Verlust V_c in Wirklichkeit wesentlich geringer war als bei denen der Zahlentafel 3. Durch Ausstopfen aller Lücken der Wärmeisolierung gelang es nämlich, schon nach Versuchsreihe IX, V_c von etwa 8 kcal/h auf etwa 4 kcal/h zu verringern und dann nach Reihe XIII sogar unter 1 kcal/h zu kommen. So geringe Verluste sind natürlich nur damit zu erklären, daß auch die langen Enden des Aluminiumzylinders keine niedrigere und stellenweise sogar etwas höhere Temperatur haben als das Kalorimeter (s. z. B. Abb. 6, links).

Wegen der erwähnten Änderung der Isolierung nach Versuchsreihe XIII mußten die Versuche der Zahlentafel 3

Zahlentafel 3

…tangaben über die Versuche zur Bestimmung der Verdampfungswärme für $\vartheta = 250{,}03$ °C. Gruppe I

$r = 409{,}71$ $N' = N - V_b - V_d$ $N'_{\mathrm{ber.}} = 409{,}71\ m - 3{,}14\ (\vartheta_w - \vartheta_0) + 2{,}70$

Versuchstag 1928	t h	m kg/h	ϑ_w °C	$\vartheta_w - \vartheta_0$ °C	N kcal/h	V_b kcal/h	V_d kcal/h	N' kcal/h	$m\,r$ kcal/h	V_a kcal/h	$N'_{\mathrm{ber.}}$ kcal/h	$N' - N'_{\mathrm{ber.}}$ kcal/h
15. Oktober	0,6855	0,1569	250,16	—0,08	66,84	—0,10	—0,03	66,97	64,30	+0,25	67,25	—0,28
	0,6852	0,3947	249,98	—0,24	163,69	—0,11	+0,03	163,77	161,71	+0,75	165,16	—1,39
	0,6686	0,5855	249,97	—0,18	244,26	—0,31	+0,04	244,53	239,90	+0,57	243,17	+1,36
	0,5381	0,8567	250,01	—0,19	355,34	+0,52	+0,02	354,80	350,98	+0,61	354,29	+0,51
17. Oktober	0,6506	0,8736	250,07	+0,05	359,15	—0,43	—0,05	359,63	357,91	—0,15	360,46	—0,83
	0,6452	0,5974	250,08	0	248,16	—0,21	—0,04	248,41	244,77	+0,01	247,48	+0,93
	0,6507	0,4011	250,08	—0,20	166,21	—0,29	—0,03	166,53	164,31	+0,63	167,64	—1,11
	0,6796	0,1646	250,09	—0,11	70,13	0	—0,01	70,14	67,44	+0,36	70,50	—0,36
19. Oktober	0,6856	0,6078	250,04	—0,25	250,46	—0,10	—0,01	250,57	249,03	+0,79	252,52	—1,95
	0,6745	0,3856	250,03	—0,24	163,75	—0,09	0	163,84	158,00	+0,74	161,44	+2,40
	0,7285	0,1608	250,02	—0,22	69,61	—0,16	0	69,77	65,88	+0,68	69,26	+0,51
23. Oktober	0,7115	0,1613	249,95	—0,28	70,02	+0,22	+0,02	69,78	66,10	+0,88	69,68	+0,10
	0,6619	0,3888	249,96	—0,18	162,61	—0,22	+0,03	162,80	159,27	+0,57	162,54	+0,26
	0,6532	0,5915	250,02	—0,22	245,07	+0,22	0	244,85	242,32	+0,71	245,73	—0,88
	0,6019	0,8622	250,05	—0,21	357,07	—0,21	—0,03	357,31	353,25	+0,66	356,61	+0,70

Zahlentafel 4

…angaben über die Versuche zur Bestimmung der Verdampfungswärme für $\vartheta = 250{,}03$ °C. Gruppe II.

$r = 411{,}13$ $N' = N - V_b - V_d$ $N'_{\mathrm{ber.}} = 411{,}13\ m + 0{,}12\ (\vartheta_w - \vartheta_0) + 0{,}57$

Versuchstag 1928	t h	m kg/h	ϑ_w °C	$\vartheta_w - \vartheta_0$ °C	N kcal/h	V_b kcal/h	V_d kcal/h	N' kcal/h	$m\,r$ kcal/h	V_a kcal/h	$N'_{\mathrm{ber.}}$ kcal/h	$N' - N'_{\mathrm{ber.}}$ kcal/h
5. Dezember	0,6506	0,8854	250,08	+0,37	365,06	+0,01	—0,06	365,11	364,01	+0,05	364,63	+0,48
	0,6735	0,6179	250,11	+0,23	254,08	—0,43	—0,06	254,57	254,05	+0,03	254,65	—0,08
	0,6504	0,4225	250,08	+0,20	174,22	—0,31	—0,03	174,56	173,68	+0,02	174,27	+0,29
	0,6522	0,1814	250,10	+0,45	75,78	0	—0,02	75,80	74,56	+0,06	75,19	+0,61
7. Dezember	0,7066	0,1830	250,06	+0,38	75,88	—0,21	—0,01	76,10	75,22	+0,05	75,84	+0,26
	0,6574	0,4207	250,07	+0,38	171,93	—0,21	—0,02	172,16	172,96	+0 05	173,58	—1,42
	0,6669	0,6103	250,06	+0,36	251,25	0	—0,02	251,27	250,93	+0,04	251,54	—0,27
	0,6517	0,8854	250,06	+0,38	364,41	—0,30	—0,03	364,74	364,02	+0,05	364,64	+0,10

Zahlentafel 5. Abgeglichene Werte der Verdampfungswärme und des spezifischen Volumens v'' von Sattdampf.

Temperatur ϑ °C	Druck p kg/cm²	r kcal/kg	$1000 \frac{r - r_K}{r_K}$	$1000 \frac{r - r_M}{r_M}$	v'' m³/kg	$1000 \frac{v'' - v''_K}{v''_K}$	$1000 \frac{v'' - v''_M}{v''_M}$
200	15,85	462,8	+2,6	—3,0	0,1271	—1,0	—3,9
210	19,45	453,3	+3,5	—2,4	0,1041	—1,8	—3,8
220	23,65	443,3	+4,4	—1,4	0,08599	—0,7	—2,4
230	28,53	432,8	+5,1	+0,2	0,07146	+0,7	—1,3
240	34,13	421,7	+5,4	+2,1	0,05970	+2,4	+0,5
250	40,55	409,9	+4,6	+4,4	0,05011	+4,6	+2,6

getrennt von denen der Zahlentafel 4 berechnet werden. Auf diese Weise erhielten wir analog Gl. (5) und (6)

nach Zahlentafel 3

$$N'_{\text{ber.}} = 409{,}71\ m - 3{,}14\,(\vartheta_w - \vartheta_0) + 2{,}70 \quad \text{bei } 250{,}03\ ° \quad (7)$$

nach Zahlentafel 4

$$N'_{\text{ber.}} = 411{,}13\ m + 0{,}12\,(\vartheta_w - \vartheta_0) + 0{,}57 \quad (8)$$

Zum Vergleich wurde der Verlust V_a mit dem unmittelbar gemessenen Wert $a = 2{,}28$ kcal/h °C (s. S. 635, l. Sp.) berechnet und in Gleichung 1 eingesetzt. Man erhält dann r aus n Gleichungen von der Form:

$$N - V_b - V_d - V_a = N' - V_a = m\,r + V_c \quad . \ . \ (9)$$

wieder nach der Methode der kleinsten Quadrate, und zwar

nach Zahlentafel 3 . . . . $r = 409{,}23$ kcal/kg,
nach Zahlentafel 4 . . . . $r = 411{,}24$ „ .

Da Zahlentafel 4 nur etwa halb so viel Versuche umfaßt wie Zahlentafel 3 und hiernach auch die Berechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate unsicherer ist, wurde dem Ergebnis nach Zahlentafel 3 das dreifache Gewicht gegeben, und so als Mittel der Versuche für $\vartheta = 250$ °

$$r = 409{,}9 \text{ kcal/kg}$$

erhalten.

Ausgleich der Werte der Verdampfungswärme und Berechnung des spezifischen Volumens von Sattdampf für 30 ° bis 250 °C.

Der von *Jakob* vorgenommene Ausgleich der gemessenen Werte der Verdampfungswärme zwischen 30 und 210 ° wurde bis 250 ° fortgesetzt. Für r ergaben sich dabei die Werte in Spalte 3 der Zahlentafel 5. Das spezifische Volumen v'' von Sattdampf, berechnet nach der Clausius-Clapeyronschen Gleichung:

$$v'' = v' + r\,\frac{A}{T}\,\frac{1}{\dfrac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}\vartheta}} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (1$$

mit $A = 426{,}9$ mkg/kcal, $T = 273{,}2 + \vartheta$, ist in Spalte 6 enthalten. Die Werte von $\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}\vartheta}$ wurden hierfür aus Tabelle der Wärmetabellen der Reichsanstalt[11]) berechnet.

Weiterhin sind in Zahlentafel 5 die Abweichungen der Werte r und v'' gegenüber den rechnerisch ermittelten Werten der Dampftabellen von *Knoblauch, Raisch* und *Hausen*[12]) (r_K, v''_K), sowie von *Mollier*[13]) (r_M, v''_M) eingetragen. Man sieht, daß die Werte dieser Dampftabellen mit den neuen gemessenen Werten von r und v'' auch bis 250 ° noch auf 5 vT übereinstimmen. Die Genauigkeit unserer ausgeglichenen Werte von r und v'' schätzen wir auf etwa 2 vT. Zahlentafel 5 ist durch Zahlentafel der *Jakobschen* Arbeit bis einschließlich 200 ° zu ergänzen; durch beide Zahlentafeln zusammen sind die Verdampfungswärme r des Wassers und das spezifische Volumen v'' von Sattdampf im Bereich von 30 ° bis 250 (0,043 bis 40,55 at) gegeben. [B 2487]

[11]) *L. Holborn, K. Scheel, F. Henning,* Wärmetabellen, Braunschweig 1919.

[12]) *Osc. Knoblauch, E. Raisch* und *H. Hausen,* Tabellen und Diagramme für Wasserdampf, München und Berlin 1923.

[13]) *R. Mollier,* Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf, 2. Aufl., Berlin 1925.

Die Beeinflussung von Grenzschichten durch Temperaturfelder

hat *J. Schmekel,* Greifswald, vor Kurzem eingehender behandelt[1]). Im Anschluß an die bekannten Arbeiten von *Prandtl, Kármán* und *Latzko*[2]) über den Wärmeübergang von einem festen Körper an eine Flüssigkeit oder ein Gas hat *Schmekel* versucht, den bisher nicht mitberücksichtigten Auftrieb in die Grenzschichttheorie einzuführen, die freie Abkühlung also als Korrektion der erzwungenen behandelt. In dieser Richtung ist im ersten Teil eine Deutung der Experimente von *Soennecken*[3]), *Stanton*[4]) und *Stender*[5]) versucht. Diese zeigen, daß bei turbulentem Flüssigkeitsstrom in einem Rohr die Wärmeübergangszahl größer ist, wenn die Wärme von der Flüssigkeit an die Wand übergeht, als wenn der Vorgang umgekehrt verläuft. Es ist hier ein wagerecht liegendes Rohr angenommen. *Nußelt* hat diese Versuche zusammengestellt und zu ihrer Erklärung die Veränderung der Flüssigkeitskonstanten mit der Temperatur angenommen. Dazu kommt aber grundsätzlich immer der Auftrieb, die Abhängigkeit der Flüssigkeitskonstanten im Auftriebsglied von der Temperatur und die dadurch bedingte Änderung des Strömungszustandes.

Da die Impulsgleichung für tropfbare Flüssigkeit nicht vorlag, wurde die Berücksichtigung des Auftriebs auf Gase beschränkt. Die Integration und zahlenmäßige Berechnung liefert dann zum mindesten einen Anhalt für die Größe des Effekts. Die Dicke der Grenzschicht, die ein Maß für den Wärmeübergang darstellt, ist in erster Näherung berechnet in zwei Zahlentafeln in Abhängigkeit von der Anlauflänge und der Temperatur. Sie zeigen die erwartete Abhängigkeit, wenn auch natürlich aus dem Verhalten der Gase nicht auf das der tropfbaren Flüssigkeiten zahlenmäßig geschlossen werden kann. Es ist weiter versucht, diesen Einfluß gegenüber dem der Temperaturveränderlichkeit der Flüssigkeitskonstanten abzugrenzen, indem ihre Abhängigkeit von verschiedenen Veränderlichen durch mittlere Potenzexponenten zusammengestellt wird. Nicht so ausführlich wird der turbulente Strom an einer ebenen wagerecht liegenden Platte behandelt, die auf der Oberseite umströmt wird. Doch wird für eine solche Platte weiterhin versucht, den oben angegebenen Einfluß einer Grenzschichtänderung durch den Auftrieb festzustellen. Die Integration der einfachen Gleichung gibt einen an sich nicht schwierigen, aber äußerst unhandlichen Ausdruck, den man wohl nur zahlenmäßig verwerten kann.

Die resultierende periodische Bewegung kann man als Wirbel deuten, die sich auf der Grenzschicht abrollen. Da die Grenzschicht geändert wird und ihrerseits wieder eine Änderung des Strömungszustandes bedingt, bis Stabilität eintritt, ist versucht, die Erscheinung der Turbulenz auf einen Wärmeübergang zurückzuführen. Die Frage ist für eine unendliche, ideal glatte Ebene erörtert. Die übergehende Wärme ist die Reibungswärme. Diese Deutung widerspricht nicht der kinetischen Theorie der *Reynolds*schen Zahl von *v. Kármán.*

Der Aufsatz liefert nicht in allen Punkten abschließende Ergebnisse, besonders im Schluß sind nur Fingerzeige für weitere Arbeiten gegeben. [N 2852] *Sl.*

[1]) Vergl. Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 9 (1929) Nr. 2 S. 101.

[2]) Vergl. *Latzko,* ebenda Bd. 1 (1921) S. 268.

[3]) Vergl. *Soennecken,* Diss. Techn. Hochsch. München 1910.

[4]) Vergl. *Stanton,* Trans. Roy. Soc. London (A) 190, 67, 1897.

[5]) Vergl. *Stender,* Wärmeübergang, Berlin 1924.

ɪas Röntgenlaboratorium an der Technischen Hochschule Stuttgart[1])

Von Prof. Dr. GLOCKER, Stuttgart

Unterstützung der Deutschen Röntgengesellschaft ınd der deutschen Röntgenindustrie sowie einer An- rivater Stifter wurde im Jahre 1920 in Stuttgart als ıgsinstitut unter Angliederung an die Technische :hule ein Forschungsinstitut für technische Röntgen- . gegründet. Im Frühjahr 1922 konnte ein eigenes ıtoriumsgebäude bezogen werden, das inzwischen Anbauten eine beträchtliche Erweiterung erfahren ie große Durchdringungskraft der Röntgenstrahlen ɔ besondere bauliche Maßnahmen erforderlich. Das de gliedert sich in zwei durch eine von der Grün- bis zum Dache reichende Barytmauer von 6 cm getrennte Teile. Rechts von der Eingangshalle, Abb. 1, liegt die „röntgenfreie“ Seite, links sind die durch eine mit 5 mm Ble beschlagene Tür zugänglichen Röntgenräume angeordnet. Auf der „röntgenfreien“ Seite befinden sich die Räume für Verwaltung, Assistenten und Doktoranden, die Werkstätte, ein chemisches Laboratorium und ein Metallaboratorium, sowie der von außen zugängliche Raum, der eine von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellte Luftverflüssigungsanlage von 4 l/h Leistung und die Hochfrequenzmaschine des Induktionsschmelzofens enthält.

Die acht Röntgenräume sind rings um das Schutzhaus, das die Schaltapparate enthält, angeordnet. Nur bei dem neben der Eingangshalle liegenden Raum ist eine Ausnahme von dieser Regel gemacht worden, als die drückende Raumnot einen nachträglichen Einbau in diesen Raum erforderte. Jeder Röntgenraum enthält einen Röntgenapparat und die für die betreffenden Untersuchungen erforderlichen Versuchsanordnungen. Diese sind so eingerichtet, daß der Beobachter während des Betriebes der Röntgenröhre sich gewöhnlich außerhalb des Raumes, im Schutzhaus, befindet. Die inneren Wände sämtlicher Röntgenräume sind mit 6 cm dicken Barytplatten oder 5 mm dickem Bleiblech belegt, so daß eine gegenseitige Störung bei Ausführung genauer Strahlungsmessungen ausgeschlossen ist. Die strahlensicheren Wände sind in Abb. 1 mit gestrichelten Linien gekennzeichnet. Zur Beobachtung der Vorgänge in den Röntgenräumen dienen 40 × 50 cm² große Fenster aus 4 mm dickem Bleiglas, Abb. 2. Dank dieser weitreichenden Schutzmaßnahmen ist seit Bestehen des Laboratoriums kein einziger Fall einer Röntgenschädigung vorgekommen.

Das Institut verfügt über neun Röntgenapparate, unter denen alle Konstruktionen (Induktor, umlaufender Gleichrichter, Abb. 2, Glühventil-Gleichrichter) vertreten sind. Infolge der starken Nachfrage sind sämtliche Arbeitsplätze des Institutes ständig besetzt. Mit Einschluß der Gäste von deutschen und ausländischen Hochschulen (Rußland, Tschechoslowakei, Amerika) sind zur Zeit zehn wissen-

[1]) Die Technische Hochschule Stuttgart feiert vom 15. bis 17. Mai ı hundertjähriges Bestehen.

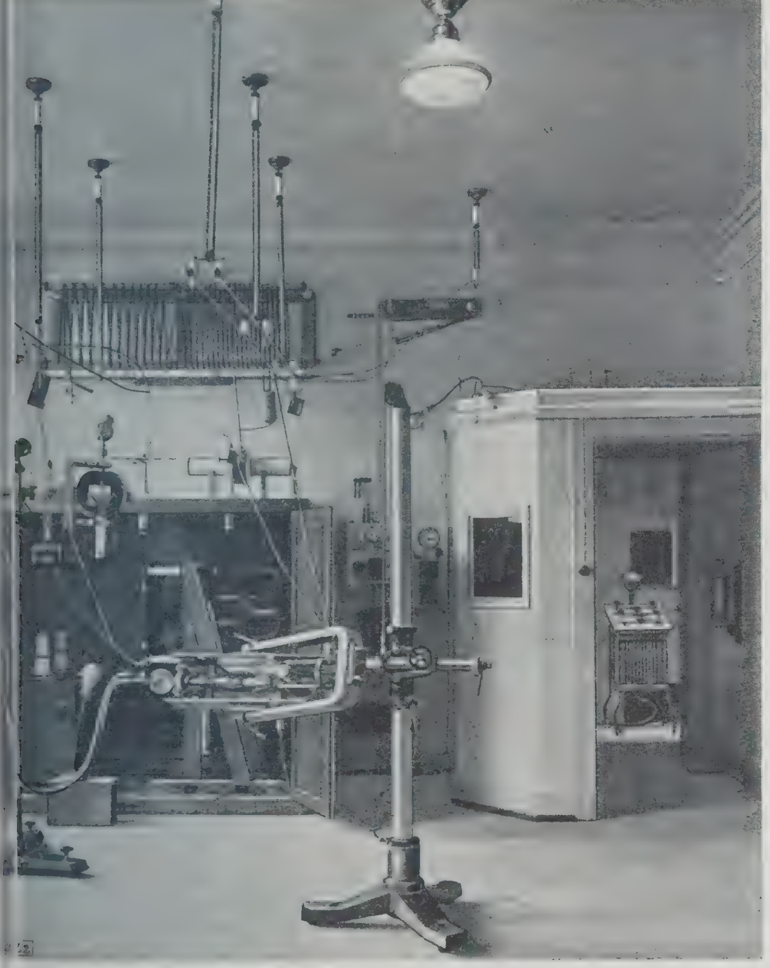


Abb. 2 (oben).
ı enapparat mit umlaufendem Gleichrichter.

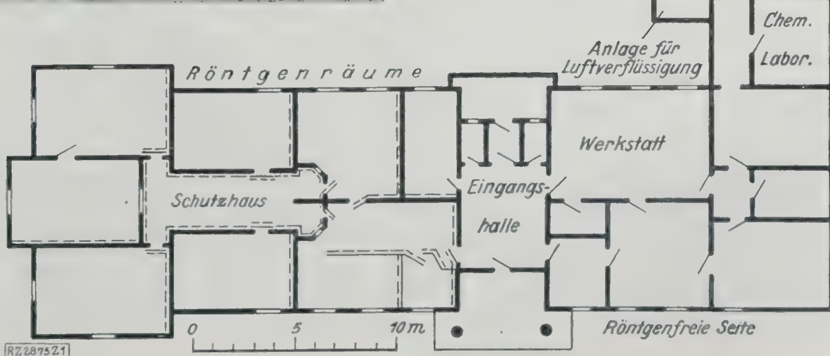


Abb. 1 (rechts).
ıuiß des Röntgenlaboratoriums Tchnischen Hochschule Stuttgart.

schaftliche Mitarbeiter tätig. Hierzu kommen je Semester noch etwa 20 bis 25 Praktikanten, die aus den Reihen der Studierenden der Elektrotechnik, der technischen Physik und der Chemie kommen und halbtägige Übungen auf dem Gebiete der Röntgentechnik ausführen. Die immer zunehmende Bedeutung des Institutes für den Unterricht (Ausbildung von Röntgeningenieuren und Unterweisung in den Verfahren der Werkstoffprüfung mit Röntgenstrahlen) hat darin ihren äußeren Ausdruck gefunden, daß die Stelle des Institutvorstandes 1923 in ein Extraordinariat und 1925 in ein persönliches Ordinariat umgewandelt worden ist. Röntgentechnik ist Prüfungsfach in der Diplomprüfung für Elektroingenieure; ferner können Elektroingenieure, Physiker und Chemiker mit einer Arbeit aus dem Gebiet der Röntgentechnik zum Doktor-Ingenieur promovieren.

Die Forschungsarbeiten des Institutes umfassen das ganze Gebiet der physikalisch-technischen Anwendungen der Röntgenstrahlen. Im Hinblick auf die medizinischen Anwendungen der Röntgenstrahlen wurden Untersuchungen ausgeführt über die Grundlagen der verschiedenen Meßverfahren, die in der Aufstellung eines einfachen Grundgesetzes der Strahlenwirkung ihren Abschluß fanden. Ferner wurden Strahlenschutzmessungen an verschiedenen Stoffen und Anordnungen durchgeführt; die erhaltenen Werte bilden die Grundlage der von der Deutschen Röntgengesellschaft herausgegebenen V schriften zur Verhütung von Röntgenschädigungen. D Institut ist eine der Eichstellen für die Eichung d ärztlichen Dosimeter in dem einheitlichen Maß, in d R-Einheit (Röntgeneinheit), die seit 1928 internatio anerkannt ist.

Viele Arbeiten beschäftigen sich mit den Fragen d Anwendung der Röntgenstrahlen für die Zwecke d Werkstoffprüfung, mit der Untersuchung der Ä derung der Kristallitlage bei der Bearbeitung und Gl behandlung, mit der Struktur von Legierungen, mit K rosionsversuchen an Metalleinkristallen u. a. Auf d Gebiet der Röntgenspektroskopie wurde ein Verfah entwickelt, daß eine allgemeine Anwendung einer qu titativen Röntgenspektralanalyse dadurch möglich mac daß der zu untersuchende Stoff in kaltem Zustand z Aussendung seiner Röntgenlinien veranlaßt wird. A dem metallographischen Gebiet liegt eine Fülle von A gaben, deren Lösung mit Hilfe der Röntgenstrahlen m lich sein wird. In dieser Hinsicht haben die Arbeit des Institutes dadurch eine wesentliche Förderung fahren, daß vor Jahresfrist mit Unterstützung der N gemeinschaft ein eigenes Metallaboratorium mit Vakuu schmelzofen, Vakuumglühofen und verschiedenen Pr maschinen, sowie mit den erforderlichen mikroskopisch Apparaten eingerichtet werden konnte. [B 2875]

Tankschiff zur Beförderung von Schmierölen

Bei den Vulcan-Werken in Hamburg ist ein Motortankschiff mit einer Tragfähigkeit von 11 000 t im Bau, das für die Beförderung von Schmieröl von den Vereinigten Staaten nach Europa bestimmt ist. Es zeigt wesentliche Abweichungen von der üblichen Bauart von Tankschiffen, da man die verschiedenen Ölsorten sehr sorgfältig voneinander getrennt aufbewahren muß, um gegenseitige Verunreinigungen zu verhindern. Das Schiff ist etwa 134,1 m lang, 19,3 m breit und 11,35 m hoch, hat einen Tiefgang von 8,2 m und ist nach dem Längsspantensystem von *Isherwood* gebaut. Die Dienstgeschwindigkeit soll sich auf 11,5 Kn belaufen; das Schiff hat einen geraden etwas ausfallenden Vordersteven und ein Kreuzerheck. Es wird als Eindecker gebaut und erhält 24 öldichte Abteilungen, von denen die zehn mittleren als senkrechte zylindrische Tanks ausgeführt werden, die das Vermischen der einzelnen Öle vollständig vermeiden lassen. Diese Behälter reichen von der Doppelbodendecke bis zum Deck und sind in zwei nebeneinanderstehenden Reihen so angeordnet, daß außerhalb genügend Platz bleibt, um ein gutes Instandhalten der Behälter zu ermöglichen. Diese zehn zylindrischen Behälter fassen je 525 t; sie sind innen vollständig glatt, so daß man sie gut reinigen kann.

Die unter den Zylinderbehältern liegenden Doppelbodenabteilungen dienen zur Aufnahme von Wasserballast oder Ladungsöl. Die übrigen vierzehn Ladungstanks sind in zwei Gruppen an beiden Enden der Zylindertanks angeordnet und haben die übliche Bauweise in rechteckiger Ausführung mit je zwei Längsschotten und Querschotten. In der Mitte liegen je drei und an den Seiten je zwei Behälter an jedem Ende des Schiffes. Auch im Bereich dieser Behälter ist ein Doppelboden vorhanden; er ist jedoch nur aus konstruktiven Gründen angeordnet, denn er ist n Öffnungen versehen und steht mit den Ladungsbehältern Verbindung.

Die übrige Raumanordnung entspricht der üblich Ausführung bei Tankschiffen. Hinter der Vorpiek befind sich ein Laderaum, ein Kofferdamm und dann die Ladung behälter; weiter folgen wieder ein Kofferdamm, ein Qu bunker, ein weiterer Kofferdamm, der Maschinenraum u schließlich die Hinterpiek. Die Besatzungsräume lieg unter der Brücke und der Back. Die Lade- und Lösche richtungen sind bei diesem Schiff besonders ausgebildet, u zwar derart, daß eine große Zahl vonÖlleitungen u Zweigverbindungen mit vielen Schaltmöglichkeiten v gesehen ist; man kann infolgedessen jeden einzelnen B hälter für sich bearbeiten. Um die Leitungen kurz halten, hat man fünf Pumpenräume über das ganze Sch verteilt. Jeder Pumpenraum erhält zwei Pumpen, die etwa 80 t/h fördern; zum Antrieb der Pumpen dienen g schlossene und gekühlte Elektromotoren. Auf Deck si fünf Rohrleitungen an jeder Seite des Schiffes mit den z gehörigen Querleitungen vorgesehen, so daß im ganz zehn verschiedene Ölsorten durch das Schiff befördert u bearbeitet werden können. Zum Antrieb dient ein sieb zylindriger MAN-Motor von 700 mm Zyl.-Dmr. und 1200 m Kolbenhub, der bei 95 Um/min 3250 PS leistet. Das Sch ist mit Feuerlöscheinrichtungen ausgerüstet, die mit Kohl säure und Schaum arbeiten. („The Lamp" Bd. 11 (192 Nr. 5 S. 13) [N 2813] C.

Tiefladewagen

Zur Beförderung von Straßenwalzen baut u. a. die Fir Kleinhenz & Schaefer, G. m. b. H., Mainz-Mo bach neuerdings einen Tiefladewagen nach Abb. 1. Du Ausbildung der Hinterachse Kröpfachse wird eine tiefe L der Plattform erzielt, so daß mit Hilfe der angebauten A fahrvorrichtung möglich ist, Walzen hinaufzufahren. Zur Erz lung größter Wendigkeit ist Vorderachse vollkommen dur lenkbar. An den mit Hochelast gummibereifung ausgestattet hinteren Stahlscheibenrädern si Innenbackenbremsen angeordn Um die Walzen ohne eigne Kr hinauffahren zu können und gegebenenfalls den Kessel dem Entladen nicht anfeuern müssen, kann man auch eine Zu winde an den Wagen anbauen. [M 2666]

RZ2666Z1

Abb. 1. Tiefladewagen zur Beförderung von Straßenwalzen.

ufzeichnung schneller Schwingungen / Von H. THOMA, Karlsruhe

Eine Einrichtung zur verzerrungsfreien Aufzeichnung mechanischer Schwingungen auf elektrischem Wege über einen Hochfrequenzsender und Gleichrichterröhren gibt eine Reihe von Kurven, die an verschiedenen Kraftmaschinen, wie Stromerzeuger mit Wasser- und Dampfantrieb und an einer Werkzeugmaschine aufgenommen wurden. Die Kurven zeigen, daß außer den mit mechanischen Aufzeichnungsverfahren gewöhnlich allein wiederzugebenden langsamen Schwingungen meist noch sehr viele Oberschwingungen auftreten, die zur Ermittlung von Störungsursachen wichtig sind. — Weitere Anwendungen für Werkzeugmaschinenbetriebe, für Bau und Abnahme von Kraftmaschinen, Bauwerke usw. sind möglich.

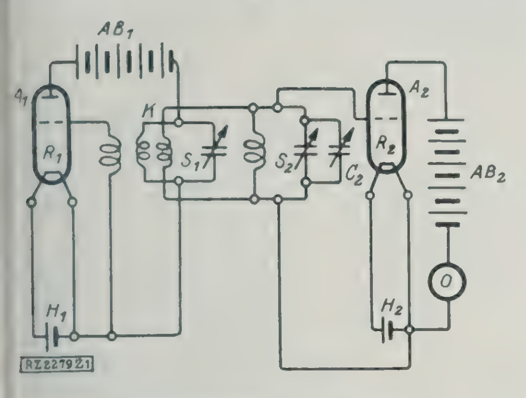


Abb. 1. Schaltbild der Hochfrequenzeinrichtung.
AB_1, AB_2 Anodenbatterien A_1, A_2 Anoden R_1, R_2 Glühkathodenröhren C_2 einstellbare Kapazität H_1, H_2 Heizbatterien K Kopplungsspule S_1, S_2 Schwingungskreise O Oszillograph

Kennzeichnung der Aufgabe

ne Längenveränderungen, wie z. B. die Dehnung on Fachwerkträgern, kann man messen, indem man sprechenden Bewegungen auf zwei parallele Metall- überträgt, die mit geringem Luftspalt senkrecht ewegungsrichtung aufgestellt und in eine Hoch-zschaltung eingefügt sind. Die mit dem Abstand atten veränderliche elektrostatische Kapazität be-t hierbei die Hochfrequenzschwingungen, womit ine Veränderung der bei diesen Schwingungen auf-en Werte der elektrischen Größen, wie Stromstärke pannung verbunden ist. Mißt man diese, so kann eraus auf den Abstand der Platten und damit auf die e Längenänderung schließen. Für eine Messung vorübergehender Vorgänge ist diese Einrichtung eeignet, da gerade die für Hochfrequenz geeigneten äte meist recht träge sind, so daß sie den Ände- des Plattenabstandes nur langsam folgen.

r Wunsch, mit einer derartigen Einrichtung auch vorübergehende Vorgänge lückenlos aufzuzeichnen, ae. Hierzu ist einerseits erforderlich, die schwachen equenzwirkungen so zu verstärken, daß sie für den schnell aufzeichnender Meßgeräte ausreichen, und its dafür zu sorgen, daß die Hochfrequenzschwin- selbst nicht störend in Erscheinung treten. Nach Versuchen ist es im Hochspannungsinstitut der hule Karlsruhe gelungen, diese Gedanken in ver-näßig einfacher Form zu verwirklichen. Da be-e ersten Aufnahmen gezeigt haben, daß auf diesem Schwingungsfragen weit besser geklärt werden , als mit älteren, meist mechanisch arbeitenden fahren, soll das neue Verfahren hier kurz be-en werden[1]).

Meßeinrichtung und -verfahren

s Grundsätzliche der hierzu gehörigen Schaltung Abb. 1 dargestellt. Die linke Hälfte des Schalt-tellt im wesentlichen einen Hochfrequenzsender dar, d aus einer gewöhnlichen Glühkathodenröhre R_1, für Funkzwecke benutzt wird, die unter Vermittlung denbatterie AB_1 den Schwingungskreis S_1 des Hoch-zsenders zu Schwingungen veranlaßt. Zweckmäßig diese während der Versuchsdauer einigermaßen dert aufrecht erhalten. In passend loser Kopplung em Schwingungskreis, wozu etwa die Kopplungs- dient, ist ein zweiter Schwingungskreis S_2 ge- in dem sich eine mit der Hand einstellbare Kapa-wie eine weitere in Abb. 1 mit C_2 bezeichnete be- C_2 besteht aus den beiden Meßplatten, die beweg- einander angeordnet sind.

mmt man nun den Schwingungskreis S_2 auf den ungskreis S_1 oder die Sendefrequenz ν_1 des Hoch-senders so ab, daß sie sich nahezu in Resonanz , so wird bereits eine sehr kleine Änderung der it C_2 zu einer wesentlichen Änderung der Strom-in dem Schwingungskreis S_2 führen. Die Abhängigkeit zwischen Strom und Spannung und der Eigenfrequenz ν des Kreises S_2 verhält sich etwa, wie in Abb. 2 schematisch dargestellt.

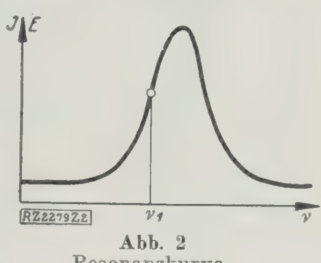


Abb. 2
Resonanzkurve.

Wählt man diese Eigenfrequenz so, daß sie bei mittlerem Abstand der Kondensatorplatten C_2 etwa dem Werte ν_1 gleichkommt, so wird eine geringe Änderung der Kapazität oder, was auf dasselbe hinauskommt, eine geringe Änderung des Abstandes der Platten des Kondensators C_2 eine große Änderung von Strom und Spannung des Schwingungskreises S_2 hervorrufen. Die Steilheit des entsprechenden Kurvenastes wird dabei um so größer, je geringer die Dämpfung des Schwingungskreises gewählt wird, und bei den praktischen Verhältnissen fällt es nicht schwer, diese Dämpfung recht klein, also die Steilheit der Resonanzkurve recht groß zu wählen. Im übrigen ist es auch möglich, die mittlere Betriebstellung so zu wählen, daß sie in der Nähe eines Wendepunktes der Kurve nach Abb. 2 liegt, wodurch sich ein praktisch l i n e a r e r Zusammenhang zwischen den zu messenden kleinen Änderungen des Meßplattenabstandes und den Strömen oder Spannungen im Schwingungskreis S_2 ergibt.

Schaltungen dieser und ähnlicher Art werden vielfach zur Messung kleiner Längenänderungen benutzt. Um nun hiermit eine schnelle Aufzeichnung des Plattenabstandes und damit der Längenänderungen zu erreichen, ist eine Gleichrichtung nötig. Außerdem ist es in der Regel erwünscht, eine weitere Verstärkung vorzunehmen. Hierzu dient die Glühkathodenröhre R_2 in Abb. 1, deren Steuerspannung in geeigneter Weise etwa durch eine Verbindungsleitung von dem zweiten Schwingungskreis S_2 abgenommen wird. Diese Steuerspannung bewirkt eine Aussendung von Gleichstrom verschiedener Stärke aus den durch die Batterie H_2 geheizten Glühfäden dieser Röhre. Der ausgesandte Gleichstrom wird in der in der Funktechnik allgemein üblichen Weise durch die Anode A_2 aufgefangen und mit Hilfe der Anodenbatterie AB_2 durch den Oszillographen O hindurchgeleitet. Der in der Elektrotechnik gebräuchliche Oszillograph, der im vorliegenden Fall in der Ausführung von Siemens & Halske benutzt wurde, ist im wesentlichen ein Saitengalvanometer mit photographischer Aufzeichnung. Seine Eigenschwingungszahl läßt sich ohne Schwierigkeit auf etwa 5000 bis 10 000 Hertz halten, so daß die Anwendung dieses schon fertig ausgebildet vorliegenden schnell aufzeichnenden Gerätes sofort die Möglichkeit ergibt, alle Erzitterungen und mechanische Schwingungen bis zu den hier als Höchstwerte zu erwartenden Schallfrequenzen ohne nennenswerte Verschleppung aufzuzeichnen.

Wesentlich für die einwandfreie Aufzeichnung ist allerdings die Anwendung von Hochfrequenzschwingungen, deren Schwingungszahl der Größenordnung nach

[1]) errn Dipl.-Ing. *M. Himmelheber* habe ich für die erfolgreichen rbeiten zu danken.

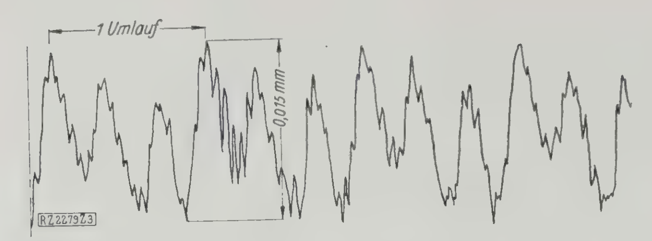
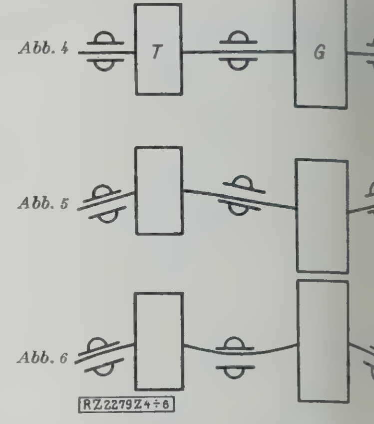
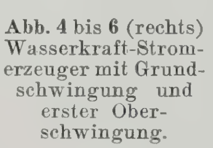


Abb. 3 (links) Vibrationen des Mittellagers eines Wasserkraft-Bahnstromerzeugers für 5500 V, 5000 kVA bei Vollast und 500 U/min.




Abb. 4 bis 6 (rechts) Wasserkraft-Stromerzeuger mit Grundschwingung und erster Oberschwingung.

noch weit über die Eigenschwingungszahl des Oszillographen hinausreicht. Bei den Versuchen wurde mit einer Frequenz von etwa 3 Mill. Hertz gearbeitet. Daß anderseits die natürlich noch vorhandenen Einschwingungsvorgänge in der Hochfrequenzschaltung keine merklichen Verschleppungen bedingen, läßt sich leicht feststellen, wenn man das plötzliche Zu- oder Abschalten kleiner Zusatzkapazitäten oszillographisch aufnimmt. Bei passender Wahl der Verhältnisse kann man erreichen, daß hierbei keine andre Verzögerung eintritt, als sie von der oben angegebenen, für mechanische Aufgaben im allgemeinen sehr hochliegenden Eigenfrequenz des Oszillographen selbst bedingt wird.

Das Verfahren gestattet daher die praktisch trägheitslose und verzerrungsfreie Aufzeichnung mechanischer Erzitterungen und Schwingungen, die auch kurz als Vibrationen bezeichnet werden. Die trägheitslose und verzerrungsfreie Aufzeichnung solcher Vibrationen zeigt dabei, daß diese gewöhnlich aus einer Übereinanderlagerung sehr verwickelter und meist nicht harmonischer Schwingungen bestehen. Wenn auch vielleicht die genaue Kenntnis derartiger Erschütterungsvorgänge bei Maschinen und Bauwerken, sowie auch bei Schiffsverbänden, im Anfang als überflüssig erscheinen mag, so zeigt sich doch, daß diese vielfach den Schlüssel für die Erkenntnis und Beseitigung dieser häufig zu schwerwiegenden Störungen Veranlassung gebenden Erscheinungen bildet. Durch weitere Vervollkommnung der Schaltung, deren Einzelbeschreibung hier zu weit führen würde, ist es auch gelungen, die Empfindlichkeit der Messung weit über das bisher mit mechanischen Mitteln Erreichte zu steigern. Es gelingt z. B. leicht, die Vergrößerung auf den Wert $1:10^6$ zu bringen, so daß also eine Plattenverschiebung von $^1/_{100\,000}$ mm bereits einem Ausschlag von 10 mm im Oszillogramm entspricht.

Während die zur Ausbildung des Verfahrens nötigen Versuche im Gange waren, hat *Sachsenberg*[2]) einen Bericht über ein dem gleichen Zwecke dienendes Verfahren veröffentlicht. Dieses gestattet jedoch nur eine Aufnahme von Schwingungskurven in Punkten mit verhältnismäßig großen Zeitabständen, so daß eine eigentliche Schnellaufzeichnung nicht möglich ist. Daß eine verzögerungsfreie und fortlaufende Aufzeichnung von Schwingungsvorgängen tatsächlich wichtig ist, ergibt sich aus den mit dem neuen Verfahren hergestellten Aufnahmen.

Anwendung des Verfahrens

Abb. 3 zeigt z. B. die senkrechte Bewegung des Mittellagers einer größeren Wasserkraftmaschine, deren Wellenanordnung in Abb. 4 schematisch dargestellt ist. Man sieht aus Abb. 3, daß das mittlere Lager vorwiegend mit einer dritten Harmonischen, d. h. mit d r e i Schwingungen je Umlauf schwingt. Das entspricht genau der in Abb. 5 dargestellten Schwingungsform, deren Frequenz vom Erbauer und vom Verfasser zu rd. 1600 in 1 min berechnet wurde. Es ergibt sich hieraus das bisher noch nicht allgemein bekannte Gesetz, daß es mißlich ist, Maschinensätze mit irgendeinem ganzzahligen Bruchteil ihrer Eigenschwingungszahl laufen zu lassen.

O. Föppl und *Stodola*[3]) haben als eine mögliche Ursache dieser Schwingungen Drehmomentsschwankungen der Kraftmaschine u. ä. angegeben. Diese Ursachen, die numerisch meist sehr geringfügig sind, kamen hier nicht in Frage, weil auch bei Leerlauf die Schwingungen nicht verschwanden. Auch Unregelmäßigkeiten des magnetischen Feldes, des Polrades oder des Luftspaltes des Generators scheiden als weitere mögliche Ursachen aus, da auch bei möglichst weitgehend erregter Maschine die Schwingungen in ähnlicher For jedoch mit etwas verringerter Größe, in Erscheinu traten. Wenn die Schwingungen hier kleiner waren, wurde als Ursache die nicht allgemein beachtete Ersch nung ermittelt, daß bei der erregten Maschine infolge d Rückwirkung der magnetischen Kräfte die Eigenschwi gungszahl des Läufers herabgesetzt wird und so in diese Falle dem Dreifachen der Betriebsdrehzahl näherrück

Die Auffindung der Ursache der Schwingungen g lang schließlich, nachdem mit Hilfe des Oszillograph nicht bloß das Vorhandensein dieser Schwingungen, so dern auch die Phasenlage der Schwingungen auf de Läufer festgestellt war. So fand man, daß bei der in d Mitte ausgesparten Nabe des Turbinenrades zwei unt 120° versetzte K e i l e die Formänderung der Wel periodisch beeinflußten und dabei die Eigenschwi gungen anfachten.

Überlagert über diese bei einem Umlauf dreimal au tretende Schwingung bemerkt man in Abb. 3 eine Rei kleiner und schneller Schwingungen. Sie werden, wie d Nachrechnung zeigt, von den B e c h e r i m p u l s e n d Freistrahlturbine hervorgerufen. Abb. 7 zeigt die Me anordnung am Lager zur Feststellung der senkrecht Bewegung und Abb. 8 die gesamte Meßeinrichtung.

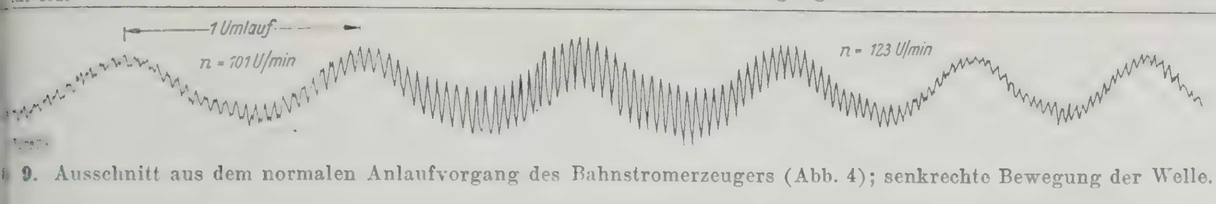
Außer der Lagerbewegung wurde auch die senkrech Bewegung der Welle beim gleichen Maschinensatz g messen, Abb. 9, und zwar an der Oberfläche einer neb dem Lager angeordneten Riemenscheibe. Hierzu wurde d eine Kondensatorplatte mittels einer Schleiffeder auf d polierte Riemenscheibe aufgedrückt, während die and Kondensatorplatte wie bei den vorhergehenden Messung durch ein schweres U-förmiges, beiderseits des Maschine satzes auf dem Fundament aufstehendes Gestell gehalte wurde. Da die Riemenscheibe einen kleinen Schlag hatt zeichnet sich jede Umdrehung durch eine wellenförmi Erhebung ab.

Beachtenswert sind zwei Durchtritte der Welle durc kritische Drehzahlen, wobei der erste kritische Zustan der Resonanz der Becherfrequenz der Freistrahlturbine m der Grundschwingung nach Abb. 5, der zweite in Abb.



Abb. 7. Meßkondensator mit Mikrometer.

[2]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1609, Bd. 72 (1928) S. 469.
[3]) Z. Bd. 63 (1919) S. 866 u. f.



9. Ausschnitt aus dem normalen Anlaufvorgang des Bahnstromerzeugers (Abb. 4); senkrechte Bewegung der Welle.

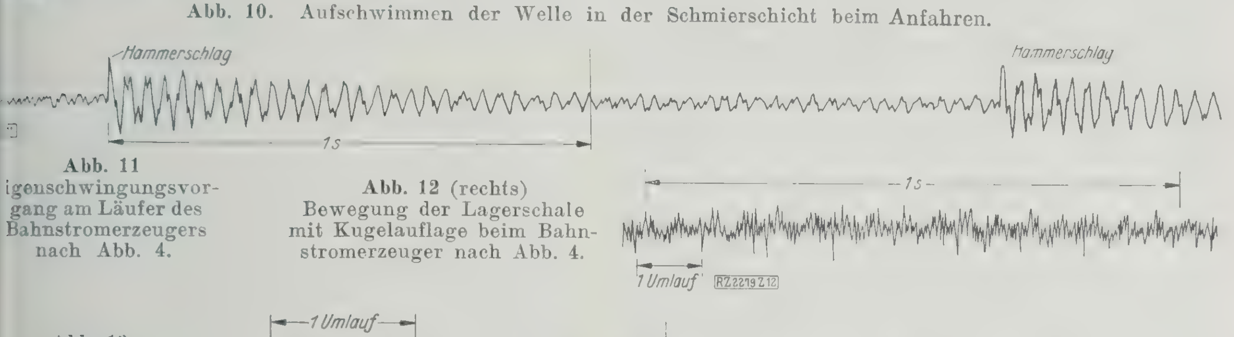


Abb. 10. Aufschwimmen der Welle in der Schmierschicht beim Anfahren.

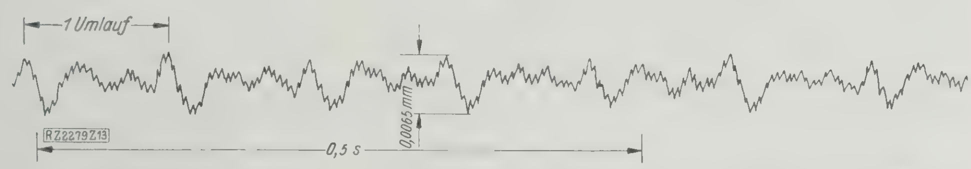


Abb. 11
igenschwingungsvorgang am Läufer des Bahnstromerzeugers nach Abb. 4.

Abb. 12 (rechts) Bewegung der Lagerschale mit Kugelauflage beim Bahnstromerzeuger nach Abb. 4.

1 s
1 Umlauf
RZ2279Z12

Abb. 13
:rationsbewegung des Iittellagers eines serkraft-Bahnstromugers ähnlich Abb. 4.

1 Umlauf
RZ2279Z13
0,0065 mm
0,5 s

eabare kritische Zustand der Resonanz der Becherenz mit einer Oberschwingung nach Abb. 6 entspricht. n Abb. 10, die den gesamten Anlaufvorgang in entend verkleinertem Maße, im übrigen gemessen wie bb. 9, darstellt, sieht man ferner sehr deutlich das eigen der Welle, wie es im Anlauf durch den Einer Schmierschicht zwischen Zapfen und Lagerschalen irt wird. Diese Art der Messung der Schmierschicht- ist nicht nur sehr viel einfacher, als andre Vern, sondern sie zeigt auch alle Einzelheiten der Entng des Schmierfilms.

ie Eigenschwingungszahl des Läufers wurde ferner ch aufgenommen, daß bei stillstehender Maschine die liche Kondensatorplatte an dem Magnetrad des Stromgers befestigt und dieses durch einen mäßigen nerschlag zu Eigenschwingungen erregt wurde. .11 zeigt diesen Schwingungsvorgang, wobei sich die sene Eigenschwingung zu 1620 Schwingungen in ergab. Es zeigte sich, daß sie in den verschiedenen ungen verschieden ausfiel. Daß die damit festge- Unsymmetrie des Rotors nicht bloß eine Einwirkung gerung sein kann[3a]), geht aus Abb. 12 hervor, die die Beweglichkeit der kugelig ausgebildeten Lager in dem Gehäuse darstellt, wobei die Meßplatten einerseits an einem Ende der Lagerschalen, anderseits an dem Lagerbock selbst befestigt waren.

Abb. 13 zeigt die senkrechten Bewegungen des mittleren Lagers einer gleichen Maschine, bei der jedoch die dritte Harmonische nur ganz schwach ausgeprägt ist, dafür aber andre Impulse vorherrschen. Diese beruhen z. T. auf Bewegungen des Fundaments, die sich übrigens auch sehr gut aus dem linken Teil von Abb. 11 entnehmen lassen, da ja der schwingungsfähige, sehr schwere und verhältnismäßig langsam schwingende Läufer wie ein Seismograph die Relativbewegungen des Fundaments zum Läufer erkennen läßt, solange die Eigenschwingung nicht durch äußere Umstände, wie z. B. die für Meßzwecke ausgeführten Hammerschläge erregt ist.

Ein ähnliches Oszillogramm von einem ganz andern Maschinensatz, nämlich einer Dampfturbine mit Drehstromerzeuger ($N = 12\,500$ kVA, $n = 1500$ U/min) mit starrer, beiderseits in ein und demselben Lagerbock gelagerter Kupplung, zeigt Abb. 14. Es wurden hierbei die senkrechten Bewegungen der Welle im Kupplungslager auf der Turbinenseite gegenüber dem Lagerbock bei Nenndrehzahl im unerregten Leerlauf aufgezeichnet. Dabei zeigt sich ein bei jeder zweiten Umdrehung wiederholtes starkes Aufsteigen der Welle im Lager, während bei den dazwischen liegenden Umdrehungen die Welle sich im Lager tiefer nach unten bewegt. Die Ursache dürfte in periodischen Schwankungen der Schmierfilmbildung in dem zu eng gebohrten Lager zu suchen sein, im Verein mit thermischer Verkrümmung der Welle[4]).

Sie rührt vielmehr von der Verkeilung des Turbinenrades her.

[4]) Z. Bd. 69 (1925) S. 985.

Abb. 8. Gesamte Meßeinrichtung.

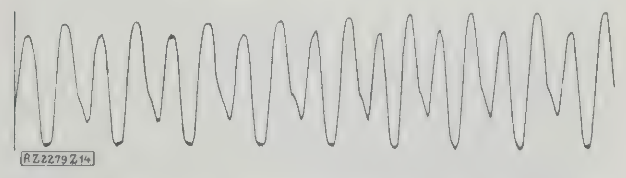


Abb. 14. Senkrechte Vibrationsbewegung der Welle im turbinenseitigen Kupplungslager eines Dampf-Turbogenerators von 12 500 kVA bei 1500 U/min im unerregten Leerlauf (starre Kupplung).

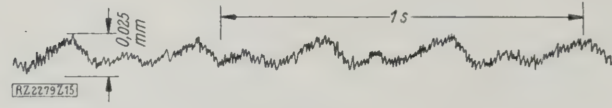


Abb. 15
Supportbewegungen einer Drehbank beim Längsdrehen eines gußeisernen Werkstückes.

Weitere Nutzanwendungen

Man erkennt, daß sich die Ursachen von Schwingungserscheinungen weitgehend klären lassen, wenn man diese mit einem praktisch trägheitslosen und dabei fortlaufend anzeigenden Meßgerät aufnimmt. Meist findet sich gleichzeitig ein Weg für ihre Beseitigung.

Auffallend ist bei den Versuchen, daß selbst bei Maschinen, die an sich nur sehr geringe Unruhe des Laufes zeigen, eine große Menge verschiedenartiger Schwingungen auftreten, von denen jede eine gewisse Erklärung in den Eigenschaften des Maschinensatzes findet. In Bahnkraftwerken ist z. B. mit diesem Verfahren sehr deutlich die 33periodige Drehmomentbeanspruchung, die der übliche Einphasenstromerzeuger auf das Fundament überträgt, in dessen Bewegungen nachweisbar. Ebenso sind in diesen Werken auch noch Oberwellen dieser Bewegung meist leicht zu erkennen. Das gleiche gilt auch für Drehstrom-Kraftwerke mit etwas unsymmetrischer Belastung, nur mit dem Unterschied, daß hier die niedrigste Frequenz 100 Per./s zu betragen pflegt.

Mit der Größe von Maschinen und Bauwerken wächst die Gefahr, daß irgendein von den laufenden Maschinen ausgehender periodischer Impuls mit einer Eigenschwingung des Bauwerkes oder der Maschine zusammenfällt. Die vollständige Aufzeichnung der Schwingungen, selbst bei Maschinen, die einwandfrei arbeiten, zeigt deutlich, wie viele solcher Möglichkeiten bestehen und wie schwierig es oft ist, ihnen auszuweichen. Da die Amplituden hierbei auf Hundertstel und Tausendstel Millimeter genau gemessen werden können, besteht die Möglichkeit, Streitfälle von vornherein auszuschalten, wenn die zulässigen Amplitudenwerte und Frequenzbereiche vertraglich festgelegt werden.

Das Verfahren ist ebenfalls sehr geeignet, um Formänderungen von Schiffen während der Fahrt, einschließlich der schnellen Erschütterungsbewegungen, hervorgerufen durch die Maschine und den Seegang, aufzuzeichnen. Gegenüber den Meßverfahren, die auf der Aufzeichnung des Widerstandes von Kohlenplattenpaketen beruhen, und mit denen auch von uns die ersten Versuche angestellt wurden, ergibt sich nicht nur der Vorteil größerer Empfindlichkeit der Anordnung, so daß bereits sehr kurze Meßlängen genügen, sondern auch der Wegfall der Nachwirkungserscheinungen, die, wie aus den hiesigen Versuchen hervorgeht, leider bei den Kohlekontaktapparaten ständig aufzutreten scheinen. Diese Nachwirkungen machen es unmöglich, aus den Widerständen ohne weiteres auf die Bewegungen der zu messenden Bauteile zu schließen, so daß die durch derartige Apparate verzeichneten Kurven recht weitgehende Verzerrungen aufzuweisen scheinen, wie ein Vergleich mit oszillographischen Aufnahmen ergibt.

Ein anderes Anwendungsgebiet ist bei der Prüfung von Werkzeugmaschinen gegeben. *Schlesinger* hat bereits auf die Bedeutung der Messung der Kräfte und Durchbiegungen an Werkstück und Werkzeug hingewiesen, er hat jedoch nur nicht näher gekennzeichnete Mittelwerte dieser Größen mit seinen sehr trägen Einrichtungen gemessen. Einen klaren Einblick in die wirklichen Vorgänge an der Werkzeugmaschine verschafft erst die Aufzeichnung der dabei auftretenden Schwingungen, und es ist auch sicher, daß Größe und Art der Schwingungen für die Güte der Arbeit ebenso wichtig wie für den Bestand der Werkzeuge sind.

Abb. 15 zeigt beispielsweise die senkrechten Bewegungen des Supports einer Drehbank von 250 mm Spitzenhöhe beim Längsdrehen an einem gußeisernen Werkstück von 50 mm Außendurchmesser bei 5 mm² Spanquerschnitt. Welche Bedeutung die hier wohl zu erstenmal klar ersichtlichen Vibrationen der Wer zeugmaschine für Konstruktion und Bewertung von Wer zeugmaschinen und Werkzeugen haben, sollen Versuch arbeiten lehren, die von *Keßner* und dem Verfasser i Werkzeugmaschinen-Laboratorium der Technischen Hoc schule Karlsruhe ausgeführt werden.

Zur Zeit sind auch Versuche zur einwan freien Indizierung schnellaufender Kolbenmaschin usw. im Gange. Die große Empfindlichkeit u Genauigkeit des beschriebenen Verfahrens gestattet offenbar, die Durchbiegung sehr steifer und daher de Druck praktisch unverzögert folgender Teile, wie z. eines Ventildeckels, einwandfrei und unverzögert aufz zeichnen, womit sich eine verzerrungsfreie Indizierun auch bei sehr hohen Drehzahlen ermöglichen läßt, was a mechanischem Wege nicht gelingt.

Zusammenfassung

Mit Hilfe zweier kleiner gegeneinander beweglich Metallplatten läßt sich ein Hochfrequenz-Röhrensend in geeigneter Schaltung so beeinflussen, daß er sch bei sehr kleinen Relativbewegungen der Platten von w niger als 1 μ erhebliche Änderungen seiner Strom- u Spannungswerte aufweist. Wird die Frequenz des Se ders genügend hoch, etwa zu einigen Millionen Schwi gungen in der Sekunde gewählt, und richtet man sei Impulse durch eine zweite Röhre unter gleichzeitig Verstärkung gleich, so ergibt sich ein Gleichstrom, d mittels eines Oszillographen aufgeschrieben werden kan Die der Hochfrequenz-Wechselzahl entsprechend Unterbrechungen dieses Gleichstromes verschwinden f alle praktischen mechanischen Zwecke, so daß d Schnellaufschreibung des Abstandes der obenerwähnt Meßkondensatorplatten für alle von Oszillographen e faßbaren Frequenzbereiche praktisch trägheitslos u ununterbrochen möglich ist. Da die gewöhnlich Oszillographen Eigenschwingungszahlen von 1000 b 10 000 Hertz aufweisen, lassen sich mit dieser Einric tung alle Vibrationen, Erschütterungen, Lagenänderu gen bis zu den bei mechanischen Aufgaben gewöhnli auftretenden höchsten Frequenzen, die etwa den Schal frequenzen entsprechen, praktisch verzerrungsfrei au nehmen. Im Gegensatz zu älteren Versuchen gibt dies Verfahren daher ununterbrochene und verzerrungsfre Bilder von Erschütterungen. Die Eichung der Oszill graphenausschläge ist dabei in einfachster Weise mö lich durch Anbringung eines Mikrometers, das willkü lich hergestellte und meßbare Verschiebungen der Ko densatorplatten in Vergleich stellt mit den daz gehörigen Oszillographenausschlägen.

Das Verfahren hat für die Untersuchung der For änderung von Schiffsverbänden, Bauwerken, Maschine oder für die Messung der hierbei auftretenden Erschü terungen wesentliche Bedeutung. Aus derartigen Au nahmen ergeben sich u. a. sehr anschauliche Vorstellu gen über die Vorgänge beim Durchgang von Maschine durch kritische Drehzahlen. Das Verfahren ist ferner g eignet, um bei Abnahmeprüfungen den Begriff der V brationen von Maschinen, Bauwerken oder Fahrzeuge nach Größe und Frequenz der Ausschläge zahlenmäßi zu erfassen. [B 2279]

Hauptformen des zweiachsigen Lokomotiv-Laufgestells

Zu meinem obigen Aufsatz in Z. Bd. 73 (1929) Nr. 1 S. 492 bemerke ich, daß bei der Rückstellung mittels Fede kraft nach jeder Seite hin jeweils nur eine Feder wirkt, die andre das Widerlager bildet. In den Zeichnungen i dies nicht immer klar erkennbar. Die Rückstellkräfte na jeder Seite betragen daher zusammengefaßt bei der Baua nach Abb. 4: 7030, 1570, 1270 kg, nach Abb. 12: 4850, 6 450 kg, nach Abb. 17: 3070, 1380, 1250 kg, nach Abb. 2 2300, 1080, 1000 kg, jeweils bei größter und bei 5 mm Au lenkung und in der Mittellage. [N 2915]

München Dr.-Ing. *L. Schneider*

rsuchung der Kühlöle bei der Zahnradbearbeitung

Von Geheimem Regierungsrat Prof. A. WALLICHS und Dr.-Ing. K. KREKELER, Aachen[1])

Die Wirkung einer Reihe von Kühlölen auf die Erhöhung der Schneidhaltigkeitsdauer der Werkzeuge wird im Ausgebeverfahren untersucht. Die Öle werden in Hauptleistungsversuchen und in Dauerleistungsversuchen geprüft. Das Ergebnis ist in beiden Fällen übereinstimmend. Es zeigt sich, daß Rüböl in der Leistung sehr schnell nachläßt und altert, während Mineralöl diese Erscheinungen nicht zeigt. Die technologischen Prüfungen erfassen die sonstigen Eigenschaften der Öle und vervollständigen das durch die Standzeitversuche gewonnene Bild. Ein Öl wird als besonders gut erkannt und zur Anwendung empfohlen.

er spanabhebenden Metallbearbeitung hat die Verndung eines Kühlmittels den Zweck, die Lebensdes Werkzeuges, die Standzeit, zu erhöhen und erkstück eine größere Genauigkeit und bessere ichenbeschaffenheit zu geben. Über die hierbei enden Erscheinungen sind an verschiedenen Stellen Untersuchungen angestellt worden. Eine sehr usammenstellung der bisherigen Forschungsarbeil Versuchsergebnisse hat *Gottwein*[2]) gegeben. Bei enigen vorliegenden Versuchen wurde hiernach er Linie das Verhalten der Öle beim Drehen und untersucht; die Anzahl der verwendeten Kühlwurde eingeschränkt, um überhaupt zunächst eine grundlegenden Zusammenhänge zu klären.

r die vorliegenden Versuche wurde als Arbeitsvorie Zahnradherstellung nach dem Maag-Verfahren[3]) t, da für die Zahnradbearbeitung noch keine n Untersuchungen vorlagen und die Ermittlung geeigneten Kühlöles entsprechend den schweren ibedingungen und den hochwertigen Werkstoffen ößter Wichtigkeit war.

Anlage der Versuche

r die Versuche standen sechs verschiedene Mineund eine Rübölsorte zur Verfügung, Zahlentafel 1, nen infolge der großen Anzahl der untersuchten d der angewandten neuen, genauen Untersuchungsren das für die Metallbearbeitung in jeder Beg günstigste Öl bestimmt werden konnte. Im Hinuf das gänzliche Fehlen geeigneter Vorarbeiten eine möglichst umfassende Versuchsdurchführung eitester Grundlage gewählt.

erblick über die zur Klärung der llten Fragen erforderlichen Teilaufgaben

e Versuche gliedern sich in drei Hauptgruppen: eistungsversuche, Dauerleistungsversuche und ogische Prüfungen.

uptleistungsversuche. Die wichtigste der Bearbeitungstechnik ist die Halte- oder Standes Werkzeuges bis zu dessen Abstumpfung. Die Standzeit wird nach dem Ausgebeverfahren dadurch ermittelt, daß man das Werkzeug unter bestimmten Zerspanungsbedingungen so lange arbeiten läßt, bis es infolge der Abstumpfung nicht mehr schneidet. Bei den vorliegenden Versuchen wurde statt der Zeit die Anzahl der mit einem Werkzeug geschnittenen Zähne als das wichtigste Kennzeichen der Leistungsfähigkeit der Öle gewählt. Die Schnittbedingungen waren bedeutend schwerer gewählt, als es in der Praxis üblich ist, um die Dauer der Einzelversuche abzukürzen und den Werkstoffverbrauch herabzusetzen.

Dauerleistungsversuche im Ausgebeverfahren. Bei den Dauerleistungsversuchen wurde eine beschränkte Anzahl von Ölen, die auf Grund der vorhergehenden Prüfungen ausgesucht waren, unter werkstattmäßigen Schnittbedingungen einer Dauererprobung von 48 h unterzogen. Hierbei sollte vor allen Dingen die Übereinstimmung mit den Hauptleistungsversuchen nachgewiesen und mögliche Änderungen der Öle in der Kühl- und Schmierfähigkeit, der chemischen Beschaffenheit usw. festgestellt werden.

Technologische Prüfungen. Der Zweck der technologischen Prüfungen war, einen Zusammenhang zwischen der durch den Ausgebeversuch ermittelten Standzeit oder Anzahl der geschnittenen Zähne eines Kühlöles und den sonstigen Eigenschaften dieses Öles zu finden, um unter Umständen die zeitraubende und teure Standzeitbestimmung durch einen anderen Versuch zu ersetzen. Durch die technologischen Prüfungen sollten aber auch noch alle die Eigenschaften des Öles geprüft werden, die sich durch Standzeitversuche nicht unmittelbar erfassen lassen und doch bei einem in jeder Beziehung hochwertigen Öl nicht fehlen dürfen. Diese Versuche erstreckten sich auf Benetzungsfähigkeit, Abtropf-

[1]) Die Versuche wurden im Auftrage der Rhenania-Ossag, Mineere A.-G., Düsseldorf, in der Zeit vom 1. August 1927 bis 1. Ok-18 im Laboratorium für Werkzeugmaschinen der Technischen ule Aachen durchgeführt.

[2]) *Gottwein*, Kühlen und Schmieren bei der Metallbearbeitung, ag 1928.

[3]) Die Versuchsmaschine wurde mit allen Werkzeugen und mit ezialschleifmaschine von der Firma A. H. Schütte, Köln-Deutz, ügung gestellt.

Zahlentafel 1

ähflüssigkeit der bei n Versuchen benutzten Öle.

Zähflüssigkeit in Englergraden bei 20° C	bei 50° C	bei 100° C
12,1	2,6	1,3
29,1	5	1,6
29,1	5	1,6
13,1	2,6	—
28,2	5	1,53
29	5	1,56
15,7	5,1	—

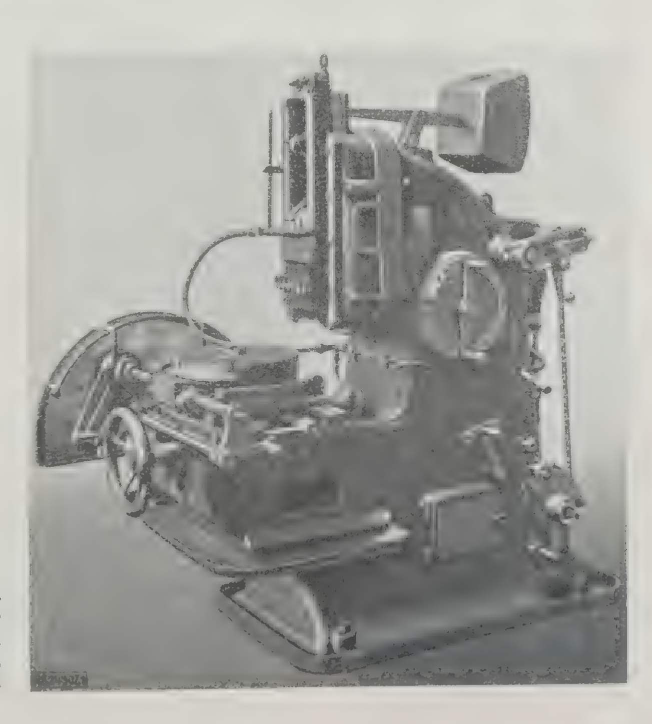


Abb. 1 Zahnrad-Hobelmaschine der Maag-Zahnrad- und Maschinen-A.-G., Zürich

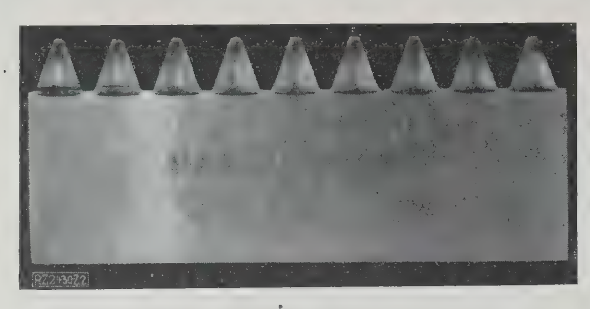


Abb. 2
Werkzeug zum Hobeln der Zahnräder nach dem Maag-Verfahren.

fähigkeit, Schaumbildung, Rauchbildung und Korrosionsbildung. Das Rüböl (Nr. 7) wurde auf Benetzungsfähigkeit und Korrosionsbildung untersucht, da es erst zum Schluß der Versuche zu Vergleichzwecken herangezogen wurde.

Durchführung der Versuche

Die Maschine

Bei den Versuchen wurde die schnellaufende Zahnrad-Hobelmaschine der Maag-Zahnrad- und Maschinen-A.-G., Zürich, benutzt, die in der Hauptsache zur Herstellung von Kraftwagen- und Flugzeugrädern nach dem Abwälzverfahren dient, Abb. 1 (s. a. Abb. 7 und 8). Bau und Wirkungsweise sind als bekannt anzusehen[3a]). Als Werkzeug diente ein Zahnstangen-Schneidwerkzeug, Modul 4 und 20° Flankenwinkel, aus Schnellarbeitsstahl mit durchgehender Härtung, Abb. 2. Die Härte der einzelnen Zähne wurde mit dem Rockwell-Gerät geprüft und dabei eine sehr große Gleichmäßigkeit festgestellt. Zum Nachschleifen der Werkzeuge diente unter stets gleichen Bedingungen eine Sonderschleifmaschine.

Die Werkstoffe

Für die Ausgebeversuche wurde der Chromnickel-Vergütungsstahl VCN 35, Din Kr. G. 601, gewählt. Es standen zwei genügend große Wellen zur Verfügung, die der gleichen Charge entstammten, jedoch auf verschiedene Festigkeiten vergütet waren, Zahlentafel 2. $VCN\,35_1$ wurde bei den Hauptleistungsversuchen und $VCN\,35_2$ bei den Dauerleistungsversuchen benutzt. Die von den Wellen abgeschnittenen Radkörper wurden alle auf das gleiche Maß vorgedreht und fortlaufend auf ihre Gleichmäßigkeit geprüft.

Zahlentafel 2
Die Festigkeitswerte der bei den Versuchen zerspanten Werkstoffe

Werkstoff	Streckgrenze kg/mm²	Bruchgrenze kg/mm²	Dehnung vH	Einschnürung vH
$VCN\,35_1$ . . .	70	85	12,5	59
$VCN\,35_2$ . . .	81	95	10	56,5

Die Kühlöle

Die Zahlen über die Zähflüssigkeit der bei den Versuchen benutzten Öle sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Weitere Angaben wurden nicht gemacht und auch nicht eingefordert, um die Versuche ganz unbeeinflußt von der Kenntnis über Natur und Wert der Öle durchführen zu können. Besonders sorgfältige Vorkehrungen wurden getroffen, um eine Vertauschung der Öle zu verhindern. Von jeder Sorte wurden bei der Anlieferung zwei Abstellmuster von je 250 g entnommen, von denen das eine in einen besonderen Raum des Laboratoriums, das andre im Düsseldorfer Laboratorium der Rhenania-Ossag, Mineralölwerke A.-G., aufbewahrt wurde. Nach Beendigung der Versuche wurden aus den einzelnen Kannen wieder Proben entnommen und mittels Analyse die Übereinstimmung mit den Abstellmustern nachgeprüft. Die Öle wurden außerdem noch ständig in einem besonderen Raum mit gleichbleibender Temperatur aufbewahrt.

[3a]) s. Z. Bd. 71 (1927) S. 509 u. Maschinenbau Bd. 5 (1926) S. 402.

Die Hauptleistungsversuche

Die Hauptleistungsversuche wurden stets un gleichen Schnittbedingungen mit gleichem Werkstü und Werkzeug gemacht, so daß das jeweils benut Kühlöl, von dem immer 35 l in die Maschine eingefü wurden, die einzige Veränderliche war. Die Maschi wurde so eingestellt, daß nur ein Zahn des Werkzeug zum Schnitt kam. Daher konnte der Zeitpunkt d Blankbremsung als Merkmal der Abstumpfu einwandfrei festgestellt werden. Während des Schneide wurden der erste und der letzte geschnittene Zahn b sonders bezeichnet, um später nach dem Abwaschen m Benzol die Anzahl der geschnittenen Zähne abzählen können. Jeder Hauptleistungsversuch wurde zwei- b dreimal wiederholt, um den Einfluß der unvermeidlich Streuung, die immer unter 10 vH blieb, gering zu h ten. Bei einer ganzen Reihe von Versuchen wur außerdem noch der Ausgebepunkt mit dem Pendelger von *Herbert* nachgeprüft, um die Übereinstimmung d durch das abgestumpfte Werkzeug hervorgerufen Oberflächenhärtung mit der ersten Blankbremsung nac zuweisen. Es ergab sich in allen Fällen, daß auch hi die Blankbremsung mit der Abstumpfung des Wer zeuges zusammenfällt und somit auch als ein gu Merkmal des Ausgebens angesehen werden kann. D Mittelwerte dieser Versuche sind in Abb. 3 zusamme gestellt; sie zeigen deutlich, welchen überrasche großen Einfluß die einzelnen Öle auf die Lebensdau des Werkzeugs haben.

Die Dauerleistungsversuche

Auf Grund der vorhergehenden Untersuchung wurden die Öle Nr. 1, Nr. 2 und Nr. 3 für die folgend Dauerleistungsversuche ausgeschieden, da ihre L stungen nicht genügten. Durch die Dauerleistungsve suche sollte folgendes festgestellt werden:

1. Hat die durch die Hauptleistungsversuche n schweren Schnitten bestimmte Ordnung auch G tigkeit für die Dauererprobung mit leicht Schnitten?
2. Bleibt die Leistung der Öle gleich?
3. Welche Ergiebigkeit haben die Öle, ausgedrüc durch die bei Schluß der Versuche noch in d Maschine zurückgebliebene Ölmenge?
4. Ändert sich die Säurezahl des Öles durch länge Erprobung und beeinflussen die feinen Eisensp chen, die beim Zerspanungsversuch entstehen, d Öl irgendwie ungünstig?

Die Dauer der Erprobung wurde auf 48 h festgele Mit jedem Öl wurden 2000 Zähne entsprechend einer Z des Unterschnittstehens des Werkzeuges von 34 h g schnitten. Der Rest der Zeit entfiel auf Ein- und A spannen der Räder. Die Pumpe wurde während des U spannens nicht abgestellt, so daß das Öl 48 h umgewä wurde. Die Schnittbedingungen waren der Praxis bess angepaßt, die nach einer möglichst langen Schneiddau des Werkzeuges streben muß. Die Abstumpfung wur auch hier durch die Blankbremsung festgestellt. D Anzahl der bei jedem Einzelversuch geschnittenen Zäh ist in Abb. 4 zusammengestellt. Als Abszisse ist, um e Bild über den zeitlichen Verlauf zu gewinnen, die G samtzahl der geschnittenen Zähne aufgetragen.

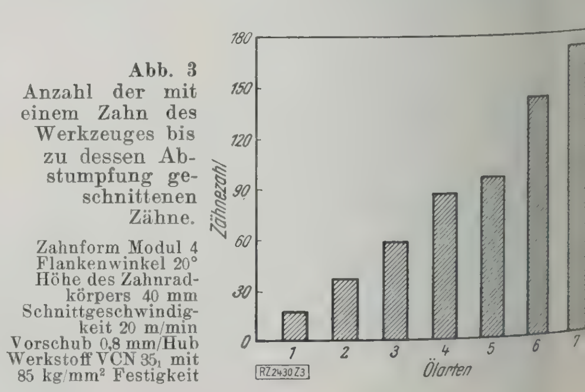


Abb. 3
Anzahl der mit einem Zahn des Werkzeuges bis zu dessen Abstumpfung geschnittenen Zähne.

Zahnform Modul 4
Flankenwinkel 20°
Höhe des Zahnradkörpers 40 mm
Schnittgeschwindigkeit 20 m/min
Vorschub 0,8 mm/Hub
Werkstoff $VCN\,35_1$ mit 85 kg/mm² Festigkeit

)ie Ergebnisse zeigen:
die Ordnung der Hauptleistungsversuche gilt auch für leichte Schnitte;
die Leistung bei den Ölen Nr. 5 und Nr. 6 bleibt gleich, bei den Ölen Nr. 4 ist sie starken Schwankungen unterworfen, und bei dem Rüböl (Nr. 7) fällt sie mit der Zeit stark ab.

)ie übrigen Ergebnisse der ırleistungsversuche sind in ntafel 3 zusammengestellt. e weist nach, daß sich die iebigkeit ähnlich ver- wie die Leistung. Jedoch auch die Zähflüssigkeit Rolle, da bei hoher Zähgkeit die Spritzverluste so groß sind. Die Säure- l der Öle Nr. 5 und Nr. 6 eich geblieben, während die Nr. 4 und Nr. 7 eine starke hme zeigen, woraus beson- die Alterung des Öles Nr. 7 rt werden kann. Der Aschen- t zeigt keine wesentliche nderung, woraus geschlos- werden kann, daß die fein lten Eisenspänchen keine hlechterung der Öle ver- hen.

rgendwelche schädlichen ologischen Wirkungen an Haut oder den Atmungs- en wurden bei keinem Öl, vor noch nach dem Ge- h, festgestellt.

Abb. 5
Benetzungsproben auf verschiedenen Unterlagen.

Die technologischen Prüfungen

Die Benetzungsfähigkeit

)as bei der Zerspanung verwendete Kühlöl muß so- l kühlen wie auch schmieren. Der Einfluß, den die lwirkung auf die Steigerung der Schneidhaltigkeit , läßt sich durch Temperaturmessung[4]) an der eide ermitteln. Es ist bisher aber kein Verfahren antgeworden, die Schmierfähigkeit einwandfrei zu n, obwohl ein solches Verfahren den Vorteil hätte, on ganz bestimmter Zusammensetzung zu schaffen, chdem die Kühl- oder die Schmierwirkung viegen soll. Bei den vorliegenden Untersuchungen re versucht, zwischen der Benetzungsfähig- und der Schmierfähigkeit einen Zusammen- n zu ermitteln. Ein Öl mit guter Benetzungsfähig-

[4]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 5 (1926) S. 505.

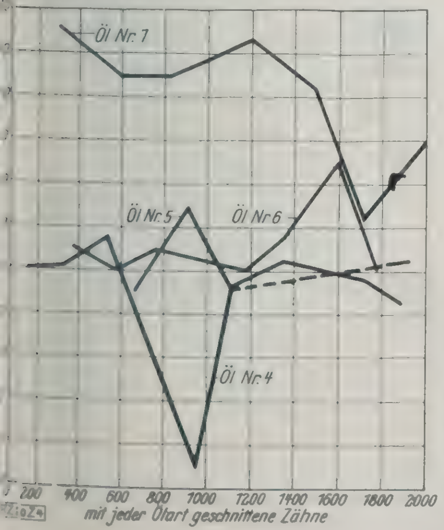


Abb. 4
Ergebnis der Dauerleistungsversuche. Mit jedem Öl wurden 2000 Zähne geschnitten.

Zahlentafel 3
Ergiebigkeit, Säurezahl und Aschengehalt der bei den Dauerversuchen benutzten Öle

Öl Nr.	4	5	6	7
Eingefüllte Ölmenge in l	35	35	35	35
Rest nach 2000 Zähnen	27	28	29	30
Verlust	8	7	6	5
Säurezahl vor dem Gebrauch	1,2	0,34	0,32	1,7
„ nach „ „	2,6	0,34	0,32	2,5
Asche vor dem Gebrauch	0,26	0,011	0,006	0,008
„ nach „ „	0,26	0,011	0,008	0,11
Zähnezahl bis zur Abstumpfung des Werkzeuges	87	97	142	171

keit kann sich nach allen Richtungen und in alle Spalten hinein gut ausbreiten, und kann so vermöge seines Fettgehaltes die trockene Reibung zwischen Span und Werkzeugbrust und den einzelnen Spanelementen untereinander zum mindesten an einigen Stellen in eine halbtrockene verwandeln.

In der Praxis ist es üblich, die Benetzungsfähigkeit mit einem eingetauchten Metallprisma zu prüfen, ohne daß jedoch hierbei die Möglichkeit einer einwandfreien Unterscheidung gegeben ist. *Drewes* gibt ein Verfahren an, auf einem bestimmten Papier die Benetzungsfähigkeit zu prüfen. Da jedoch die Benetzungsfähigkeit sehr stark von der Art des Werkstoffes und dessen Oberflächenbeschaffenheit beeinflußt wird, ist nicht immer eine einfache Vergleichmöglichkeit gegeben. Bei den vorliegenden Versuchen wurde ein anderes Verfahren angewandt, um die vorstehend erwähnten Nachteile zu vermeiden.

Mittels einer Bürette wurde die gleiche Ölmenge auf ein wagerecht ausgerichtetes Probestück aufgebracht und nach Ablauf einer bestimmten Zeit im Bilde festgehalten. Die Probestücke wurden zur Gewinnung aller Vergleichmöglichkeiten besonders vorbereitet. Die einzelnen Aufnahmen, die unter gleich-

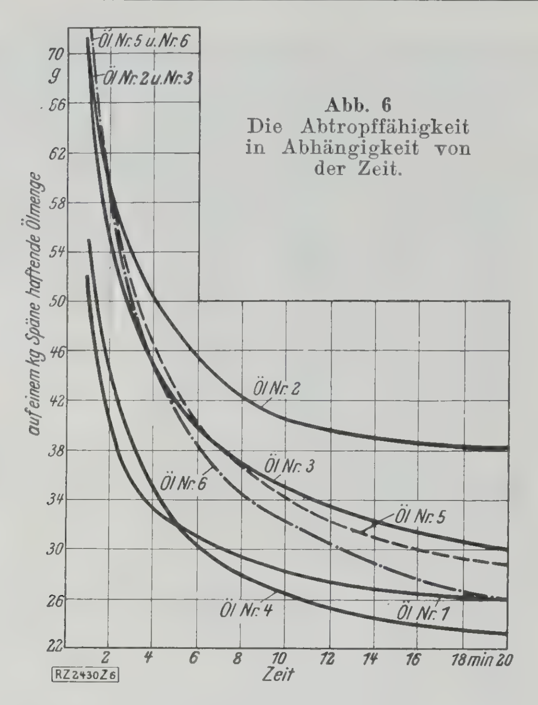


Abb. 6 Die Abtropffähigkeit in Abhängigkeit von der Zeit.

bleibenden Verhältnissen, wie Belichtungsdauer usw., aufgenommen wurden, sind in Abb. 5 zusammengestellt. Als Unterlage wurde das chemisch nicht affine Glas, dann mit feinem Schmirgelpapier abgezogener SM-Stahl und gehobelter SM-Stahl, ferner Chromnickelstahl benutzt. Zum Vergleich sind die bei den Hauptleistungsversuchen festgestellten Zähnezahlen als Wertmaßstab für die Leistung eingezeichnet. Auf dem Glas zeigen die Benetzungsproben keine großen Unterschiede. Dagegen ist auf dem mit feinem Schmirgelpapier abgezogenen SM-Stahl ein ganz guter Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit der Öle gegeben dadurch, daß das Öl mit der größten Zähigkeit auch die größte Benetzung ergibt. Die Bilder der gehobelten Proben ergeben ein nicht so eindeutiges Bild. Auf Chromnickelstahl ist die Ausbreitung durchweg besser als auf SM-Stahl. Dies hat seinen Grund darin, daß legierter Stahl sich sauberer bearbeiten läßt und die Hobelrillen gleichmäßiger und glatter sind.

Ein klarer und eindeutiger Zusammenhang zwischen der Benetzungsfähigkeit und der im Ausgebeverfahren erzielten Leistung kann auf Grund der vorliegenden Bilder noch nicht festgestellt werden, obwohl in ei Fällen schon gute Anhaltspunkte gegeben sind. sonderer Vorteil dieser Versuche ist, daß sich all tisch vorkommenden Oberflächenbeschaffenheite Werkstoffe darstellen lassen.

Die Abtropffähigkeit

Die Bestimmung der Abtropffähigkeit soll ein haltspunkt dafür geben, in welchem Maße das Öl Spänen haftet. Bei der im üblichen Fertigungsv vorwiegenden großen Zerspanungsleistung wird Umständen eine sehr große Ölmenge von den Maschine angesammelten Spänen zurückgehalten. bedeutet einen sehr großen Verlust an Schmier der nur teilweise mit teuren Schleuderapparaten eingebracht werden kann.

Die Versuche wurden so durchgeführt, daß au siebartigen Wagschale 1 kg der bei den Versuch wonnenen Späne genau ausgewogen wurde. Au immer in gleicher Form geschichteten Späne wurd Öl aufgebracht, das nach unten abtropfen konnte. den Spänen zurückgebliebene Ölmenge wurd Minute zu Minute ausgewogen und in Abb. 6 aufge Nach jedem Versuch wurden die Späne sauber mit ausgewaschen, um alle Ölreste zu entfernen. D sammenstellung zeigt deutlich, wie verschieden gr anhaftende Ölmenge ist. Die Werte ändern sich wenn man eine andere Spanform, z. B. Locke untersucht.

Die Schaumbildung

rührt in erster Linie daher, daß Luft in sehr fe teilter Form in das Öl hineingetrieben wird, di eine mehr oder weniger hohe Schicht von in einer Ölhaut eingebetteten Bläschen an der Oberfläche Der Hauptnachteil dieser Schaumbildung beruht daß diese sehr fein verteilten Luftblasen währe Schwebens und Aufsteigens im Öl nicht an der und Schmierwirkung teilnehmen. Die Praxis lehn starke Schaumbildung auch aus äußeren Gründen der erschwerten Beobachtung usw. wegen, ab.

Die Versuche wurden, um den praktischen V nissen möglichst nahe zu kommen, unter Verwe der an der Maschine selbst vorhandenen Pumpe u leitungen, Abb. 7 bis 10, durchgeführt. Als Meß für die Schaumhöhe diente ein Blechbehälter, Vorderwand durch eine Glasplatte mit Millimeter lung ersetzt war. Das Ölausflußrohr wurde nach über den Meßbehälter ausgeschwenkt. Von dort au das Öl wieder in den Sammelbehälter der Maschin dann unter gleichbleibenden Bedingungen, wie F

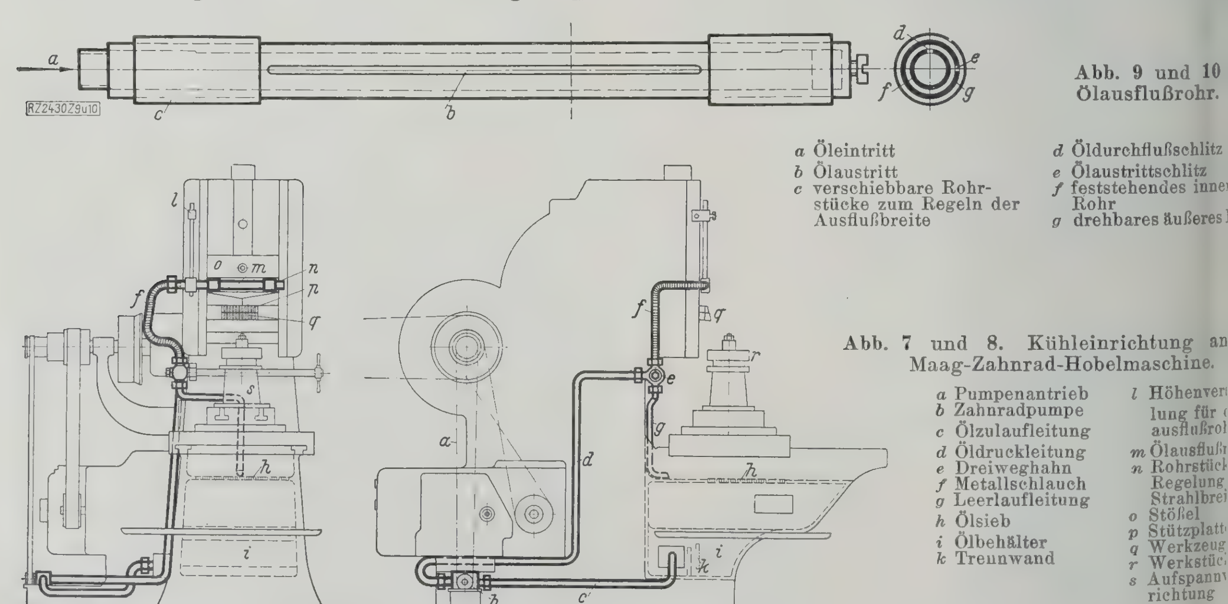


Abb. 9 und 10 Ölausflußrohr.

a Öleintritt
b Ölaustritt
c verschiebbare Rohrstücke zum Regeln der Ausflußbreite
d Öldurchflußschlitz
e Ölaustrittschlitz
f feststehendes inne Rohr
g drehbares äußeres

Abb. 7 und 8. Kühleinrichtung an Maag-Zahnrad-Hobelmaschine.

a Pumpenantrieb
b Zahnradpumpe
c Ölzulaufleitung
d Öldruckleitung
e Dreiweghahn
f Metallschlauch
g Leerlaufleitung
h Ölsieb
i Ölbehälter
k Trennwand
l Höhenver lung für ausflußro
m Ölausfluß
n Rohrstück Regelung Strahlbre
o Stößel
p Stützplatt
q Werkzeug
r Werkstüc
s Aufspann richtung

e, Fallhöhe usw., von neuem umgewälzt zu werden. ..aufdauer wurde auf 3 h festgesetzt und die Schaum- an der Einteilung alle 20 min abgelesen.

)ie Ergebnisse zeigen einen sehr verschieden- en Verlauf, Abb. 11. Einige Öle lassen ein starkes eigen, andere wieder starkes Absinken erkennen. Vergleich mit der Leistung ergibt keine Zusammen- ;e, jedoch stimmen die Ergebnisse mit dem Verhalten Öle in der Maschine während des Arbeitsvorganges gut überein. Durch dieses Verfahren ist daher die ichkeit gegeben, die Schaumbildung eines Öles schon dem Einfüllen in die Maschine zu beurteilen. ist nicht nur bei spanabhebenden Bearbeitungs- hinen, sondern auch bei andern Maschinen, wie z. B. inen, sehr wichtig. Der Einfluß der Temperatur sich durch Einbau einer Heizvorrichtung in die uchsapparatur untersuchen.

Die Rauchbildung

Die Prüfung der Rauchbildung wurde mit heran- gen, weil einerseits die Rauchentwicklung anzeigt, das Öl eine weitere Zuführung von Zerspanungs- ine nicht verträgt, anderseits aber auch die Öl- aden die Atmungsorgane sehr belästigen. Es war h sehr schwer, ein Merkmal für die Rauchentwick- zu finden, da persönliche Beobachtung keinen An- punkt gibt und eine Lichtaufnahme nicht möglich Mit Hilfe des Vorschubmechanismus der Maschine, eine abgestufte Verstellung während des Arbeits- anges ermöglicht, konnte ein zuverlässiger Ver- hswert gefunden werden. Aus der Anzahl der Hübe, denen ein Zahn fertiggestellt wird, läßt sich dann die betreffende Zahntiefe der als Vergleichswert onnene Vorschub je Hub berechnen.

Die Versuche werden so durchgeführt, daß bei einer ittgeschwindigkeit von 10 m/min mit dem niedrigsten schub, also der größten Hubzahl begonnen wurde. Hubzahl wurde dann in gleichen Abständen ver- ert und die erste Rauchentwicklung einwandfrei der gerade eingestellten Hubzahl ermittelt. In Abb. 12 sind die Ergebnisse zusammengestellt, die einen guten Zusammenhang mit den Hauptleistungs- und Dauerleistungsversuchen zeigen.

Die Korrosionsbildung

Die Korrosionserscheinungen wurden besonders eingehend geprüft, da sich diese bei den hochwertigen Maschinen und Werkstücken sehr unangenehm auswirken können. Es wurde insbesondere der Einfluß der Öle auf die Oberflächenveränderung der verschiedensten Werkstoffe in Abhängigkeit von der Zeit untersucht. Die Prüfungen wurden noch dadurch vervollständigt, daß man auch die von der Maschine kommenden Werkstücke mit den jeweils benutzten Ölen 144 h auf Merkmale von Anfressungen beobachtete. In allen Fällen ergab sich, daß die gelieferten Öle durchaus den Ansprüchen in bezug auf Sicherheit gegen Korrosionsbildung genügten.

Zusammenfassung

Bei den vorliegenden Versuchen wurde das Wirken einer Reihe von Kühlölen bei der Herstellung von Zahnrädern nach dem Maag-Verfahren untersucht. Die Prüfungen erstreckten sich auf die Ermittlung der mit dem jeweils benutzten Öl erreichten Zähnezahlen bis zur Abstumpfung des Werkzeuges. Dieses sogenannte Ausgebeverfahren wurde einmal im Kurzversuch mit schweren Schnittbedingungen und einmal im längeren Versuch mit leichten Schnittbedingungen angewandt. Für beide Zerspanungsbedingungen wurde eine für schwere und leichte Schnitte übereinstimmende Ordnung der Ölsorten erreicht. Bei den Dauerleistungsversuchen konnten gleichzeitig die Veränderungen der Öle in bezug auf Säurezahlen, Aschengehalt usw. ermittelt werden.

Neben diesen Ausgebeversuchen wurden noch technologische Prüfungen gemacht, die andere als die Kühl- und Schmierwirkung hervorrufende Eigenschaften der Öle erkennen lassen sollten. Aus den gewonnenen Wertziffern wurden Zusammenhänge mit den Hauptleistungsversuchen und Dauerleistungsversuchen gesucht. Es konnten hierbei alle diejenigen Eigenschaften erfaßt werden, die bei den Ausgebeversuchen nicht ohne weiteres zu erkennen, jedoch für die Beurteilung hochwertiger Öle wichtig sind.

Auf Grund der Gesamtwertung der vorliegenden Untersuchungen wurde das Öl Nr. 6 für die Zwecke der Zahnradherstellung und ähnliche Vorgänge als das geeignetste erkannt.

Während der Drucklegung dieses Aufsatzes wurde das Öl Nr. 6 in den Werkstätten der Firma Alfred H. Schütte in Köln-Deutz einer ausgedehnten praktischen Dauererprobung unterzogen. Das Öl bewährte sich hierbei sehr gut, und es ergab sich somit eine gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen des Laboratoriumsversuches und der praktischen Erprobung unter werkstattmäßigen Bedingungen. [B 2430]

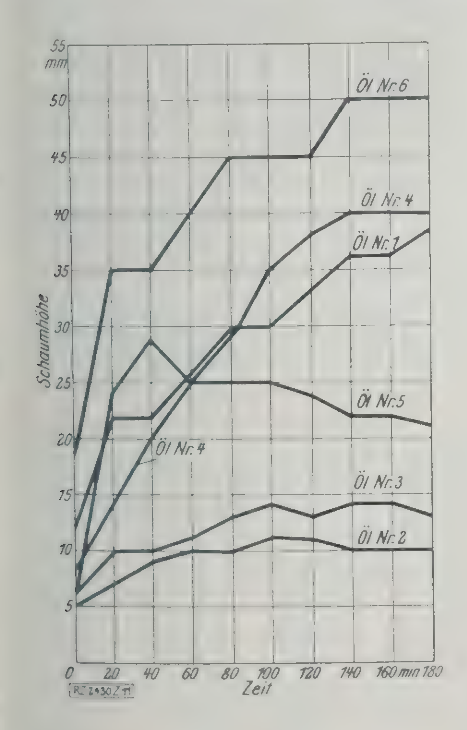


Abb. 11 (links) Höhe der Schaumbildung in Abhängigkeit von der Zeit.

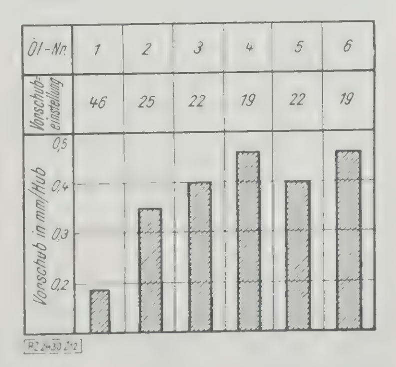


Abb. 12 Vorschubwerte, bei denen die erste Rauchentwicklung eintrat.

Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Flamme in Gasgemischen

Von Dipl.-Ing. *W. LINDNER*, Dresden

Prof. F. W. STEVENS, Washington, hat uns freundlichst einen weiteren Bericht über Untersuchungen nach seinem in Z. Bd. 70 (1926) S. 659 ausführlich beschriebenen Verfahren zur Verfügung gestellt; der vorliegende Aufsatz faßt die wesentlichen Ergebnisse dieser und einer andern in der Zeitschrift „Industrial and Engineering Chemistry“, Bd. 20 (1928) S. 1018, veröffentlichten Arbeit zusammen

Nach dem Verfahren von *F. W. Stevens* werden die zu untersuchenden Gasgemische in der Mitte einer Seifenblase gezündet. Die Ausbreitung der kugelförmigen Flammenschale wird auf einen bewegten Filmstreifen photographiert, so daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Flamme daraus ermittelt werden kann. Ist r der Halbmesser des in der Blase enthaltenen Gasvolumens vor der Zündung und r' der Halbmesser, wenn das Volumen vollständig verbrannt ist, so folgt aus der durch das Photogramm gegebenen Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Raume

$$s' = \frac{r'}{t} \qquad (1)$$

die Geschwindigkeit s gegenüber der bewegten Gasmasse zu

$$s = s' \frac{r^3}{r'^3} \qquad (2).$$

Da der Druck in der Seifenblase (Bombe unter konstantem Druck) während des gesamten Vorganges konstant bleibt, so tritt das unverbrannte Gas unter unveränderlichen Teildrücken in die Flammenzone ein. Das bedeutet, daß die chemische Reaktionsgeschwindigkeit konstant bleiben muß. Nach den Versuchen von *Stevens* ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, s bzw. s', ebenfalls konstant. Er setzt sie daher proportional der Reaktionsgeschwindigkeit, indem er für Gemische aus CO und O_2 schreibt:

$$s = s' \frac{r^3}{r'^3} = k\,[CO]^2\,[O_2] \qquad (3).$$

Hierin bedeuten die Klammerwerte die Teildrücke der Gasanteile und k den Proportionalitätsfaktor. Das *van't Hoffsche* Gesetz für die Reaktionsgeschwindigkeit enthält noch ein zweites Glied, das die gegenläufige Reaktion zum Ausdruck bringt. Dieses Glied wird hier vernachlässigt, da bei Gasexplosionen die Reaktion in einer Richtung vollkommen verläuft. Der Proportionalitätsfaktor ist nach früheren Versuchen für CO- O_2-Gemische im Mittel $k = 691$.

Nach der gleichen Methode hat *Stevens* den Einfluß der Zumischung inerter und brennbarer Gase auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Flamme in Gemischen aus CO und O_2 untersucht[1]).

Einfluß inerter Gase

Der nicht brennbare Anteil des Gemisches mit CO, dessen Teildruck $[1-CO]$ ist, setzt sich aus dem wirksam an der Reaktion beteiligten Teil a, dem Sauerstoff und dem inerten Teil $(1-a)$ zusammen:

$$[1-CO] = [1-CO]\,a + [1-CO]\,(1-a).$$

Gl. (3) läßt sich somit in der Form schreiben:

$$s = k\,[CO]^2\,[1-CO]\,a + k\,[CO]^2\,[1-CO]\,(1-a) \qquad (4).$$

[1]) Reports of the National Advisory Committee for Aeronautics, Washington, Ind. Eng. Chem. Bd. 20 (1928) S. 1018.

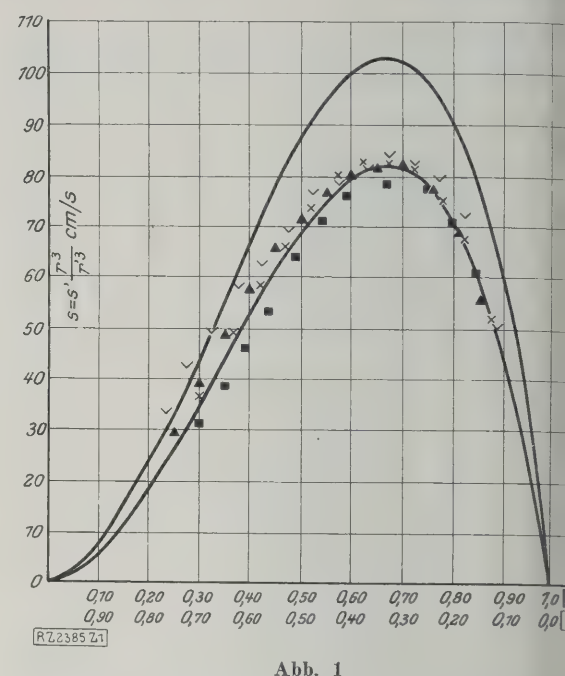


Abb. 1
Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Flamme für Gemische von CO und O_2, bei denen 20 vH des Gemischanteils $[1-CO]$ aus inertem Gas besteht.
× N_2 ▲ He ⌄ Ar ■ CO_2

Hierin würde dem inerten Gas der gleiche Einfluß au Fortpflanzung der chemischen Reaktion wie dem Sauer zugeschrieben werden. Es wird daher das zweite vernachlässigt:

$$s = k_1\,[CO]^2\,[1-CO]\,a = k_1\,\Gamma\,a \quad \ldots$$

Diese Gleichung berücksichtigt ausschließlich den samen Teil der Gase. Die Abweichung von ihr ist geeignet, den Einfluß des inerten Anteils klarzulegen durch die Veränderung der spezifischen Wärme und Wä leitfähigkeit des Gemisches bedingt ist, wenn man die mittelbare Einwirkung der Moleküle des inerten An auf den Reaktionsvorgang unbeachtet läßt.

Stevens berichtet über Versuchsreihen, bei denen Teildrücke der brennbaren Bestandteile [CO] und der brennbaren $[1-CO]$ verändert werden, während der halt an inertem Gas $(1-a)$ in $[1-CO]$ verhältnism gleichbleibt. Auf diese Weise sind Unterschiede im fluß der benutzten inerten Gase N_2, Ar, He und CO_2 erkennbar. Insgesamt werden drei Gruppen von Versu reihen durchgeführt, für die als Gehalt $(1-a)$ an ine Gas 0,1, 0,2 und 0,4 gewählt sind.

Zahlentafel 1 enthält die Ergebnisse für 40 vH N_2 inerten Anteil. In Abb. 1 und 2 sind für 20 und 4 inerte Bestandteile in $[1-CO]$ die Flammengeschwin keiten s über den Werten von [CO] dargestellt. Die ob Linien in Abb. 1 und 2 stellen den Verlauf von Gl. (3) Gemische ohne Zusatz von inerten Gasen unter Ber

Zahlentafel 1. Ergebnisse der Messungen, bei denen 40 vH des Gemischanteils $[1-CO]$ aus dem inerten Gas N_2 besteht.

Teildrücke von [CO] at	Teildrücke von $[1-CO]$ at	Teildrücke von $[N_2]$ at	$[CO]^2\ [1-CO]$	$s' = \frac{r'}{t}$ cm/s	$s = s'\frac{r^3}{r'^3}$ cm/s	$k_1 = \frac{s}{0{,}6\,[CO]^2\,[1-CO]}$	$\beta = \frac{s - a\,k_1\,[CO]^2\,[1-}{[N_2]}$
0,200	0,800	0,320	0,0320	118	23,9	1248	43,7
0,250	0,750	0,300	0,0469	181	32,5	1155	43,3
0,294	0,706	0,282	0,0610	277	37,4	1021	42,9
0,350	0,650	0,260	0,0796	347	43,7	915	41,2
0,400	0,600	0,240	0,0960	414	50,0	868	42,5
0,450	0,550						
0,500	0,500	0,200	0,1250	511	60,3	804	41,5
0,550	0,450	0,180	0,1362	555	64,0	784	41,7
0,600	0,400	0,160	0,1440	597	66,2	766	40,6
0,650	0,350	0,140	0,1480	617	67,3	758	42,8
0,700	0,300	0,120	0,1470	607	66,0	748	41,8
0,750	0,250	0,100	0,1439	540	62,5	741	42,0
0,800	0,200	0,080	0,1280	441	56,6	737	43,7
0,850	0,150	0,060	0,1084	291	46,4	713	41,6
						Mittelwert	42,2

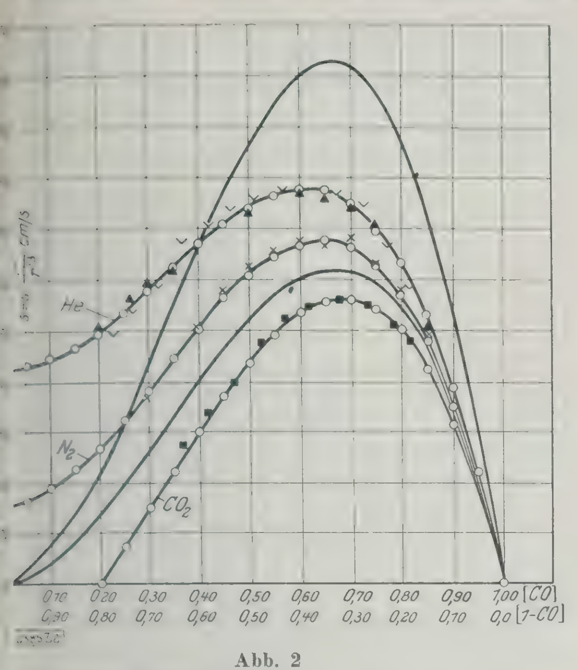


Abb. 2

Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Flamme für Gemische von CO und O_2, bei denen 40 vH des Gemischanteils [1 – CO] aus intertem Gas besteht.

× N_2 ▲ He ∨ Ar ■ CO_2

…gung des früher ermittelten Wertes von $k = 691$ dar; …inien darunter entsprechen dem Verlauf nach Gl. (5). …eingetragenen Versuchspunkte zeigen, daß die Abwei…ng von Gl. (5) mit zunehmendem Anteil an inertem …erheblich zunimmt und die Unterschiede im Einfluß der …lnen Gase, die durch die verschiedenen physikalischen …schaften bedingt sind, stärker fühlbar werden.

Bestimmt man für die Punkte einer Versuchsreihe $= s/a\,[CO]^2\,[1 - CO]$, so müßte dieser Wert unveränder…lund gleich dem für reine CO-O_2-Gemische gefundenen …e $k = 691$ sein, wenn Gl. (5) befolgt wird. Aus Zahlen…fe 1 ersieht man, daß k_1 sich diesem Wert um so mehr …hrt, je geringer der Teildruck des inerten Gases im …sch ist. *Stevens* setzt daher den Einfluß der inerten …s auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit proportional …m Teildruck $[G_i]$ und berücksichtigt ihn, indem er …5) ein weiteres Glied anfügt:

$$s = k\,[CO]^2\,[1 - CO]\,a + \beta\,[G_i] \quad \ldots \quad (6)$$

…Proportionalitätsfaktor β berechnet sich aus den durch …uch gefundenen Werten von s zu:

$$\beta = \frac{s - k\,a\,[CO]^2\,[1 - CO]}{[G_i]} = \frac{s - 691\,a\,[CO]^2\,[1 - CO]}{G_i} \quad (7).$$

…den Versuchsreihen mit dem Anteil $(1 - a) = 0{,}4$ an …em Gas ergeben sich als mittlere Werte

…ür	Ar	He	N_2	CO_2
	$\beta = 111$	109	42	$-41{,}8$.

…lentafel 2. Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Flamme in Gemischen aus CH_4 und O_2.

Teildrücke $[C_{}H_4]$ …t	$[CO_2]$ at	$[CH_4]\,[O_2]^2$	$s' = \frac{r'}{t}$ cm/s	$s = s'\,\frac{r^3}{r'^3}$ cm/s	$k_1 = \frac{s}{[CH_4]\,[O_2]^2}$
…040	0,860	0,1035	3347	430	4155
…070	0,830	0,1169	4536	488	4172
…000	0,800	0,1280	5156	554	4326
…030	0,770	0,1362	6048	596	4375
…061	0,739	0,1425	6098	610	4280
…091	0,709	0,1460	6359	615	4212
…010	0,690	0,1476	6586	622	4212
…020	0,680	0,1478	6636	621	4200
…033	0,667	0,1478	6714	623	4213
					Mittel 4240
…046	0,654	0,1478	6586	598	4044
…081	0,619	0,1457	4988	426	2903
…025	0,575	0,1411	2808	188	1333
…075	0,525	0,1308	1308	102	780

Der negative Wert von β läßt erkennen, daß CO_2 die Geschwindigkeit gegenüber Gl. (5) herabsetzt, während alle übrigen untersuchten Gase in diesem Sinn einen beschleunigenden Einfluß ausüben. Der nach Gl. (6) errechnete Verlauf ist in Abb. 2 durch die mit kleinen Kreisen bezeichneten Kurven dargestellt. Innerhalb des Bereiches der Versuchswerte geben die Linien den wahren Verlauf gut wieder, während in der Nähe der unteren Zündgrenze durch das zusätzliche Glied eine zunehmende Abweichung auftreten muß. Bemerkenswert ist, daß die beiden inerten Gase Ar und He einen gleich starken Einfluß auf die Fortplanzungsgeschwindigkeit ausüben, obwohl sich die Werte ihrer Wärmeleitfähigkeit wie 1 : 8,5 verhalten. Die Werte ihrer spezifischen Wärme hingegen sind gleich, da beide einatomig sind.

In der weiteren Arbeit behandelt *Stevens* den

Einfluß der Zumischung von Methan

zu CO-O_2-Gemischen. Die Verbrennungsgeschwindigkeit von CO wird bekanntlich durch die Gegenwart von Wasserdampf stark beeinflußt. Nach den früheren Versuchen ändert der Wasserdampfzusatz die Größe von s lediglich in der Weise, daß in Gl. (3) nur die Konstante k einen andern Wert annimmt. Der katalytische Einfluß des Wasserdampfes bei der Verbrennung von CO beruht nach *Nernst* in einer Zwischenreaktion nach dem Wassergasprozeß. Da sich die Versuche allein durch die Bedingung für den dreimolekularen Gesamtvorgang $2\,CO + O_2 = 2\,CO_2$ in Gl. (3) darstellen lassen, folgt, daß die Zwischenreaktionen die Gesetzmäßigkeiten der kinetischen Verhältnisse bei der Gesamtumwandlung nicht verändern können, daß vielmehr nur die Werte der Geschwindigkeit in einem konstanten Verhältnis beeinflußt werden. Dieses ist durch die Änderung des Wertes k bestimmt. Der Umstand, daß möglicherweise auftretende Zwischenreaktionen ausschließlich die Konstante k verändern, läßt vermuten, daß das Verhalten der Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Gemischen, die mehrere brennbare Bestandteile enthalten, mit Erfolg nach dem von *Stevens* angegebenen Verfahren dargestellt werden kann.

Die Versuche wurden an Gemischen des zusammengesetzten Brenngases [F] mit Sauerstoff $[O_2]$ durchgeführt.

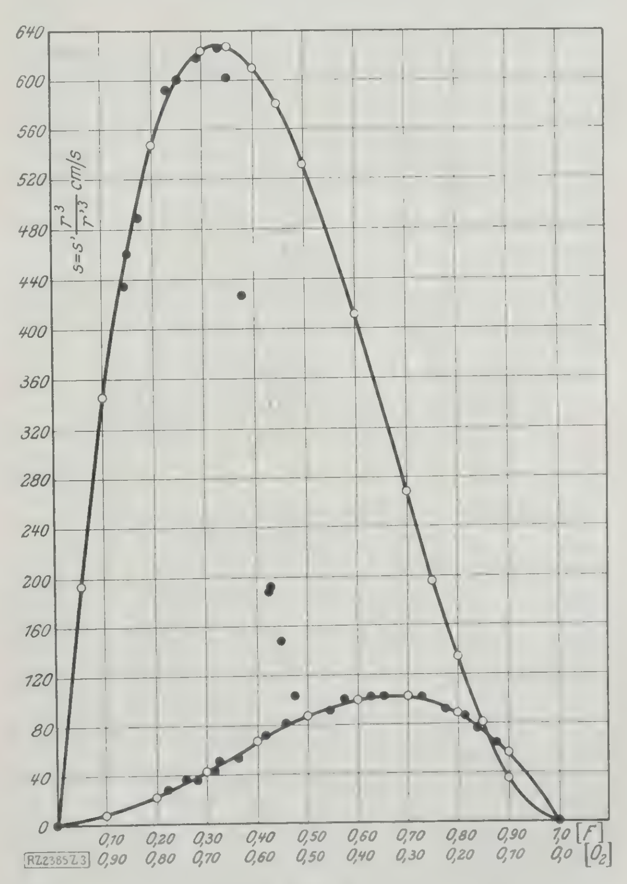


Abb. 3

Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Flamme in Gemischen aus CH_4 mit O_2 (obere Linie) und in Gemischen aus CO und O_2 (untere Linie).

Zahlentafel 3. Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Flamme in einem Gemisch aus Brenngas *F* (50 Teile CH_4 und 50 Teile CO) und O_2.

Teildrücke *F* at	Teildrücke O_2 at	$[F]^{1,33}\,[O_2]^{1,67}$	$s' = \frac{r'}{t}$ cm/s	$s = s'\,\frac{r^3}{r'^3}$ cm/s	$k_1 = \frac{s}{[F]^{1,33}\,[O_2]^{1,67}}$
0,175	0,825	0,0714	1579	223	3125
0,225	0,775	0,0898	2365	281	3128
0,275	0,725	0,1050	2879	325	3097
0,325	0,675	0,1163	3691	372	3198
0,375	0,625	0,1238	4148	395	3191
0,425	0,575	0,1272	4347	409	3215
0,473	0,527	0,1268	4073	400	3160
					Mittel 3159
0,485	0,515	0,1262	3467	340	2697
0,498	0,502	0,1253	3568	336	2675
0,508	0,492	0,1243	3504	330	2659
0,521	0,479	0,1229	3455	311	2532
0,532	0,468	0,1215	3019	263	2164
0,555	0,445	0,1182	2530	219	1852
0,606	0,394	0,1084	1165	104	956

Als Brenngas wird ein Gemisch aus CO und CH_4 in verschiedenen Verhältnissen benutzt. Für jede gewählte Zusammensetzung von [F] werden die Geschwindigkeiten über den gesamten Bereich der Gemische [F] und $[O_2]$ ermittelt. Zunächst werden die Werte von k für die reinen Gemische mit CO oder CH_4 bestimmt. $k_{CO} = 691$ ist bereits bekannt. Für CH_4-O_2-Gemische folgt aus der Reaktionsgleichung

$$CH_4 + 2\,O_2 = CO_2 + 2\,H_2O$$

die Fortpflanzungsgeschwindigkeit

$$s = k_{CH_4}\,[CH_4]\,[O_2]^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (8)$$

mit dem Höchstwert für das theoretische Gemisch:

$$s_{max} = k_{CH_4}\,[0{,}333]\,[0{,}667]^2 .$$

Die Versuchswerte sind in Zahlentafel 2 und Abb. 3 zusammengestellt. In Abb. 3 ist zum Vergleich der Verlauf von v für Gemische mit CO eingezeichnet. Als mittlerer Wert ergibt sich $k_{CH_4} = 4240$. Abb. 3 läßt erkennen, daß die beobachteten Werte von s nur im Gebiete des Sauerstoffüberschusses der Gleichung (8) folgen. Diese Erscheinung hat *Stevens* bei allen Kohlenwasserstoffe enthaltenden Brenngasen beobachtet, und zwar in um so stärkerem Maße, je höher der Gehalt an Kohlenwasserstoffen im Gemisch ist. Er nimmt an, daß diese Abweichung mit dem Auftreten einer endothermen Reaktion, wie der Wassergasreaktion, zusammenhängt.

Die Ermittlung von k_F für ein zusammengesetztes Brenngas sei für ein Gemisch aus 5 vH CH_4 und 95 vH CO im Brenngas erläutert. Die Verbrennungsgleichungen lauten:

$$\begin{aligned} 0{,}95\ CO \;\; + 0{,}475\ O_2 &= 0{,}95\ CO_2 \\ 0{,}05\ CH_4 + 0{,}1\ \ O_2 &= 0{,}05\ CO_2 + 0{,}1\ H_2O \\ \hline 1 \quad F \;\; + 0{,}575\ O_2 &= 1 \quad CO_2 + 0{,}1\ H_2O \end{aligned}$$

Zahlentafel 4. Zusammensetzung des Bren[...]stoffes *F*, berechnete und beobacht[...] Werte von *k* und Mischungsverhältni[...] für s_{max}.

Teildrücke im Brennstoff CO at	Teildrücke im Brennstoff CH_4 at	Teildrücke im Gemisch für Höchstwerte von *s*: *F* at	Teildrücke im Gemisch für Höchstwerte von *s*: O_2 at	k_F beobachtet	k_F berec[...]
1,00	0,00	0,667	0,333	694	..
0,95	0,05	0,637	0,363	1103	105[...]
0,90	0,10	0,625	0,375	1483	136[...]
0,80	0,20	0,557	0,443	2054	192[...]
0,70	0,30	0,513	0,487	2476	241[...]
0,60	0,40	0,476	0,524	2899	282[...]
0,50	0,50	0,444	0,556	3180	318[...]
0,40	0,60	0,417	0,583	3505	349[...]
0,30	0,70	0,393	0,607	3794	377[...]
0,20	0,80	0,370	0,630	4034	403[...]
0,10	0,90	0,351	0,649	4177	424[...]
0,00	1,00	0,333	0,667	4250	..

Da die Gesamtreaktion wie die Einzelreaktion dreimolek[...] ist, so folgt:

$$1{,}91\ F + 1{,}09\ O_2 = 1{,}91\ CO_2 + 0{,}191\ H_2O$$

und damit

$$s = k_F\,[F]^{1,91}\,[O_2]^{1,09} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Hieraus ergibt sich als Höchstwert von s

$$s_{max} = k_F\,[0{,}637]^{1,91}\,[0{,}363]^{1,09} .$$

Aus den Versuchen folgt als Mittelwert $k_F = 1103$.

Für Gemische mit gleichen Anteilen von CO und [...] im Brenngas sind in Zahlentafel 3 die Versuchswerte [...]dergegeben. In Zahlentafel 4 sind für die verschiede[...] untersuchten Zusammensetzungen des Brenngases die W[...] k_F und die Gemischanteile [F] und $[O_2]$, für die die höc[...] Fortpflanzungsgeschwindigkeit eintritt, zusammengest[...] Trägt man in einem Diagramm die Werte von k_F über [...] zu s_{max} gehörenden Gemischanteilen [F] bzw. $[O_2]$ auf[...] liegen die Punkte mit guter Annäherung auf einer Gera[...] zwischen den Werten k_{CO} und k_{CH_4}. Ihre Neigung er[...] sich zu:

$$C = \frac{k_{CH_4} - k_{CO}}{[F]_{CO} - [F]_{CH_4}} = 11\,270 .$$

Berücksichtigt man noch, daß die Gerade die Abszis[...]achse bei $[F] = 0{,}728$ schneidet, so lautet ihre Gleich[...]

$$k_F = 11\,270\,(0{,}728 - [F]) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Mit dieser Beziehung kann man die Fortpflanzungsgesch[...]digkeit der Flamme für alle Gemische mit O_2, bei denen [...] Brenngas in beliebigem Verhältnis aus CO und CH_4 zus[...]mengesetzt ist, berechnen, indem man Gl. (9) in der [...]gemeinen Form

$$\underline{s = k_F\,[F]^{n_1}\,[O_2]^{n_2}}$$

anwendet. Die auf diesem Wege berechneten Geschwin[...]keiten passen sich den durch Versuch beobachteten im [...]reiche des Sauerstoffüberschusses gut an. [M 238[...]

Einfluß der Länge der Saugleitung bei Verbrennungsmotoren

A. Capetti[1]) hat einige Untersuchungen über die Änderung des volumetrischen Wirkungsgrades von Vierzylindermotoren beim Verändern der Länge der Ansaugleitung durchgeführt, aus denen sich ergibt, daß man durch richtige Wahl der Rohrlänge nicht nur den Saugverlust ausgleichen, sondern darüber hinaus bei niedriger Drehzahl sogar eine Überladung des Zylinders mit Gemisch erreichen kann. Allerdings nimmt diese günstige Wirkung der Rohrlänge auch mit steigender Motordrehzahl ab, doch kann man unter Umständen Vorteile in weiteren Bereichen der Drehzahl erzielen[2]). Die Möglichkeit, gerade bei niedriger Motordrehzahl starke Zylinderfüllungen zu erreichen, scheint jedenfalls durch das Durchziehen des Motors erwünscht. Die Versuche hatten unter anderm folgende Ergebnisse:

[1]) Annali della R. Scola d'Ingeneria di Padova, vergl. Automotive Industries Bd. 60 (1929) S. 582.

[2]) Das Gleiche haben frühere Versuche von *R. Matthews* und *R. W. Gardiner* gezeigt, Vergl. Technical Note Nr. 180 (1924) National Advisory Committee for Aeronautics.

Länge der Leitung mm	Volumetr. Wirkungsgrad bei 1000 U/min vH	Volumetr. Wirkungsgrad bei 1400 U/min vH	Mittlerer nutzbarer Ko[...]druck bei 1000 U/min at	Mittlerer nutzbarer Ko[...]druck bei 1400 U/[...] at
0	88	72	5,11	4,2
350	94	78	5,32	4,73
935	104	80	5,4	4,73
1200	104	79	5,64	4,73
1600	100	76	5,81	4,55
2600	99	69,5	5,11	4,34
3900	76	66	4,73	4,2

Die Zahlentafel zeigt, daß der Einfluß der Rohrl[...] bei höheren Drehzahlen bedeutend geringer wird, aber [...] nicht ganz verschwindet. Er beruht auf der Resonanz [...]schen den Druckschwankungen und der Eigentonhöhe [...] Saugleitung, den schon *Voissel*[3]) auch rechnerisch u[...]sucht hat, der aber bei Vielzylindermotoren zu verwi[...] ist, als daß er anders als durch Versuche geklärt we[...] könnte. [N3002]

[3]) Vergl. Forschungsarbeiten, Heft 106, Z. Bd. 56 (1912) S. 720.

ehandlung und Bewertung von flüssigen Brennstoffen

Von Prof. Dr. AUFHÄUSER, Hamburg

len Vorträgen der Internationalen Brennstoff-Konferenz, London 1928[1])

Von den zahlreichen Beiträgen zur Gruppe F dieser Konferenz sind hier einige ausführlicher besprochen, die auch für unsern Verein wichtig sind und Neues enthalten.

er Bericht von *Lubbock* über

agerung, Behandlung und Transport von flüssigen Brennstoffen

sich zwar nur auf Erdölprodukte und auf englische d amerikanische Verhältnisse, seine Ausführungen n aber auf alle flüssigen Brennstoffe, also auch auf ir Deutschland wichtigen Erzeugnisse des Steinkohlenr Anwendung finden.

anz abgesehen von der „Brennbarkeit“ bestehen hen wässerigen und öligen Flüssigkeiten tiefgreifende schiede der Eigenschaften. Wer mit flüssigen Brennn zu tun hat, empfindet es häufig als Übelstand, daß die verschiedenen Arten auf Grund einer Überliefe bezeichnet, die weder sachlich noch übersichtlich ist. die Unterscheidung in leichtes und schweres Öl ist u allgemein; vollends aber bei den Heizölen herrscht urcheinander von Bezeichnungen.

ußer Benzin kennt man gegen drei Arten von flüssi Brennstoffen:

	spez. Gewicht	°Beaumé
Gasöl	0,84/0,86	36/32 °
Dieselöl . . .	0,86/0,90	32/27 °
Heizöl	0,88/0,96	29/16 °

a die meisten Dieselmotoren mit Gasöl betrieben werso kann Dieselöl nur ein Öl zwischen Gasöl und Heizöl ten. Die leichtesten Heizöle aus Niederländisch-Indien dz. B. nicht verschieden von den schwersten Gasölen. lich richtig wäre allein die Unterscheidung in Destile und Destillationsrückstände. Diese würden auch die le umfassen, allerdings nicht als reine Rückstände, rn vermischt mit hochsiedenden Destillaten.

Lagerung

m Gegensatz zu den Kohlen kann man flüssige Brennf viel leichter lagern, besonders an Bord, wo man dafür ch die Doppelböden der Schiffe benutzt. Eine Schwiekit ergibt sich hierbei dadurch, daß der Begriff Feuerfärlichkeit ziemlich wahllos ausgelegt wird. Die deut Bestimmungen schreiben vor, daß der Flammpunkt eschlossenen Prüfapparat) nicht unter 65 ° liegen soll. len Gasölen ist der Flammpunkt mindestens um 10 ° und erst recht bei den Heizölen. In Amerika nennt aber leichte Heizöle solche mit einem niedrigsten ampunkt von 43 ° und mittlere Heizöle solche mit 52 °. ngland unterscheidet man zwischen den Vorschriften Petroleum Act“ und der „Lloyd's Rules for the Burand Carrying of Oil Fuel“; letztere beziehen sich ausßlich auf Dieselmotoren-Treiböle und auf Heizöle.

ie flüssigen Brennstoffe sind nicht so feuergefährlich, nan oft annimmt, und es ist unbegründet, wenn man nkte Tankanlagen den Tankanlagen über der Erde eht. Man kann die Tanks sogar über der Feuerung dem Motor anordnen. Das hat den Vorteil, daß der blickliche Bedarf an Brennstoff ohne Pumpen zu kann. Für die Sicherheit der Tankanlagen gelten de Regeln:

efindet sich der Tank innerhalb eines Gebäudes, so r mit einem öldichten Auffanggraben umgeben werder etwa 80 vH des Tankinhalts aufnehmen kann.

m Drucksteigerungen bei raschem Auffüllen zu vern, soll jeder Tank mit einem Entlüftungsrohr ver sein. Dieses muß ins Freie münden und am Ende inem Drahtsieb bedeckt sein.

st mit scharfem Frost zu rechnen, so verwende man le aus Stahlguß und isoliere sie. Das Gleiche gilt ie ganze übrige Ausrüstung, wie Deckel, Stutzen usw. roße Tanks von 100 t Inhalt schützt man gegen einen des Hauptventils durch ein Bodenventil, das sich von betätigen läßt.

Stehen große Tanks auf schlechtem Untergrund, so soll in die Hauptrohrleitung ein biegsames Zwischenstück eingeschaltet werden.

An einigermaßen großen Tanks soll man niemals Standgläser anbringen. Diese sind auch bei kleineren Tanks für unmittelbaren Verbrauch nur mit Vorsicht verwendbar.

Die großen Ölgesellschaften und Verbraucher, die das Öl in Schiffsladungen erhalten, benutzen die bekannten zylindrischen Stahltanks. Diese Form empfiehlt sich für Inhalte von mehr als 100 t. Jeder Tank soll auf Pfählen oder auf einer Schicht von Steinschlag ruhen, deren Dicke von der Natur des Bodens abhängt. Zuoberst liegt eine Schicht von reinem Sand, auf die man die Bodenplatten aufsetzt. Noch besser ist eine Grundplatte aus Beton, ebenfalls mit einer dünnen Sandschicht bedeckt. Neue Tanks füllt man zunächst mit Wasser und beobachtet sie sorgfältig, solange sie sich setzen. Bei kleineren Tanks, insbesondere solchen für den Tagesbedarf, ist man in der Form weniger beschränkt. Sie können zylindrisch sein, z. B. alte Dampfkessel, oder rechteckig, wenn sie gut versteift und gut gelagert werden.

Besonders von kleineren Tanks behaupten manche Fachleute, sie seien überhaupt nicht völlig abzudichten. Sicher sind geschweißte Tanks besser als genietete. Für diese schreibt Lloyd doppelte Nietung vor. Man kann aber auch Beton als Baustoff verwenden, nur muß man die Innenfläche mit einem widerstandfähigen Zement 15 bis 25 mm dick überziehen.

Kleinere Tanks aus Beton sollen nur in den Boden eingelassen werden, wenn es nicht anders geht. Der Boden soll dann auf Humussäuren usw. geprüft und die Außenseite des Tanks mit einem Schutzanstrich aus Bitumen o. ä. versehen werden.

Behandlung

Zweck des Vorwärmens kann sein:

1. Erleichterung der Pumparbeit.
2. Beschleunigen der Verbrennung in Feuerungen oder Motoren.
3. Entfernen des Wassers durch Absetzen oder Ausschleudern des erwärmten Öls.

In den meisten Fällen verwendet man Dampfschlangen. Für ihre Berechnung sind maßgebend: die spezifische Wärme des Öles, die im Mittel 0,5 beträgt und bis 0,45 bei schwereren Ölen abnimmt; die Wärmedurchgangszahl der Heizschlange mit 100 kcal/m² h °C und die Wärmeverluste durch Leitung und Strahlung, die je nach Standort des Tanks, Windstärke, Außentemperatur und Art der Tankoberfläche verschieden sind. Bis zu Temperaturen von 38 ° im Tank kann man diesen Verlust mit 5 kcal/m² h ° veranschlagen. Darüber hinaus nehmen die Verluste mit der Temperatur ähnlich zu wie bei einer nackten Dampfleitung.

Man braucht überschläglich 0,03 bis 0,05 m² Heizfläche für 1 t Öl, wobei die größeren Werte für abnehmende Tankgröße gelten.

Um das Öl unmittelbar vor dem Verbrennen vorzuwärmen, benutzt man Röhrenerhitzer. Sie sollen so nahe wie möglich an der Feuerung oder am Motor angebracht sein, und ihre Heizleistung muß genau mit dem Brennstoffverbrauch abgestimmt werden. Für kleine Anlagen und Temperaturen unter dem Flammpunkt, also bis zu rd. 70 °, baut und berechnet man diese Vorwärmer ähnlich wie Speisewasservorwärmer; soll aber sehr dickflüssiges Heizöl zerstäubt werden, so muß man es unter Druck vorwärmen. Solche Vorwärmer gibt es für Temperaturen von 50 bis 150 °[2]). Elektrisches Anwärmen kann bei unterbrochenem oder schwankendem Betrieb vorteilhaft sein.

Der Wassergehalt von Ölen schwankt von Spuren bis zu 1 vH in schwerem Heizöl. Bildet das Wasser mit dem Öl eine vollständige Emulsion, so schadet es im Ölbrenner gar nicht. Jedes Öl neigt aber dazu, Wasser und in Verbindung damit Schlamm abzusetzen. Am einfachsten ist es daher, wenigstens einmal im Monat vom Boden des Tanks Wasser und Schlamm abzuziehen und einmal im Jahr den Tank zu entleeren und zu reinigen. Außerdem benutzt man Ölsiebe; diese sollen aber nicht am Bodenventil angebracht sein. Vielmehr empfiehlt es sich, ein gröberes Sieb in die Hauptleitung zum Tank und feinere Siebe in die Leitungen vom Tank zu den Verbrauchstellen einzubauen.

In England werden flüssige Brennstoffe immer nach Gewicht verkauft. Die Wägung, z. B. von Kesselwagen, ist daher immer das einfachste Mittel zum Überwachen von Lieferungen. Die Menge in einem Tank mißt man in be-

[1]) Die gesammelten Transactions of the Fuel Conference, London eutsche, englische und französische Beiträge), 3 Bände in rd. , sind zum Preise von 245 ℛℳ von der VDI-Buchhandlung, Berlin Ingenieurhaus, zu beziehen.

[2]) *W. L. Badger*, Heat Transfer and Evaporation, *Morris* und *Whitman*, Heat Transfer for Oils and Water in Pipes. Industrial & Engg. Chemistry Bd. 20 (1928) S. 234.

kannter Weise mittels der Standhöhe. Die Genauigkeit der Ablesung beträgt hierbei rd. 2,5 mm.

Sehr bemerkenswert ist die Mengenfeststellung im Tank mittels des „Pneumercator“. Am Boden des Tanks ist eine Tauchglocke angebracht, die zum Teil mit Luft gefüllt ist. Steigt das Öl im Tank, so steigt auch der Druck der eingeschlossenen Luft, der mittels eines Quecksilbermanometers gemessen wird. Jede Höhe der Quecksilbersäule entspricht einem bestimmten Gewicht an Öl. Man braucht also keine Berichtigung für das spezifische Gewicht.

Für die Messung des Ölverbrauchs sind Geräte nach Art der Wasseruhren gut brauchbar. Ihre größte Genauigkeit beträgt ± 1 vH. Aber auch mit Fehlern bis zu 2 vH leisten sie gute Dienste, weil sie eine einfache Möglichkeit bieten, die Schwankungen im Verbrauch zu verfolgen.

Zum Fortleiten von Heizölen sind Duplex-Dampfkolbenpumpen, Ein- oder Mehrzylinderpumpen, mit Riemen- oder Zahnradantrieb, Kapsel- oder Handpumpen in Gebrauch. Kreiselpumpen kommen nur für sehr dünne Öle (Gasöle) in Betracht. Sie sind daher selten, weil die Pumpen für die ungünstigsten Witterungsverhältnisse entworfen werden, bei denen selbst leichte Heizöle für Kreiselpumpen zu dickflüssig würden.

Die Duplex-Dampfpumpe ist, insbesondre für schwere Öle, am meisten verbreitet. Sie ist einfach und im Betrieb zuverlässig, hat aber hohen Dampfverbrauch, z. B. bei 5,25 at Gegendruck 12,5 kg Dampf für 1 t Öl. Womöglich soll man daher ihren Abdampf verwerten. Für die Kolben wird besonders dichtes Gußeisen und für die Kolbenstangen Stahl verlangt. Die Zylinderbüchsen sollen aus Rotguß bestehen; die Sitzflächen der Ventile sind möglichst groß zu bemessen. Bei größeren Pumpen ist ein Windkessel vorteilhaft.

Durch Getriebe oder Riemen angetriebene Tauchkolbenpumpen eignen sich besonders für hohe Gegendrücke. Man treibt sie neuerdings gern mittels Dieselmotoren, bei kleineren Anlagen auch mittels Elektromotoren an. Für Wechselstrom sind Schleifringmotoren erwünscht, die man gut regeln kann. Dasselbe gilt von Kapselpumpen, die sich für záheste Öle eignen. Man verwendet sie vorzugsweise für kleinere Fördermengen, z. B. zum Auffüllen von Tagestanks oder bei Ölfeuerungen in Verbindung mit Vorwärmern. In England ist die Feuerherdpumpe, z. B. auf Tankschiffen, verbreitet; man treibt sie über ein Schneckengetriebe vom Elektromotor oder Dieselmotor an.

Zum Berechnen des Druckhöhenverlustes, der die Pumpenleistung bestimmt, dient die *d'Arcysche* Gleichung

$$h = \frac{4 f l v^2}{2 g d}$$

(h = Druckhöhenverlust, f = Reibungszahl, l = Länge der Rohrleitung, v = Geschwindigkeit des Öles, d = Durchmesser der Rohrleitung).

Die Reibungszahl f ist eine Funktion der *Reynoldsschen* Zahl $\frac{d v \sigma}{\mu}$ (σ = spez. Gew., μ = kinematische Zähigkeit). Für Öle kann man aus vorhandenen Zahlentafeln den Wert von f für laminare oder turbulente Strömung für eine gegebene *Reynoldssche* Zahl entnehmen. Bei schwerer flüssigen Ölen kann man stets mit laminarer Strömung rechnen. Die Berechnung der *Reynoldsschen* Zahl stößt aber auf erhebliche Schwierigkeiten, weil man selten die kinematische Zähigkeit, vielmehr nur die Viskosität eines Öles in einem der verschiedenen Maße (*Engler, Redwood, Saybolt*) kennt. Diese Schwierigkeit läßt sich aber umgehen, wenn man beachtet, daß das Produkt aus *Reynoldsscher* Zahl und Reibungszahl für laminare Strömung konstant ist. Man erhält so als Druckhöhenverlust für je 100 m Rohrlänge $h = \frac{0{,}0026\, v E}{d^2}$ mit der Grenzbedingung $\frac{51\, d v}{E} < 1$, für $E > 13°$, wenn v die Geschwindigkeit in m/s, d den Rohrdurchmesser in m und E die Zähflüssigkeit des Öls in Englergraden bedeutet.

W. A. Ostwald sprach über

Anforderungen des Kraftfahr- und Flugzeugwesens an die flüssigen Brennstoffe.

Das spezifische Gewicht des Benzins hat in der Entwicklung dieses Betriebstoffes eine bedeutende Rolle gespielt. Noch heute ist es ein selbstverständlicher Gegenstand der Untersuchung. Aber das spezifische Gewicht erlaubt weitere Schlüsse, insbesondere auf die Flüchtigkeit, nur wenn man Benzine von gleicher Herkunft vergleicht. Erwünscht ist, daß Betriebstoffe wasserklar und farblos sind. Aber eine schwache Gelbfärbung ist nicht schädli[...] zumal die Menge der färbenden Stoffe sehr gering ist. [...] technische Benzin ist niemals chemisch rein und v[...] ständig einheitlich, es enthält daher immer Stoffe, die s[...] beim Lagern und insbesondre beim Belichten färben könn[...]

Maßgebende Eigenschaften eines Brennstoffs für Kra[...] wagen sind

1. Flüchtigkeit,
2. Reinheit,
3. Verbrennung.

Die Flüchtigkeit erkennt man aus dem Siedeverla[...] Da die Siedelinien nicht anschaulich genug sind, so [...] *Ostwald* für den praktischen Gebrauch die Kennziffer e[...] geführt, die die mittlere Siedetemperatur angibt. Man [...] hält sie, indem man beim Destillieren die übergehend[...] Raumteile von 5 bis 95 vH in Abständen von je 10 vH v[...] vermerkt, die zugehörigen Temperaturen zusammenzählt [...] ihr Mittel bildet. Für die leichtesten Benzine ist die Ke[...] ziffer kleiner als 120 °, für Benzol beträgt sie 100 °, für [...] wöhnliches Kraftwagenbenzin bis 130 °. Über 130 ° hal[...] schwere Betriebstoffe.

Bei Siedelinien ist besonders die Steigerung ansch[...] lich. Wenn sie zunimmt, so nimmt die Verbrennun[...] geschwindigkeit ab. Am bedenklichsten sind imn[...] Sprünge in der Siedelinie; sie ergeben sich besonders [...] unrichtigen Gemischen.

Die Reinheit eines Brennstoffes bezieht sich vor all[...] auf seine Neigung, zu verpichen oder zu verharren, und [...] Schwefelgehalt. Die Neigung zum Verpichen und V[...] harzen, die besonders an den Ventilen stört, erfaßt m[...] durch den Schwefelsäure-Test. Konzentrierte Schwe[...] säure löst solche Stoffe auf, während sie reine Benz[...] Kohlenwasserstoffe nicht angreift. Den Maßstab bildet [...] Gelbfärbung der Säure, wofür der Benzol-Verband e[...] Farbenreihe aufgestellt hat.

Der Schwefelgehalt von gut gereinigtem Benzol o[...] Benzin liegt unter 0,1 vH. Schwefel wirkt nur dann sch[...] lich, wenn sich die bei der Verbrennung entstehe[...] schweflige Säure zusammen mit Wasserdampf auf Met[...] teilen niederschlägt. Die schädliche Wirkung des Sch[...] fels hängt also nicht unmittelbar mit seiner Menge [...] sammen, sondern noch mehr mit Temperatur und Geschw[...] digkeit der Verbrennung.

Die Art der Verbrennung wird in erster Linie du[...] den chemischen Aufbau bestimmt. Nachteilig sind R[...] bildung und die Neigung zum Klopfen. Ruß bildet s[...] wenn das Verhältnis Wasserstoff: Kohlenstoff abnim[...] Benzole rußen deshalb leichter als Benzine, in Misch[...] mit Benzin oder Alkohol nimmt aber auch bei Benzol [...] Neigung, zu rußen, ab. Praktisch rußfrei verbrennen [...] sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffe, wie Spiritus.

In bezug auf die Neigung zum Klopfen verhalten [...] die Brennstoffe umgekehrt. Das wasserstoffarme und sy[...] metrisch aufgebaute Benzol klopft weniger leicht als [...] wasserstoffreiche Benzin. Ebenso ist die Neigung z[...] Klopfen gering bei Brennstoffen, die Sauerstoff enthal[...] So wichtig gerade beim Klopfen der chemische Aufbau [...] gibt es doch kein Verfahren, um hier eine Norm [...] schaffen. Entscheidend ist vielmehr der Versuch, [...] besondere im Motor mit veränderlichem Verdichtungsg[...]

Der Krackprozeß

nahm in den Vorträgen einen breiten Raum ein, [...] besondre nannte *Egloff* das Kracken eine „univers[...] Quelle für Motorenbetriebstoffe“. Die Bedeutung des V[...] fahrens ist bekannt[3]); seine Anwendbarkeit auf schw[...] Öle sowie auf bituminöse Schiefer, Asphalt, pflanzli[...] und tierische Öle usw. gestattet, es als das vielseitigste V[...] fahren zur Gewinnung von Betriebstoff zu bezeichnen.

Eine andre Frage aber ist die der Ausbeute und [...] Kosten. Immer handelt es sich darum, aus hoch-m[...] kularen Verbindungen durch thermische Zersetzung nied[...] molekulare, einfachere Kohlenwasserstoffe zu gewin[...] Das ist aber nur möglich, wenn ein Teil des Öles bei [...] Zersetzung in Kohlenstoff und Wasserstoff oder einfa[...] gasförmige Kohlenwasserstoffe übergeht. Gewiß gibt [...] für Wasserstoff sehr viele Verwendungen. Trotzdem [...] scheidet über den Krackprozeß technisch und wirtschaft[...] die chemische Bilanz, d. h. Art und Menge aller [...] wonnenen Stoffe. Über diesen Punkt gingen aber [...] Redner leicht hinweg. Sie betonten die Ausbeute und [...] Güte der gewonnenen Leichtöle ohne mitzuteilen, mit [...] chen Opfern dies erreicht wird. [M 267[...]

[3]) Z. Bd. 69 (1925) S. 759.

R U N D S C H A U

Holzbearbeitung

Neuere Forschungen

n den letzten Jahren ist im Versuchsfeld für Werkzeug-·inen und Fertigungsverfahren der Technischen Hoch-· Dresden, dem auch eine Abteilung für Holzbearbei-·angegliedert ist, eine Reihe wertvoller Untersuchungen ·führt worden, über die Prof. Dr.-Ing. *E. Sachsenberg* in ·eitschrift „Maschinenbau"[1]) ausführlich berichtet. Die ·ten beziehen sich zunächst auf Sägen, Bohren, Lang-·äsen, Hobeln und Stanzen. Eine der größten Schwie-·iten für die Durchführung einwandfreier Versuche lag ·r Eigenart des Werkstoffes an sich. Das Holz als ge-·sener organischer Werkstoff weist Ungleichmäßig-·it des Gefüges auf, die nicht nur zwischen Brettern aus ·hiedenen Stämmen, sondern ebenso sehr zwischen den ·hiedenen Teilen des gleichen Stammes bestehen. Der ·schaltung dieser Einflüsse, die u. a. bedingt sind durch ·a, Wachstumsgeschwindigkeit, Fällzeit usw., wurde be-·re Aufmerksamkeit gewidmet. Mittels Tiefbohrungen, ·ater gleichen Bedingungen an verschiedenen Stellen des ·es vorgenommen wurden, wurden Mittelwerte für ·kstoff-Kennzahlen festgestellt.

Sägen

Von allgemeinster Bedeutung für die Holzbearbeitung ·s Sägen. Die Untersuchungen an Kreissägen[2]) be-·g· sich auf die Ausbildung der Schneide, Schränkung ·d Schnittgeschwindigkeiten.. Für die Zahnform er-·b· sich die günstigsten Verhältnisse bei einem Rücken-·nel von 15 °, möglichst spitzem Schneidenwinkel und ·ie Anschrägwinkel von etwa 45 °. Mit Rücksicht ·f ie Widerstandfähigkeit der Zähne kann man Schneiden-·d Anschrägwinkel nicht beliebig verringern. Für die ·ränkung zeigten die Versuche die niedrigste Lei-·ıısaufnahme für sämtliche Hölzer und Feuchtigkeits-·a· bei 1 mm, mit dem Unterschied, daß dabei die ·ungsaufnahme für das feuchte Holz etwas höher lag. ·e Versuche über die Schnittgeschwindigkeit zeigten ·ere Abhängigkeit zwischen Leistungsaufnahme und Vor-·bkraft.

Bohren

Bei den Bohrversuchen[3]) wurde besonders eingehend der ·trumbohrer untersucht. Bei dieser Bohrerart ·ß· sich konstruktive Änderungen vornehmen, die in ·re Auswirkung auch Rückschlüsse auf andere Bohrer-·te gestatten. Für die Versuche wurden der Bohrdruck ·t 2 kg und die Drehzahl mit 3600 U/min unverändert ge-·lta; gemessen wurde die Änderung des Vorschubes in ·ingigkeit von der Lochtiefe. Von ausschlaggebender ·itung ist die Spanabführung. In der Praxis ist es ·lii, den Bohrer nach einer gewissen Lochtiefe wieder ·r·szuziehen, um die Späne aus der Bohrung abzuführen ·dwieder einzusetzen. Richtig ist, den Bohrer so zu ent-·rn, daß eine reibungslose und genügende Spanabfüh-·n gewährleistet ist. Die Frage der Spanabführung ist ·i Zentrumbohrer am günstigsten gelöst.

Bei geringen Bohrdrücken ist eine Staffelung der ·rhmomentenlinie entsprechend der Härte der ·i·r zu beobachten. Will man wirtschaftlich arbeiten, so ·so erforderlich, den Bohrdruck dem vorliegenden Werk-·f entsprechend zu wählen. Die größte Wirtschaftlich-·itist auch in dieser Beziehung dem Zentrumbohrer zu-·sreiben. Nach den Versuchen kommt der Spiralbohrer ·r Holzbearbeitung weniger in Frage. Wahrscheinlich ·ßsich aber durch konstruktive, dem Wesen der Holz-·ieitung angepaßte Änderungen auch mit dem Spiral-·h·r eine bessere Wirtschaftlichkeit erreichen. Hier sei ·l nur das Hinterschleifen der Schneide erwähnt. Bei ·r Feststellung des Einflusses des Bohrerdurchmessers auf ·renoment und Vorschubgeschwindigkeit ergab sich ein ·st inearer Verlauf der Drehmomentenlinie.

n gleicher Weise wurde die Ausbildung des Rücken- ·dSchneidenwinkels an Bohrern untersucht. Ein ganz ·sgeprägter Bestwert ergab sich für den Rückenwinkel, und zwar in Abhängigkeit von der Holzart. Für Fichte lag dieser Wert z. B. bei 25 °, für die meisten andern Hölzer um 40 °. Für den Schneidenwinkel kann man ohne Bedenken in fast allen Fällen mit dem Winkel von 20 ° wirtschaftlich arbeiten.

Eine weitere Versuchsreihe diente der Untersuchung des Bohrens von Sperrholz[4]). Ein wirtschaftliches Arbeiten zur besten Ausnutzung der zugeführten Leistung würde Bohrdrücke von rd. 20 kg erfordern. Das bringt aber einen Nachteil in bezug auf die Güte der Bohrung mit sich. Die mit höheren Bohrdrücken erreichbaren größeren Vorschubgeschwindigkeiten bewirken beim Durchschnitt des Bohrers durch die Platte ein Aussplittern an der Unterseite. Um glatte Löcher zu erhalten, müßte man also den Bohrdruck kurz vor dem Durchschnitt des Bohrers vermindern. Besonders sind auch die Wirkungen der Leimschichten zu beachten. Bereits nach verhältnismäßig wenig Bohrungen zeigte sich eine starke Abnutzung der Bohrerschneide. Für Sperrholzbohrungen kommt daher nur ein ausgezeichneter Werkzeugstahl in Frage, anderseits ist eine Bohrerform geeignet, die sich leicht und genau nacharbeiten läßt.

Fräsen

Das Langlochfräsen[5]) wird besonders in der Bau- und Möbeltischlerei benutzt. Untersucht wurde das Verhalten von Fräsern mit ein, zwei und drei Schneiden. Der einschneidige Fräser erzielte für sämtliche Durchmesser bei kleinstem Drehmoment die größten Vorschübe auf eine Umdrehung. Der für die Spanabführung vorhandene Querschnitt ist ebenfalls beim einschneidigen Fräser am günstigsten und nimmt über den zweischneidigen nach dem dreischneidigen Fräser hin ab. Eine nicht zu kleine Schnittiefe ist besonders auch in Hinsicht auf die Güte der Arbeit von Vorteil; es hat sich gezeigt, daß das Verlaufen des Fräsers durch Anwendung größerer Schnittiefen verhindert wird. Der zweischneidige Fräser ist zwar in der Leistung dem einschneidigen unterlegen, doch scheidet letzterer seiner ungenauen Arbeit wegen aus. Der dreischneidige Fräser ergibt wohl für Durchmesser über 15 mm höhere Spanleistung, verbraucht aber auch entsprechend mehr Energie.

Hobeln

Die Hobelversuche[6]) wurden auf einer Abrichthobelmaschine durchgeführt, um Vorschubkraft und Auflagerdruck genau messen zu können; gearbeitet wurde mit drei verschiedenen Formen von Messerwellen. Wenn auch die Versuche zeigten, daß Hobelleistung und Vorschubkraft mit kleinerem Zuschärfungswinkel geringer werden, so kann man doch praktisch Winkel unter 35 bis 40 ° nicht anwenden, solange kein Werkzeugstahl vorliegt, dessen Schneidhaltigkeit auch für kleinere Winkel noch zufriedenstellend ist. Mit einer Zunahme der Schnittgeschwindigkeit ist eine Senkung des Leistungsbedarfes und der Vorschubkraft verbunden, die bei kleinen Schnittiefen beträchtlicher ist als bei großen. Die Anwendung hoher Vorschubgeschwindigkeiten hat hohe Schnittgeschwindigkeiten oder größere Messerzahl zur Voraussetzung; einfacher ist es, die Schnittgeschwindigkeit zu erhöhen; denn eine größere Zahl von Messern wirklich genau einzustellen, stößt auf erhebliche Schwierigkeiten.

Stanzen von Sperrholz

Zum Schluß sei noch eine Untersuchung aus dem Gebiet der spanlosen Formung erwähnt, die sich auf das Stanzen von Span- und Sperrholzplatten[4]) bezieht. Stanzwerkzeuge, wie sie in der Metallbearbeitung Verwendung finden, zeigten sich ungeeignet, da die Werkzeugwinkel an der Schnittkante zum Aussplittern führten. Gute Erfolge ergaben sich mit einem Werkzeug[7]), bei dem die Schnittkante des Stempels einen Winkel von 75 ° erhielt, die Matrize einen Winkel von 30 °. Die gesperrte Platte erforderte, wohl unter dem Einfluß der Leimschicht, höheren Schnittdruck als die Spanplatten von gleicher Dicke. [N 2481] *Hä.*

[1]) Bd. 7 (1928) S. 1094.

[2]) Vergl. Ausgewählte Arbeiten des Lehrstuhls für Betriebswissen-·en der Technischen Hochschule Dresden, herausgegeben von Prof. ·. *E. Sachsenberg* 3. Band: „Untersuchungen über die den Zer-·ngsvorgang mittels Holzkreissägen beeinflussenden Faktoren", von ·-I·. *Max Meyer*, Berlin 1926, Julius Springer.

[3]) Ebenda Band 4, Dr.-Ing. *W. Osenberg*, „Untersuchung über die den ·nungsvorgang mittels Holzbohrern beeinflussenden Faktoren". ·rl· 1927, Julius Springer.

[4]) Dr.-Ing. *F. Hetzel:* „Über die Bearbeitbarkeit von Spanholzplatten und Sperrholzplatten", Berichte über betriebswissenschaftliche Arbeiten. Bd. 2, (im Druck). Berlin, VDI-Verlag.

[5]) Dr.-Ing. *G. Harnisch:* „Untersuchungen über das Langlochfräsen in Holz unter besonderer Berücksichtigung des Vergleiches der gebräuchlichsten Fräserformen", Berichte über betriebswissenschaftliche Arbeiten, Bd. 2, (im Druck). Berlin, VDI-Verlag.

[6]) Dr.-Ing. *K. Pobbe:* „Untersuchungen über die bei Hobelmaschinen mit umlaufenden Messern auftretenden Komponenten", Berichte über betriebswissenschaftliche Arbeiten, Bd. 2, (im Druck). Berlin, VDI-Verlag.

[7]) DRP ang. H 110 771 XII/38 e.

Eisenbahnwesen

Selbsttätige optische Zugsicherung

Grundzüge der Zugsicherung — Beschreibung des Sende- und Empfangsgerätes — Geschwindigkeitsbegrenzung des fahrenden Zuges mit Hilfe der optischen Signalübertragung — Betriebserfahrungen — Weitere Anwendungsgebiete.

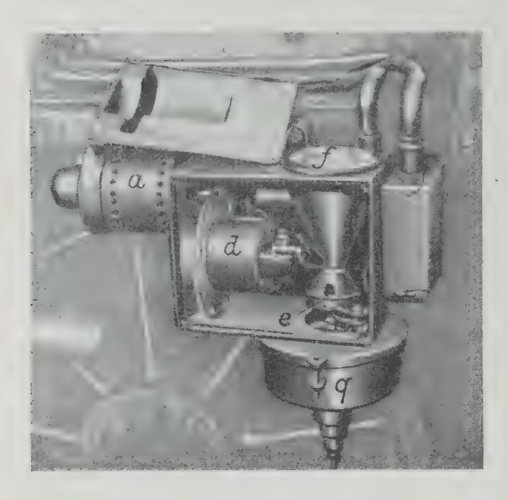


Abb. 1 und **2** Sende- und Empfangsgerät für optische Signalübertragung; links mit abgehobenem Deckel.

a Scheinwerferlampe
d Motor mit Lochscheibe
e Selenzelle
f Linse
q Tachometer



Die zur selbsttätigen Zugsicherung vor Haltsignalen erforderliche Übertragung der Signalstellung (Warnstellung des Vorsignals) auf die fahrende Lokomotive verlangt auf Fernstrecken aus Gründen der Zuverlässigkeit eine Übertragungsform, die, wie z. B. die Fernwirkungen des elektromagnetischen Feldes, nicht an stoffliche Leitungen gebunden ist. In den letzten Jahren haben auch optische Vorgänge mehr und mehr Beachtung für diese Zwecke gefunden. In Deutschland wird das Verfahren von Reichsbahnrat Dr.-Ing. *W. Bäseler*, München, zur optischen Signalübertragung seit etwa zwei Jahren im Betrieb erprobt.

Bei diesem Verfahren befindet sich, um die Anlage von Kraftquellen auf der Strecke als Ursachen häufiger Störungen zu vermeiden, die Kraftquelle auf der Lokomotive, und zwar besteht sie in einem Scheinwerfer, der einen Lichtkegel nach oben strahlt. Raumspiegel (drei unter 90° fest zusammengefügte spiegelnde Flächen), die weitgehend unabhängig von ihrer Lage einen auftreffenden Lichtstrahl stets in seine Ausgangsrichtung zurückwerfen, sind an den Signalmasten so angeordnet, daß sie beim Vorüberfahren der Lokomotive vom Lichtkegel des Scheinwerfers getroffen werden und dabei einen Lichtstrahl in die Einfallrichtung zurückwerfen. Dieser trifft eine Selenzelle und ruft einen Stromstoß in dem Empfänger auf der Lokomotive hervor. Im einzelnen ist die Anordnung in der neuesten Ausführung folgende: Das auf der Lokomotive befindliche

Sende- und Empfangsgerät,

Abb. 1 bis 4, besteht aus einem wagerechten Scheinwerfer *a*, der einen Lichtstrahl auf den Prismenspiegel *b* wirft. Auf seinem Wege nach *b* wird der ursprünglich ununterbrochene Strahl mittels einer Lochscheibe *c*, die von einem Motor *d* mit gleichbleibender Drehzahl angetrieben wird, in einzelne mit bestimmter Geschwindigkeit aufeinanderfolgende Lichtstöße zerlegt. Die Notwendigkeit hierzu ergibt sich aus der Gefahr, daß fremde Lichtquellen in den Empfänger eindringen und eine unbeabsichtigte Beeinflussung der Selenzelle hervorrufen könnten. Zwar kann man dem Eindringen der Sonnenstrahlen dadurch vorbeugen, daß man die Streckenspiegel steiler anordnet, als dem höchsten Stande der Sonne entspricht. Indessen besteht die Gefahr, daß beleuchtete Wolken ungewollte Beeinflussungen hervorbringen. Man ist daher gezwungen, dem Scheinwerferlicht der optischen Signalübertragung eine besondere Eigenschaft zu verleihen, die hier in der Zerlegung des ununterbrochenen Strahles mittels der Lochscheibe in etwa 1000 Lichtstöße in 1 s besteht. Im einzelnen wird die Schaltung der Zelle so abgeglichen, daß die Einwirkung ruhenden oder in der Anzahl der Stöße wesentlich abweichenden Lichtes ausgeschlossen ist. Vom Prismenspiegel wird der Lichtstrahl der Scheinwerferlampe durch die Linse *f* nach oben geworfen, wo er den am Signalmast angeordneten Spiegel *g* trifft. Abb. 5 zeigt den aus drei Spiegelflächen bestehenden Raum- oder Tripelspiegel, die miteinander ein Würfeleck bilden, von der dem Gleis zugekehrten Seite her.

Neuerdings stellt man diese Spiegel aus einem massi
Glasblock durch Anschleifen der Flächen her. Gibt n
einer der Flächen eine ein wenig andre Neigung als 90
wird der auftreffende Lichtstrahl nicht genau in die A
gangsrichtung zurückgeworfen, sondern es entstehen z
Lichtpunkte (Bilder des Glühdrahts der Scheinwerferlam
die auf einem Kreis um den Ausgangspunkt liegen.
benutzt vorläufig praktisch nur einen dieser Lichtpun
Der zurückgeworfene Lichtstrahl fällt also bei di
Spiegelart etwas seitlich vom Ausgangspunkt, d. h.
Rande der Linse *f* auf, von wo er durch Linsen f_1 und
entsprechend abgelenkt auf die lichtempfindliche Se
zelle *e* geworfen wird. Den Zeiss-Werken in Jena ist
gelungen, die Trägheit der Zelle außerordentlich zu v
ringern.

Der Eigenschaft des Selens entsprechend, seinen o
schen Widerstand mit der Lichtstärke zu verändern, bewi
der die Zelle treffende Lichtstrahl einen Stromstoß, der ü
den Verstärker *h* den Anker des unter Ruhestrom stehen
Relais *i* auslöst und hierdurch den Bremsmagnet *k* strom
macht; dieser steuert das Ventil *l* in der Bremsleitung
ruft dadurch Schnellbremsung hervor. Gleichzeitig erlis
die Kontrollampe m_1, die Lampe m_2 leuchtet auf und ein Zä
werk *n* zeigt die eingetretene Wirkung an. Die Bremsber
schaft wird durch Betätigen eines Rückholknopfes *o*,
nur bei stillstehender Lokomotive bedient werden ka
wieder hergestellt.

Verminderung der Zuggeschwindigkeit

Die Einrichtung gestattet nun nicht nur den Zug
gebenenfalls zum Stehen zu bringen, sondern auch seine
schwindigkeit innerhalb beliebiger Grenzen zu verminde
und zwar auf folgende Weise: Die Lage des vom Sign
spiegel zurückgeworfenen Lichtpunktes ist von der
stellung des Spiegels in der Grundrißebene abhängig. Dr
man den Spiegel in dieser Ebene, so bewegt sich der zurü
geworfene Punkt auf einem Kreis um den Lichtausgan
punkt, dessen Durchmesser durch Spiegelschliff und Absta
des Spiegels von der Linse abhängig ist. Man kann al
wenn man dem Spiegel eine bestimmte Einstellung in
Grundrißebene gibt, einen bestimmten Punkt des Empfäng
anzielen. Legt man nun in den Strahlengang von der Li
zur Selenzelle eine Blende *p*, s. Abb. 4, die von einem
schwindigkeitsmesser gesteuert wird, so kann man le
erreichen, daß der Weg von der Linse zur Selenzelle für d
zurückgeworfenen Lichtstrahl dann gesperrt ist, wenn
Fahrtgeschwindigkeit unter einer bestimmten Grenze ble
während er bei höherer Geschwindigkeit freigegeben

In der Fahrtrichtung mögen z. B. vor dem Hauptsig
in bestimmten Abständen mehrere Spiegel aufeinanderfolg
von denen jeder eine andere Einstellung in der Grundr
ebene hat und daher eine andere Stelle des Empfänge
trifft. Fährt die Lokomotive an dem ersten, z. B.
100 km/h Geschwindigkeit eingestellten, Spiegel mit ei
geringeren Geschwindigkeit, z. B. 90 km/h, vorbei, so hat

.. den Beeinflussungspunkt abgedeckt, der Spiegel
.. wirkungslos. Das gleiche gilt von dem zweiten Spie-
, er auf eine Grenzgeschwindigkeit von 75 km/h ein-
.t sein soll, wenn die Fahrtgeschwindigkeit z. B.
.h beträgt; wird dagegen der dritte Spiegel, der auf
.h eingestellt sei, mit einer Fahrtgeschwindigkeit von
. km/h überfahren, so hat die vom Geschwindigkeits-
.. gesteuerte Blende den entsprechenden Einwirkungs-
. noch nicht abgedeckt, s. Abb. 4, sie läßt also den
.trahl zur Selenzelle gelangen, und es tritt Schnell-
..ung ein.

.e Anordnung der Spiegel vor dem Hauptsignal und die
.llung ihrer jeweiligen Grenzgeschwindigkeit richtet
.ach dem gewollten Bremsverlauf (Bremsdiagramm)
.ges und erfolgt so, daß der Zug am Hauptsignal zum
. kommt. Da aber nicht alle Züge das gleiche Brems-
.mm haben, geht man neuerdings dazu über, die
.geschwindigkeit auf die Grundgeschwindigkeit des
. zu beziehen, was man dadurch erreicht, daß sich alle
.n einem besonderen Spiegel ihr Bremsdiagramm durch
.ntsprechende Verstellung des Antriebs für den Ge-
.ndigkeitsmesser selbsttätig einstellen. Auf diese Weise
vermieden, daß z. B. ein Güterzug mit einer Grund-
.windigkeit von 50 km/h und einem Bremsweg von etwa
. erst, wie im obigen Beispiel, am dritten Spiegel er-
.würde.

.ei der Stellung der Signale auf „freie Fahrt“ sind die
.el abgedeckt. Neuerdings kommt man hiervon ab und
. die Spiegel bei Fahrtstellung in ihrer Grundrißebene
.ie überall gleiche Grundstellung zurück. Dieser Grund-
.ng entspricht überall der gleiche Empfängerpunkt,
.enn hier eine weitere Selenzelle angeordnet wird, er-
.ich die Möglichkeit, alle Spiegel laufend zu registrie-
.nd auf diese Weise die gesamte Sicherungsvorrichtung
.g zu überwachen. Bei Übergang der Signale in die
.tellung werden die Spiegel aus dieser Grundstellung
.re jeweilige Einstellung in der Grundrißebene vor-
.rt, was neuerdings auch auf elektrischem Wege er-
. soll. Für die genaue Anzielung des Empfänger-
.les ist von den sechs Möglichkeiten der Lagenänderung
.piegels (drei Verschiebungen und drei Verdrehungen)
.ie Verdrehung in der Wagerechten von nennenswertem
.fiß. Nach allen andern Richtungen hin kann der Spie-
.trächtlich verschoben werden, ohne daß die Lage des
.ckgeworfenen Lichtpunktes sich ändert. Bei der Ver-
.ung in der Grundrißebene läßt sich im praktischen Be-
. leicht eine Genauigkeit auf einige Grad erzielen, die
. ausreicht.

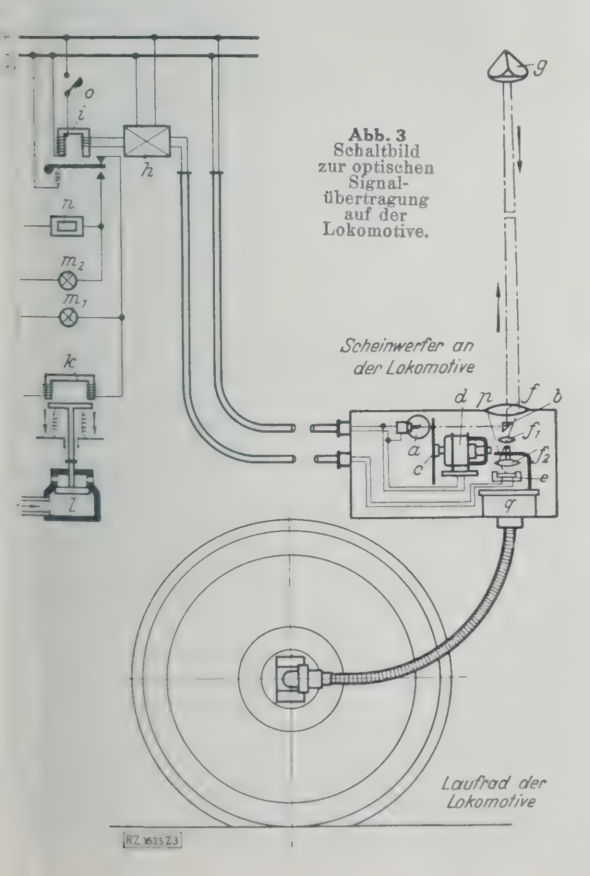


Abb. 3 Schaltbild zur optischen Signalübertragung auf der Lokomotive.

Erfahrungen im Betriebe

Von den Witterungseinflüssen sind Schnee, Nebel und Regen unschädlich. Der Nebel wird in allen Fällen vom Lichtkegel durchdrungen, da man mit einem etwa 25fachen Lichtüberschuß arbeitet. Durch Anordnung von kurzen Schutzrohren nach unten und andere Maßnahmen konnte der Niederschlag von Tau und das Ansetzen von Rauhreif, das anfänglich erhebliche Schwierigkeiten bereitete, verhindert werden. Dieser Punkt bedarf aber noch einer eingehenden betriebstechnischen Erprobung. Die Geschwindigkeitsbegrenzung läßt sich, wenn Scheinwerfer und Spiegel aufeinander geeicht sind, mit großer Genauigkeit, nämlich auf etwa 1 km/h, erreichen. Die Zuverlässigkeit des Verfahrens ist sehr groß; einige Versager bei den rd. 4500 Versuchen waren in keinem Fall einem grundsätzlichen Mangel des Verfahrens zuzuschreiben. Störende Verschmutzung der Spiegel war bisher nicht zu beobachten. Auch die Verqualmung der Lichtstrecke war nicht in der Lage, die Wirkung der Einrichtung aufzuheben.

Bemerkenswert erscheint die Möglichkeit, den Anwendungsbereich der optischen Zugsicherung zu erweitern. Wird nämlich noch eine zweite Spiegelart mit etwas anderem Schliff hinzugenommen, so liegen deren reflektierte Lichtpunkte auf einem zweiten (größeren oder kleineren) Kreis um den Lichtausgangspunkt und man erhält mittels verschiedener Spiegeleinstellungen eine Anzahl von Wirkungspunkten, bei denen nun wiederum einem jeden eine besondere Bedeutung zugesprochen werden kann. Auf diese Weise wäre es möglich, dem fahrenden Zug eine beliebige Anzahl häufiger vorkommender Aufträge zu übermitteln, wie z. B. die Erlaubnis zum Überfahren eines Haltsignals, Abweichungen von der Bahnhof-Fahrordnung, Durchfahrt bei bedarfsweise vorgesehenem Aufenthalt, Langsam-Fahrstrecken usw.

Das Kennzeichen der beschriebenen Sicherungseinrichtung in ihrer heutigen Form ist, daß sie dem Zug vor dem geschlossenen Hauptsignal einen Bremsverlauf aufzwingt, der sich erst dann durch eine Zwangsbremsung bemerkbar macht, wenn er ihn durchbrechen will. Die Einrichtung stellt also zugleich eine dauernde Prüfung des Lokomotivführers dar, ohne ihn aber in der Führung des Zuges zu behindern. [M 2529]

Berlin Dr. *J. Hausen*

RZ 2529 Z 5

Abb. 5 Raumspiegel am Signalmast für optische Signalübertragung mit verstellbaren Flächen.

Abb. 4 Schema der Geschwindigkeitsbegrenzung mit Hilfe der optischen Signalübertragung.

Zu Abb. 3 und 4:

- *a* Scheinwerferlampe
- *b* Prisma
- *c* Lochscheibe
- *d* Motor
- *e* Selenzelle
- *f*, f_1, f_2 Linsen
- *g* Raumspiegel am Signalmast
- *h* Verstärker
- *i* Relais
- *k* Bremsmagnet
- *l* Bremsventil
- m_1, m_2 Signallampen
- *n* Zählwerk
- *o* Rückholknopf
- *p* Blende
- *q* Geschwindigkeitsmesser

RZ 2529 Z 4

Landwirtschaft

Großfeldregner

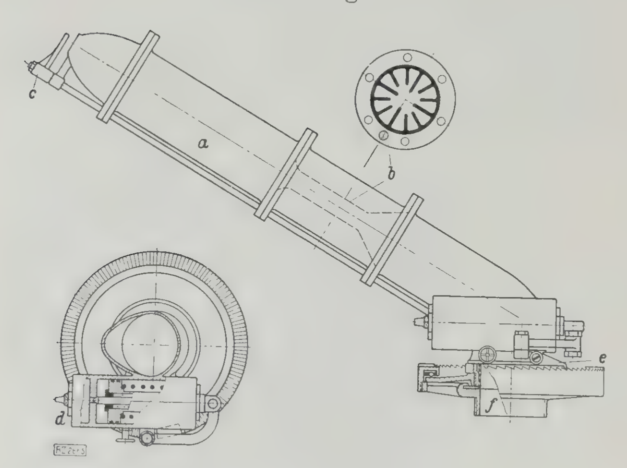


Abb. 6 bis 8
Hüdig-Großfeldregner.
a Düsenrohr *d* Steuerventil
b Gleichrichter *e* Sperrklinke
c umlaufender Strahlverteiler *f* Schmutzsieb

Unter Verwertung von Versuchsergebnissen der Studiengesellschaft für Feldberegnung im Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft hat die Firma Hüdig, Berlin, einen Regner für Großflächenberegnung konstruiert, Abb. 6 bis 8. Bemerkenswert ist vor allem die Form der Düse und der in das Düsenrohr *a* eingebaute Gleichrichter *b*. Um auf große Reichweiten zu kommen, ist außer der Gestaltung und Bemessung des Düsenrohres wesentlich, daß Drehung und Stillstand ständig abwechseln. Im Stillstand wird die größte Reichweite erzielt, während der Drehung dagegen das Wasser auf die Innenfläche verteilt, und zwar dadurch, daß hierbei der umlaufende Strahlverteiler *c* abwechselnd den Strahl freigibt oder in ihn eingreift und teilweise nach innen ableitet. Diese Vorrichtung ist einfach und sicher. Sie wird von dem Wassermotor[1]) mit angetrieben. Eine Sperrklinke *e* greift in einen feststehenden Zahnkranz ein und bewegt das Düsenrohr schrittweise vorwärts. Die Drehung kann verlangsamt und beschleunigt werden. Der Regner dreht sich auch bei hohem Druck leicht, da er auf Kugellagern läuft. Die Leistungen dieses Regners gehen aus der Zahlentafel 1 hervor.

Zahlentafel 1
Leistungen des Hüdig-Regners für 30 mm Düsenbohrung bei verschiedenen Drücken und Düsenbohrungen

Druck am Regner	3 at	4 at	5 at	6 at	7 at	8 at
Reichweite .... m	43	52	60	65	70	73
Fläche .... m²	5800	8500	11 300	13 270	15 400	16 750
Wasserverbrauch m³/h	58,3	67,3	75,2	84,4	89	95,2
l/s	16,2	18,7	20,9	22,8	24,7	27,4
Niederschlag...mm/h	10	7,95	6,65	6,2	5,75	5,70

[M 2665]

[1]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 4, S. 113/14*, vergl. a. Nr. 8, S. 269.

Anstrichtechnik

Anstrichchemie und Anstrichtechnik

Auf Anregung des Fachausschusses für Anstrichtechnik im Verein deutscher Ingenieure fand am 18. und 19. Februar 1929 gemeinsam mit dem Polytechnischen Verein in Bayern und anderen Verbänden die 4. Farbentagung in München statt. In mehr als 30 Vorträgen kamen die Vertreter von Kunst und Wissenschaft, von Industrie und Handwerk zu Wort. In den Sitzungen waren etwa 750 Teilnehmer anwesend. Hier soll aus den Vorträgen berichtet werden, was auch für den Ingenieur bemerkenswert ist.

Allgemeine Werkstofffragen und Normung

Die Anforderungen, die an die Mal- und Anstrichstoffe gestellt werden, brachten Prof. *Doerner*, München, als Vertreter der Künstlerschaft und Oberstudiendirektor *Rückert*, München, als Vertreter des Malerhandwerks in beredten Worten zum Ausdruck. Auch der Vortrag von *K. Wehlte*, Dresden, über „Lehr- und Forschungstätigkeit auf dem biet der Künstlerfarben" behandelte einschlägige Fragen. fordert werden einheitliche Bezeichnungen und Benen gen, eine zweckmäßige Normung der Werkstoffe und Fö rung der Werkstoffkunde. Die Baumaler fordern vor al auch Erforschung des Verhaltens der Putzgründe und anziehung sachverständiger Meister beim Aufstellen Baubeschrieben. Die Frage der Normung der Mal- und strichstoffe berührte Dir. *Trillich*, München, in einem gemeinen Überblick über das Gesamtgebiet und wies allem auf die wesentliche Änderung der Grundsätze hin, bisher für das von ihm herausgegebene Farbenbuch sichtlich der Reinheitsbezeichnung galten und nun nur für Künstlerfarben beibehalten werden sollen.

Dr. *Würth*, Schlebusch, behandelte die Normung Mal- und Anstrichstoffe als Frage des Werkstoffs. Die strichstoffe werden vielfach noch nicht als die edlen W stoffe betrachtet, die sie in der Tat sind und sein kön Nicht nur der Maler, sondern auch Architekt und Ingen müssen sich mit ihnen befassen.

Dr. *Gademann*, Schweinfurt, der einen Überblick die Anstrichstoffe vom Standpunkt des Herstellers brachte und vor allem über die wirtschaftlichen Verhä in dieser Industrie und deren Bedeutung berichtete, auf die Normungsbestrebungen des von ihm vertrete Verbandes hin, der sich für seine Mitglieder ein Zei V. D. F.-Buntnorm schützen ließ. Im übrigen warnt er privaten Normbestrebungen.

Über allgemeine wissenschaftliche Fragen auf dem biet der Mal- und Anstrichstoffe gab Prof. Dr. *Eibner*, M chen, ein übersichtliches Bild; er berichtete über Un suchungsverfahren und die bestehenden Schwierigkei

Farbuntersuchung und Messung

Die Frage der Farbmessung und Farbordnung wurd Vorträgen von Prof. *Krüger*, Dresden, von *Baum* Aue, und vor allem auch sehr eingehend in der sprache behandelt. *Krüger* sprach besonders über die Wei entwicklung der *Ostwaldschen* Farbordnung sowohl wissenschaftlicher Richtung, als auch als Hilfsmittel Praxis.

Binde- und Streichmittel

Prof. Dr. *Ivanow*, Moskau, berichtete über sein dium der F a k t o r e n d e r Ö l b i l d u n g in den Pflan Er brachte eine wissenschaftliche Begründung der Ersc nung, daß z. B. Leinöl aus verschiedenen Gegenden schiedene Eigenschaften hat, weil die Bildung des ei oder anderen Ölbestandteils vom Klima abhängig ist. verursachen starke Schwankungen zwischen Tag- und Na temperatur eine stärkere Bildung von Linol- und Lino säuren. Die Ölbildung in der Pflanzenwelt ist nur du Gemeinschaftsarbeit zu erforschen.

Prof. Dr. *Steger*, Delft, berichtete über die Unvollst digkeit der bisherigen Ö l a n a l y s e. Die Bestimmung Jodzahl des Holzöls nach *Wijsscher* Vorschrift ergibt niedrige Werte (160 bis 170); größerer Überschuß *Wijsschen* Lösung und Verlängerung der Zeit der wirkung gibt wesentlich höhere Werte (bis 224). Bei Lei wurde bei gewöhnlicher Kontaktdauer von 2½ h mit we selnden Überschüssen an *Wijsscher* Lösung gearbeitet festgestellt, daß die wahre Jodzahl erst bei 100 vH Ü schuß erreicht wird. Bei älterem Leinöl wurde u gleichen Bedingungen ein Unterschied zwischen wahrer scheinbarer Jodzahl gefunden.

Über die Ölforschung sprach auch Prof. Dr. *Eib* München, und zwar besonders über den Trockenvorga Alle jungen Ölfilme sind mehr oder weniger scheintrock Gebilde. Der Trockenvorgang kann nur unter Berücksi tigung der kolloiden Natur der entstehenden Endstoffe forscht werden. Holzölfilme haben im Gegensatz zu L ölfilmen die Eigenschaft der Frühschwundbildung, jed ist die sogenannte Holzölerscheinung (Eisblumenbildung Holzölfilme) auch bei einem Leinölbestandteil, einem isol ten Glyzerid, festgestellt worden.

Über Wachs in der Malerei und Anstrichtechnik mac Prof. Dr. *Täuber*, Berlin, beachtenswerte Mitteilung Wachs wurde seit Jahrtausenden in der Mal- und Anstri technik verwendet. Die Funde aus früheren Zeiten s kein sicherer Beweis für die Brauchbarkeit in jetziger Z Prof. *Urban* hat die Eignung für Tafelmaterial nachgewies das Verhalten von Malereien im Freien jedoch nicht gepr Versuche ergaben, daß dünne Wachsschichten wasserdu lässig sind, nicht aber dicke Schichten. Diese trennten s jedoch nach längerer Zeit von der Glasunterlage, was die Wirkung von Alkali zurückgeführt wurde. Harzzus scheint die Schutzwirkung gegen Wasser zu erhöhen, und Fette setzen sie herab. Punisches Wachs unterschei sich von gewöhnlichem Wachs in der Wasserdurchlässigk nicht. Auch der Schmelzpunkt ist nur wenig höher.

Nitrolacke

..e in jetziger Zeit besonders wichtigen Nitrolacke .. Gegenstand des Vortrages von Dr. *Wolff*, Berlin. Bei ..ckierung hat sich gezeigt, daß die Unterschiede bei ..rschiedenen Nitrozelluloselacken viel größer sind als ..lacken. Während Öllacke für innen immer noch eine ..e Wetterbeständigkeit haben, ist dies bei Nitrolacken ..nen nicht der Fall. Die Spezialisierung muß infolge.. bei den Nitrolacken viel größer sein. Auch die Ab..keit von der Holzart ist größer. Grundierung mit .. ist nicht ausschlaggebend für die Haltbarkeit, kann .. Umständen sogar ungünstig wirken. Auch bei Lackie.. von Metall sind die Grenzen der Brauchbarkeit bei ..acken enger.

Farbstoffe

..ber die technische Herstellung der **Lithopone** und ..erwendung als Anstrichstoff sprach Prof. Dr. *Maaß*. ..ithopone hat durch Vereinheitlichung des Herstell..rens eine wesentliche Verbesserung erfahren. Sie ..it einem geeigneten Bindemittel angerieben, eine ..us brauchbare Malerfarbe, die man auch für Außen..che verwenden kann. Man kann sie aber nicht als ..hutzfarbe bezeichnen. Die nicht völlig befriedigende ..beständigkeit ist auf mangelnde Verseifungsfähigkeit ..zuführen. Versuche, die Wetterbeständigkeit zu er.. sind im Gange.

..r. *Wagner*, Stuttgart, untersuchte im Auftrag des Ver..d. deutscher Farbenfabriken die Wirkung der **Sub..e** auf Buntfarben. Verglichen wurden Kreide, Len..d Spat. Kreide wirkt auf die Lichtechtheit ähnlich ..nkweiß. Die Härte der Anstriche ist von der Art der ..rben abhängig; der Unterschied in der Härte zwischen ..eten und unbelichteten Anstrichen ist bei allen Sub..ti und Farbstoffmischungen annähernd gleich. Die .. der Seifenbildung bei Kreide ist noch unentschieden. ..anstriche sind wasseranziehender als solche mit Spat ..enzin.

..er **Mennigefragen** sprach Dr. *Bolte*, Düssel..f..nd wies darauf hin, daß es noch unentschieden ist, ..e. hoher Superoxydgehalt vorteilhafter ist als ein ..e Bleioxydgehalt, der eine stärkere Verseifung gewähr..t. Über chemische und physikalische Eigenschaften ..**inkweißes** in bezug auf sein anstrichtechnisches ..hlten sprach Dr. *Kamp*, München. Nach seinen Ver..h.. ist kurzwelliges Licht in der Lage, Wasser in Wasser..peroxyd umzuwandeln, wodurch vielleicht gewisse ..ungserscheinungen bei Zinkweiß-Außenanstrichen er..h sind. Untersuchungen ergaben, daß durch Änderung ..ruktur der Ölbedarf bei gleicher Teilchengröße be..ßt werden kann.

Anstriche

..ber Versuche zur Untersuchung des Einflusses der ..boffe auf die technologischen Eigenschaften der Farb..und auf die Anstriche, machte Prof. *Schob*, Berlin, ..ende Mitteilungen. Es wurden Anstriche aus Lein..d Holzölerzeugnissen mit basischen und indifferenten ..boffen geprüft. Auch Dr. *Blom*, Zürich, hat Unter..ngen über **Festigkeitseigenschaften** von Anstrichen ausgeführt. Nach gewissen Zeiten läßt sich jeweils feststellen, ob ein Anstrich plastisch, zäh oder spröde geworden oder ob er unverändert geblieben ist. Die Messung der Festigkeit wird ergänzt durch Studium der Bruchfiguren. Der alte Lackierergrundsatz „unten mager, oben fett" findet seine wissenschaftliche Begründung und wird für Metallanstriche erweitert zu dem Prinzip der zunehmenden Elastizität von unten nach oben.

Dr. *Seufert*, München, spricht zusammenfassend über **Rostschutzanstriche**, schildert ihre wirtschaftliche Bedeutung auf Grund von statistischen Angaben der Reichsbahn, der Post und der Schiffahrt, die Grundlagen für die Herstellung von Rostschutzfarben, die Vorgänge beim Trocknen und schließlich die Zerstörungserscheinungen der Anstriche.

Die Beeinflussung des Wirkungsgrades von **Heizkörpern** durch Anstriche wurde von Dr. *Werner*, Wiesdorf, untersucht und hat die Ergebnisse älterer deutscher Messungen, wonach alle Mineralfarbenanstriche praktisch „schwarz strahlen", nicht aber die abweichenden Angaben von *Gardner*, bestätigt gefunden. Bronzefarbenanstriche strahlen von allen Anstrichen am wenigsten. Die Veränderung des Farbtons bei Heizkörperanstrichen ist eine Bindemittelfrage, die noch ungelöst ist.

Anstrichtechnik

Die Entwicklung der Anstrichtechnik ist durch die Anwendung des Spritzverfahrens und der rasch trocknenden Nitrolacke gekennzeichnet. Dr.-Ing. *Nettmann*, Berlin, gab einen allgemeinen Überblick über die Beziehungen des Ingenieurs zur **Anstrichtechnik**, und in einem besonderen Vortrag berichtete er über seine Untersuchungen auf dem Gebiet der **Spritztechnik**, wobei für den Ingenieur besonders die Frage der zweckmäßigen Formgebung und die Vorbereitung der aufnehmenden Fläche für den Anstrich bemerkenswert sind. Seine im Auftrag des Fachausschusses für Anstrichtechnik im Verein deutscher Ingenieure gemachten Untersuchungen beziehen sich u. a. auf Leistung, Werkstoff- und Luftverbrauch und Nebelbildung bei den verschiedenen Spritzpistolen. Er macht beachtenswerte Vorschläge zur Beseitigung der Unsicherheit beim Vergleich zwischen Wetterprüfung und Kurzprüfung. Die Bedeutung der Luft als Mal-, Trocknungs- und Zerstäubungsmittel schildert *Krautzberger*, Leipzig-Holzhausen, und vergleicht die Spritz- und die Pinseltechnik.

Maltechnik

Auf reichliches Anschauungsmaterial gestützt, machte Prof. *Urban*, München, Mitteilungen über seine Versuche über Öl- und Leimgrund in der Ölmalerei, die sich auf einen Zeitraum von über 30 Jahren erstrecken. Er zeigte, daß besonders hergestellter Leimgrund notwendig ist, wenn Bilder ihre ursprüngliche Frische und Farbtönung behalten sollen, und weist auch auf seine Arbeiten in Enkaustiktechnik hin. Der Umstand, daß Freskomalerei am ehesten befähigt ist, sich der neuzeitlichen Bauweise einzugliedern, veranlaßte Prof. *Miller*, München, zu einem Bericht über Technik und Material beim Fresko. [N 2817]

Schlebusch (Rheinl.) Dr. *K. Würth*

Kleine Mitteilungen

..e Kessel für das Hell Gate-Kraftwerk

..ir das Hell Gate-Kraftwerk der United Light & Power .. ew York City, sind bei Babcock & Wilcox zwei neue ..s in Auftrag gegeben worden, die im August 1930 be..ertig sein sollen. Die Kessel sollen mit Überhitzern, ..iswasser- und Luftvorwärmern ausgerüstet werden und ..der kürzlich aufgestellten 160 000 kW-Turbodynamos ..ampf von 19,3 at und 385° beliefern. Die höchste ..leistung eines dieser Kessel wird 362 t/h betragen. ..euerungen erhalten vollständige Wasserkühlung und ..d.. mit Kohlenstaub betrieben. Für jeden Kessel sind ..s Brenner und vier Kohlenmühlen vorgesehen. Der ..verbrauch eines Kessels bei ununterbrochenem Be..und höchster Belastung beträgt rd. 40 t/h. („Power" ..ril 1929 S. 649) [N 2986 a] *Le.*

.. Wasserkraftwerk bei Bombay

..e jährlichen Monsunregenfälle in Indien wird man ..n Tale Gath zur Kraftversorgung von Bombay und ..gend zunutze machen. Die Tata Power Company hat ..m Bau einer großen Wasserkraftanlage von rd. ..00 PS, deren erster Entwurf bereits aus dem Jahre ..9 stammt, vor zwei Jahren begonnen.

..as 460 Mill. m³ fassende Speicherbecken wird von einer ..uchsteinen gemauerten Staumauer von 45 m Höhe und 1100 m Länge begrenzt; am Nordende befindet sich außerdem ein Notwehr, das während der Monsunzeit in Tätigkeit tritt. Das Wasser gelangt durch drei Schützen in einen 4½ km langen Stollen und von da aus durch fünf größtenteils geschweißte Rohre von rd. 1,3 m Dmr. und 2100 m Länge zum Krafthaus. Hier dient es zum Antrieb von sechs Freistrahlturbinen von je 17 500 kW bei 11 000 V. Der Strom wird auf 110 kV umgespannt und zum 128 km entfernt liegenden Unterwerk in Bombay geleitet. Die so erzeugte und übertragene Kraft dient zum Antrieb von Eisenbahnen, Mühlen und zu andern Gebrauchszwecken. („Engineering" 19. April 1929 S. 487/88*) [N 2986 b] *Bl.*

Das Hochspannungsnetz in England

Das elektrische Leitungsnetz zur Stromversorgung Englands wird Drehstrom von 132 kV ± 5 vH bei 50 Hertz übertragen. Die 19,5 mm dicken Hauptleitungen werden für 50 000 kVA bemessen; sie bestehen aus Stahlaluminiumseilen mit 30 Aluminiumdrähten von je 2,8 mm Dmr. und 7 Stahldrähten gleichen Durchmessers. Die einzelnen Haspel werden in Längen von 1610 m angeliefert, man ist aber bestrebt, die Verbindungsstellen möglichst an die Abspannmaste zu legen. An den Verbindungsstellen, die 95 vH der Festigkeit der Leitung haben sollen, werden die Stahlseile und die Aluminiumleitungen je für sich miteinander verbunden.

Die einpoligen Ölschalter haben Löschkammern und mehrfache Unterbrechung. Sie werden zu je dreien zusammengebaut und mit der Hand betätigt, sind aber für späteren Anbau elektrischer Fernsteuerung eingerichtet. („Engineering" 26. April 1929 S. 515*) [N 2986 c] *Pa.*

Schweißen der Tragkonstruktion eines vierstöckigen Geschäftshauses

Beim Bau des Carnegie-Gebäudes in Cleveland, Ohio, wurden alle Verbindungen der tragenden Teile mittels Lichtbogens geschweißt. Im Gegensatz zu der üblichen Anordnung bei Nietverbindungen hat man die Deckenträger durchgehend ausgeführt und nur in der Mitte des Gebäudes Trennfugen angeordnet, während die senkrechten Stützen aus einzelnen Stücken von Stockwerkhöhe bestehen, die im untersten Stockwerk entsprechend der größten Last mit 254 mm Profilhöhe am dicksten sind und von Stockwerk zu Stockwerk geringere Abmessungen haben. Stützen und Träger wurden mittels Winkeleisen verschweißt, während die Fugen zwischen den beiden Trägerteilen in der Mitte des Gebäudes mittels vier an den Innenseiten der I-Trägerflansche aufliegender Bänder verschweißt wurden. Die Verbindungen weisen vierfache Sicherheit auf.

Das Gebäude ist 36,2 m lang und 18,2 m breit. Die Stützen lassen einen lichten Raum von rd. 5,1 × 5,1 m² frei. Damit erforderlichenfalls durch Wegnahme jeder zweiten Stütze im untersten Stockwerk eine freie Länge der einzelnen Räume von 10,2 m geschaffen werden kann, hat man für die darüber liegenden Deckenträger ein I-Profil von 910 mm Höhe gegenüber dem normalen von 350 mm gewählt. (Engineering News-Record 18. April 1929 S. 618/21*) [N 2986 d] *Sd.*

Große Luftschiffhalle in den Vereinigten Staaten von Amerika

Die Firma Goodyear Zeppelin Corp. läßt z. Z. nach den Plänen der Firma Wilbur Watson & Associates (Dr. *K. Arnstein*), Cleveland, Ohio, auf dem Flugfeld Akron, Ohio, eine 352,5 m lange, 97,5 m breite und 61,5 m hohe Luftschiffhalle errichten, in der nacheinander zwei Luftschiffe für die amerikanische Marine gebaut werden. Die parabolische, mit vernieteten Stahlblechen gedeckte Eisenkonstruktion des Daches ruht zum Temperaturausgleich auf Walzen. Jeder Binder (Dreigelenkbogen) stützt sich auf mehrere 9 m tief in den Erdboden gerammte Betonpfähle — im ganzen 1900 —, die die Seitenwände der Halle bilden.

An einem Ende ist die Halle geschlossen. Am andern Ende, in Richtung des Flughafens, sind zwei je 600 t wiegende Tore eingebaut, die kugelabschnittartig ausgebildet sind und mit Rollen auf einer Gleisbahn mit 60 m Halbmesser, angetrieben durch Elektromotoren, laufen.

Jedes der beiden zu erbauenden Luftschiffe wird 185 000 m³ Gesamtinhalt, 235,5 m Länge, rd. 40 m Dmr. haben und acht zusammen 4480 PS leistende Motoren erhalten. Höchstgeschwindigkeit wird rd. 135 km/h betragen. 92 km/h Reisegeschwindigkeit kann das Luftschiff 17 000 in ununterbrochenem Fluge durchfliegen. („Aviati 30. März 1929 S. 957*) [N 2986 e] *G*

Betonieranlage für die Verankerung d Kabel der neuen Hudsonbrücke

Die Gründungen für die Kabelverankerung der groß im Bau befindlichen Hängebrücke über den Hudson[1]) ra im Gegensatz zu denen andrer Hängebrücken auf der N Yorker Seite als ein großer Block von 47 m Höhe und 85,5 × 53,5 m² Grundrißfläche aus der Umgegend her Insgesamt waren zur Ausfüllung dieses Blockes rd. 80 000 Beton und 2200 t Bewehrungseisen notwendig.

Eine elektrisch angetriebene Betonmischanlage, die zu 910 m³ Beton an einem Arbeitstag von 16 Stunden ferte, ermöglichte es, die Betonierung in 5½ Monaten beendigen. Zement und Zuschlagstoffe wurden mit Bandförderers von 300 m Länge, der Strecken von 32 Steigung aufwies, zur Mischanlage gebracht. Den ferti Beton beförderte ein Band von 38 m Länge mit 168 m/ Geschwindigkeit zum Fuße eines Betongießturmes. Turm enthält zwei Gießanlagen, eine an der Nord-, die an an der Südseite, denen der Beton mittels eines Aufzu von 116 m/min Geschwindigkeit zugeführt wird. Der A zugkübel faßt rd. 1 m³. (Engineering News-Record, 11. A 1929 S. 591/96*) [N 2986 f] *S*

[1]) Vergl. a. Z. Bd. 71 (1927) S. 1773.

Neue Kanalmotorschiffe

Die Belfast Steamship Co. hat im April das Motors „Ulster Monarch" in Dienst gestellt, dem im Abstand je einem Monat zwei Schwesterschiffe „Ulster Queen" „Ulster Prince" folgen werden.

Die Schiffe haben 105 m Länge, 14 m Breite und 5 Seitenhöhe bei 3760 B.-R.-T. Raumgehalt. Ihre Lin führung und ihre äußere Form — sie haben Schornsteine — machen einen gefälligen Eindruck. nach dem neuesten Geschmack ausgestatteten Gesellscha räume und Kammern sind für 419 Fahrgäste 1. Kl. 86 Fahrgäste 3. Kl. eingerichtet. Die erste Klasse größtenteils Kammern für eine Person, einige für zwei sonen, die dritte Klasse hat Kammern für zwei oder Personen. Es ist ferner eine Fernsprechanlage vorhan die im Hafen Landanschluß erhalten kann. Jede Welle Doppelschraubenschiffe treibt ein einfachwirkender Z zylinder-Viertaktmotor mit luftloser Einspritzung, Ba Harland-Burmeister & Wain. Die Hilfsmaschinen wer größtenteils elektrisch betrieben, und den für Licht Kraft erforderlichen Strom liefern drei Sechszylinder-Die dynamos. („The Engineer" 26. April 1929 S. 451) *E*

BÜCHERSCHAU

Festschrift, Prof. Dr. A. Stodola zum 70. Geburtstag überreicht von seinen Freunden und Schülern, herausgegeben von *E. Honegger*. Zürich und Leipzig 1929, Orell & Füssli. 625 S. m. 436 Abb.

Der vorliegende stattliche Band mit 63 von wohlbekannten Fachleuten[1]) verfaßten wissenschaftlichen Beiträgen ist das würdigste Geschenk, das die Ingenieure dem weltbekannten Altmeister des Dampfturbinenbaues anläßlich seines 70. Geburtstages und seines Rücktritts vom Lehramt darbringen konnten.

[1]) *J. Ackeret*, Zürich; *E. Amstutz*, Zürich; *A. Barbezat*, Loëche; *G. Bauer*, Hamburg; *G. Belluzzo*, Rom; *J. C. Breinl*, Prag; *H. Brown*, Winterthur; *A. Büchi*, Winterthur; *A. Carrard*, Zürich; *C. Colombi*, Lausanne; *G. Darrieus*, Paris; *E. Dübi*, Gerlafingen; *Fr. Dubois*, Schaffhausen; *G. Eichelberg*, Winterthur; *A. Einstein*, Berlin; *F. Flatt*, Zürich; *G. Flügel*, Danzig; *L. Föppl*, München; *O. Föppl*, Braunschweig; *C. C. Franck*, Philadelphia; *J. v. Freudenreich*, Baden; *R. Grammel*, Stuttgart; *M. Grossmann*, Zürich; *E. Hahn*, Nancy; *J. Havliček*, Mähr.-Ostrau; *O. Hellmann*, Beraun; *E. Höhn*, Zürich; *H. Holzer*, Nürnberg; *E. Honegger*, Zürich; *A. Huggenberger*, Zürich; *A. Huguenin*, Paris; *Ch. Hummel*, Uzwil; *M. Jakob* u. *W. Fritz*, Berlin; *E. Jaquet*, Zürich; *K. Imfeld*, München; *E. Josse*, Berlin; *C. Keller*, Zürich; *M. Koenig*, Zürich; *K. Körner*, Prag; *E. A. Kraft*, Berlin; *St. Löffler*, Berlin; *H. Lorenz*, Danzig; *F. Lösel*, Wien; *J. Magg*, Graz; *E. Meissner*, Zollikon; *R. v. Mises*, Berlin; *L. Miskovský*, Prag; *R. Mollier*, Dresden; *A. Nachtweh*, Hannover; *W. G. Noack*, Baden; *W. Nußelt*, München; *H. Nyffenegger*, Zürich; *A. Piccard* u. *W. Johner*, Brüssel; *L. Prandtl* u. *A. Busemann*, Göttingen; *F. Ribary*, Baden; *A. Rohn*, Zürich; *M. Ros* u. *A. Eichinger*, Zürich; *P. Schläpfer* u. *M. Brunner*, Zürich; *W. Schüle*, Görlitz; *C. Seippel*, Baden; *G. Stauber*, Berlin; *R. v. Steiger*, Uzwil; *Th. Stein*, Berlin; *R. F. Vogt*, Milwaukee; *G. Zerkowitz*, München.

Geboren am 10. Mai 1859 in einem slowakischen St chen am Fuße der Tatra, kam *Stodola* nach Beendig seines Studiums an der Oberrealschule, dem Polytechni in Budapest und Zürich sowie kürzeren Studien in Berlin Paris als Konstrukteur zur Maschinenbaugesellschaft Ru & Co. in Prag, wo er große Dampfmaschinen mit Cor Steuerung für Fabriken, Berg- und Hüttenwerke zu berech und zu entwerfen hatte; doch wurde er schon nach etwa Jahren 1892 als Lehrer der mechanisch-technischen Al lung an die Eidgenössische Polytechnische Schule in Zü berufen, der er trotz vieler ehrenvoller Angebote treu blieben ist.

Seine ungeteilte Anerkennung in der Ingenieurwelt dankt *Stodola* der Beschäftigung mit der Dampfturb Grundlegende Betrachtungen und Rechnungen, die er 190 der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingeni vorgetragen hatte und die seine erste öffentliche Tat diesem Fachgebiete darstellten, bildeten den heute fast scheinbar wirkenden Kern, um den sich 27 Jahre wei Forschungen ordneten. Sie fanden alle ihren Niedersc in dem bekannten Lehrbuch, das sich von einem kle Leitfaden auf 220 Seiten und 119 Abbildungen in der h gen 6. Auflage zu dem stattlichen Umfang von 1150 Se fast 1200 Abbildungen und 12 Tafeln entwickelt hat.

Dem Verein deutscher Ingenieure, dessen Zeitsc auch diese erste grundlegende Arbeit *Stodolas* über Da turbinen veröffentlichen konnte, ist *Stodola* in den spät Jahren ein treuer Mitarbeiter geblieben. Nachstehend s

…r Fülle seiner Beiträge zur Zeitschrift des Vereines …her Ingenieure nur die wichtigsten angeführt:

Bd. 42 (1898) S. 1045: Die Kreisprozesse der Gasmaschine.
Bd. 47 (1903) S. 1: Die Dampfturbinen und ihre Aussichten als Wärmekraftmaschinen.
Bd. 51 (1907) S. 1269: Die Nebenspannungen in umlaufenden Scheibenrädern.
Bd. 55 (1911) S. 1709: Die neue hydraulische Regelung der Sulzer-Dampfturbine und Versuche an der 2000 kW-Turbine des Basler Elektrizitätswerks.
Bd. 57 (1913) S. 1776: Die Unterkühlung beim Ausfluß gesättigten Dampfes mit Rücksicht auf die Molekularvorgänge.
Bd. 63 (1919) S. 31: Strömung in Düsen und Strahlvorrichtungen, dimensional betrachtet.
Bd. 67 (1923) S. 1163: Leistungsversuche an einer Gegendruckturbine der Ersten Brünner Maschinenfabriks-Gesellschaft in der Nestomitzer Zuckerraffinerie in Nestomitz a. E.
Bd. 69 (1925) S. 1177: Leistungsversuche an einer Gegendruck-Dampfturbine.
Bd. 71 (1927) S. 747: Leistungsversuche an einer 11 000 kW-Zoelly-Dampfturbine.
Bd. 72 (1928) S. 421: Leistungsversuche an einem Dieselmotor mit Büchischer Aufladung.

…ie Anerkennung der wissenschaftlichen Leistungen …as im Dampfturbinenbau hat der Verein deutscher …eure ausgesprochen, als er, wie 1904 *G. de Laval* …*h. Parsons*, den bedeutendsten Erfindern auf dem Ge…ler Dampfturbinen, 1908 auch ihm die Goldene Grashof…münze verlieh. Die Widmung der Denkmünze hebt …rdienste *Stodolas* als Lehrer der Jugend hervor, „den …ltene Geschick, mit dem er das wissenschaftliche Rüst…ges Ingenieurs handhabt, ohne doch dabei die Bedürfnisse …haffenden Lebens aus den Augen zu verlieren, befähigt …ns das meisterhafte Lehrbuch von der Dampfturbine …henken". Unter den vielen Verehrern und Freunden, …*todola* zu seinem 70. Geburtstag Glück und ein un…rites Alter wünschen, wird auch der Verein deutscher …eure nicht fehlen.

…uf den reichen Inhalt der Festschrift, deren Er…en den äußeren Anlaß für die Veröffentlichung dieser …le bildet, kann an dieser Stelle nicht eingegangen …n. Wir haben uns damit begnügen müssen, die Namen …e zu nennen, die Beiträge zu dieser Schrift geliefert …e glauben aber unser Bestes über den wissenschaft…e Wert der Beiträge zu sagen, wenn wir an der Spitze …orliegenden Heftes und an der Spitze der in diesen …e erscheinenden Ausgabe der Zeitschrift „Archiv für …rewirtschaft und Dampfkesselwesen" je einen dieser …ge in vollem Wortlaut abdrucken. Der Abdruck …ier Beiträge ist in Aussicht genommen. [E 2895]

C. Matschoß

…sberichte der Gewerbeaufsichtsbeamten und Berg…rden für das Jahr 1927. 1. bis 4. Bd. Berlin 1928, …chsarbeitsministerium. Insgesamt 3119 S. Preis zus. … *RM*.

…nerhalb von 85 Aufsichtsbezirken im Reich erfassen …hresberichte für das Jahr 1927 rd. 460 000 Besichtigun…on 243 000 Betrieben mit rd. 7,85 Mill. Arbeitnehmern. …erasche Übersicht gestattet die Gliederung nach: Ar…hmer im allgemeinen, Schutz der Arbeitnehmer vor …ren, wirtschaftliche und sittliche Zustände.

…ereinzelt wird der dankenswerte Versuch unternom…n die bei der Durchführung von Rationalisierungsmaß…en auftretenden Erscheinungen hinsichtlich der wirt…lichen und sozialen Auswirkung, der Beeinflussung der …zahlen und nach der physiologischen Seite hin zu …uchen. Eine Senkung der Unfallzahlen und der Krank…age in zweckmäßig organisierten Fließarbeitsanlagen …ro festgestellt, eine Erscheinung, die sich mit den Er…ngen, die man an die Einführung der Fließarbeit ge…ht hat, deckt. Auch den Unfall- und Gesundheits…en beim Spritzguß hat man erhöhte Aufmerksamkeit …andt. Bei vorschriftsmäßiger Durchführung sind … nennenswerte Erkrankungen festzustellen gewesen.

…in großer Teil der Gewerbezweige stand im Jahr 1927 …ichen einer, wenn auch nur vorübergehend gebesserten …rtschaftslage. In diesem Zusammenhang stand die Ein…llung einer vermehrten Zahl von Arbeitnehmern, teil…is auch ein Mangel an gelernten Arbeitskräften. Damit …t ich besonders in der Stein-, Bau- und Metallindustrie …n Transportgewerbe die Zunahme der gemeldeten Un…lerklären. Die vielfach beobachtete Zunahme der ge…lichen Unfälle hängt jedoch anderseits mit den in den …n Jahren durchgeführten Änderungen und Ergänzun…r Reichsversicherungsordnung zusammen, wonach z. B. auch ein Unfall auf dem Wege von und zur Arbeitsstätte als entschädigungspflichtig anerkannt wird. Die Bemühungen der Gewerbeaufsichtsbeamten bei ihren oft wenig dankenswerten und viel Takt erfordernden Feststellungen werden im allgemeinen von den Betrieben gefördert; ein sehr erfreuliches Zeichen.

[E 2828] *Schildberger*

American lubricants. Von *L. B. Lockhart.* 3. Aufl. Easton, Pa. 1927, The Chemical Publishing Co. 408 S. m. Abb. Preis 5 $.

In 40 Kapiteln und zwei Anhängen werden die Gewinnung der Schmiermittel, ihre Eigenschaften, die Anwendung, die physikalischen und chemischen Untersuchungsmethoden gründlich dargestellt. Den Bedingungen für Bestellung und Abnahme ist der Raum von 22 Kapiteln gewidmet, was die Schrift besonders wertvoll macht. Eine Reihe nützlicher Zahlentafeln bildet den Schluß der sorgfältigen Arbeit, die gemäß dem Vorwort hauptsächlich dem Einkäufer und Verbraucher zur Unterstützung dienen soll. In der Tat hat man nach Studium des Buches den Eindruck, daß derjenige, der sich den Inhalt zu eigen gemacht hat, weiß was er bestellen soll und in der Lage ist zu beurteilen, ob die Lieferung der Bestellung bzw. dem Angebot entspricht.

Es ist nicht möglich, auf gedrängtem Raum näher auf Einzelheiten des reichen Inhaltes einzugehen; an allen Stellen zeigen sich Wissen und Erfahrung einer fortschrittlich gesinnten Persönlichkeit, die den Leser nach besten Kräften fördern will. Erfreulich ist, daß S. 114 von der absoluten Zähigkeit, deren physikalische Dimensionen leider falsch angeführt sind, gesagt wird, sie sei noch nicht eingebürgert im Ölgeschäft, aber sie werde es ohne Zweifel werden.

Auch bei den Abnahmevorschriften findet sich manches, was dem erfahrenen Leser aus der Seele gesprochen ist; so S. 221, wo es heißt: daß die Öle besser sind als das vorgelegte Muster, wird nicht angerechnet. Also auch jenseits des großen Wassers Vorsicht gegenüber den geschäftstüchtigen Verkäufern, die „bessere" Öle als verlangt liefern, und damit gewöhnlich eine umfangreiche Maschinenreparatur vorbereiten.

Für den, der mit amerikanischen Schmiermitteln zu tun hat, ist das Buch ein unentbehrlicher Ratgeber.

[E 2754] *G. Duffing*

Engineering chemistry. Von *Thomas B. Stillman.* 6. erweiterte Aufl. bearb. von *Albert L. Stillman.* Easton, Pa. 1928, The Chemical Publishing Co. 1093 S. m. 235 Abb. Preis 12,50 $.

Vorliegendes Handbuch, dessen erste Auflage schon vor 33 Jahren erschien, gibt über die chemischen und physikalischen Untersuchungsverfahren der meisten, besonders von Betriebsingenieuren und -chemikern benötigten Werk-, Betriebs- und Hilfsstoffe Auskunft. Es behandelt metallische Werkstoffe, Baustoffe, besonders Zement, feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe, Öle und Fette, Seifen, Farben, Lacke, Wasser und Papier. Porzellan, Kautschuk, Gespinstfaser und ähnliche Stoffe sind nicht behandelt.

Das Buch ist unter Mitwirkung der namhaftesten amerikanischen Institute, Gesellschaften und Firmen entstanden und gibt damit die Gewähr, daß in ihm auch die jetzt in den Vereinigten Staaten von Amerika gebräuchlichen Untersuchungsverfahren verzeichnet sind. In den meisten Abschnitten findet man Verfahren, die in Europa weniger bekannt sind, während man umgekehrt einige hier übliche Verfahren vermißt. Der behandelte Stoff ist klar eingeteilt. Die Untersuchungsverfahren sind, wo nur angängig, in sehr übersichtlichen Tafeln zusammengestellt; nur vermißt man manchmal eine Erläuterung des bei der Prüfung sich abspielenden Vorganges. Das Handbuch leistet Chemikern und Ingenieuren, die mit den in Amerika üblichen Prüfverfahren bekannt werden wollen, gute Dienste.

[E 2755] Dr. *Ploetz.*

Die Praxis der planmäßigen Entwässerung im Braunkohlenbergbau. Von *J. Nahnsen.* Halle (Saale) 1929, Wilhelm Knapp. 59 S. m. 37 Abb. Preis 6,90 *RM*.

Nahnsen beschreibt die verschiedenen Verfahren zur Entwässerung des Braunkohlengebirges und stellt den Satz auf, daß jedes Gebirge entwässerbar ist. Abdämmung ist nur eine Maßnahme der Notwehr. Zum Entwässern wendet man Schächte und Strecken, Filter verschiedener Art und Tiefbrunnen an. Die Erkenntnis des Verfassers, daß eine Entwässerung nur gelingt, wenn man der Luft ungehemmten Zutritt in die zu entwässernden Schichten gibt, ist bedeutungsvoll und in dieser Klarheit noch nicht ausgesprochen. Das für den Braunkohlenbergmann wichtige Büchlein ist mit zahlreichen Abbildungen über Entwässerungsarbeiten, -pumpen und andere -einrichtungen ausgestattet und bringt auch Beispiele mit Zahlenangaben aus den umfangreichen Erfahrungen des Verfassers. [E 2844] *G. Klein*

Handbuch für Eisenbetonbau. 4. Aufl. Herausgeg. von *F. Emperger.* 6. Bd. 2. T.: Dachbauten, Kragdächer, Schalen und Rippenkuppeln. Bearb. von *H. J. Kraus* und *Fr. Dischinger.* Berlin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 390 S. m. 584 Abb. Preis 28 *RM.*

Gegenüber der erst vor 8 Monaten erschienenen 3. Auflage sind nur wenig Änderungen vorgenommen worden. Neu hinzugekommen ist das 10 Seiten umfassende Kapitel „Kragdächer", das Beispiele von Bahnsteighallen und Industriebauten bringt. Wie schon bei Besprechung der 3. Auflage hier hervorgehoben wurde, ist die wichtige Frage der Eindeckung der Eisenbetondächer nicht eingehend genug behandelt worden. Dies gilt vor allem für die konstruktiven Einzelheiten der Oberlichter und der Ausführungen in Glaseisenbeton, aber auch für die Regelausführungen der Eindeckung ebener und gekrümmter Dachflächen.

[E 2578] Prof. Dr.-Ing. *Birkenstock*

Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene. Herausgeg. von der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene. Neue Folge. 23. H.: **Das Tiefdruckverfahren.** Bearb. von *R. Krug, Fr. Rothe* und *H. Wenzel.* Berlin 1929, Julius Springer. 30 S. m. 18 Abb. Preis 3,60 *RM.*

Die Schrift ist als Bericht des Technischen Ausschusses der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene auf eine Anregung des Verbandes der Deutschen Buchdrucker hin verfaßt worden. An der Hand guter Abbildungen und Zeichnungen wird nach einer geschichtlichen Einleitung die Arbeitsweise der Tiefdruckmaschinen, sowie die Anfertigung der Photographie, der Kopie, der Ätzung und des Druckes beschrieben. Es wird gezeigt, daß die gesundheitlichen Schädigungen, die durch Verdunsten der unentbehrlichen Farbenlösungsmittel (Benzol, Toluol, Xylol usw.) verursacht werden, nicht durch Änderung der Bauart der Maschinen selbst verhindert werden können. Vielmehr können nur bei ausgiebigster Anwendung von Absaugvorrichtungen für Gase und peinlichster Befolgung aller für ähnliche Betriebe schon bestehenden gewerbehygienischen Vorschriften Gesundheitsschädigungen der Arbeiter vermieden werden. Zum Schluß wird dargetan, daß bei Bränden nur Schaum-, Trocken- oder auch Tetralöscher in Frage kommen. [E 2863]

Hblr.

Die Deutsche Wirtschaft in Karten. Von *Ernst Pfohl* und *Ernst Friedrich.* Berlin 1928, Reimar Hobbing. 240 S. Preis 36 *RM.*

In ziemlich weitgehender Gliederung der einzelnen Wirtschaftsgruppen, die sich an die Fassung der beim Reichsamt für Statistik üblichen anschließt, gibt der Verfasser eine für den Praktiker sehr brauchbare Standortübersicht der einzelnen Industrie- und Gewerbezweige einschließlich Herausarbeitung der industriellen Großbetriebe. Es wäre vielleicht gut gewesen, nicht nur die Zahlen der Gewerbeaufsicht-Statistiken, sondern auch die der amtlichen Betriebs- und Berufszählung 1925 in weitestgehender Weise auszuwerten. Die gewählte Darstellungsart für Wirtschaftszahlen auf den einzelnen Kartenblättern, Genauigkeit der Maßstäbe und der drucktechnischen Behandlung erleichtern den Gebrauch. Die den einzelnen Standortkarten beigegebenen Texte bringen die wichtigsten Angaben, so daß man über jeden Zweig eine gewisse Übersicht gewinnt. Das Kartenwerk bietet in Verbindung mit umfangreicheren Zahlenunterlagen aus den amtlichen Statistiken ein wertvolles Hilfsmittel für die Marktforschung.

[E 2822] *Bader*

Vorlesungen über Maschinenelemente. Von *M. ten Bo*
1. H.: **Festigkeitslehre.** 72 S. m. 104 Abb. Preis 6
3. H.: **Wellen und Lager.** 86 S. m. 141 Abb. P
6,60 *RM.* Berlin 1929, Julius Springer.

Stilkes Rechtsbibliothek, 44. Bd.: **Automobilgesetz.** *Fritz Müller.* 4. Aufl. Berlin 1929, Georg Stilke. 101 Preis 22 *RM.*

Power resources of the world. Zusammengest. von *H Quigley.* London 1929, World Power Conference. 17 Preis 21 s. Das Buch kann durch die VDI-Buchhandl bezogen werden. Verkaufspreis 22 *RM.*

Steam turbines. Von *James Ambrose Moyer.* 6. A New York 1929, John Wiley & Sons. 557 S. m. 231 Preis 22 s 6 d.

Vibration problems in engineering. Von *S. Timoshe* New York 1928, D. Van Nostrand Comp. 351 S. m. Abb. Preis 4,50 $.

Das Erdöl. Begründet von *C. Engler* und *H. Höfer.* 2. A Herausgeg. von *J. Tauß.* 3. Bd., 2. T.: **Lagerung Transport des Erdöls und seiner Produkte zu La** Von *Julius Swoboda.* Leipzig 1929 S. Hirzel. 256 S. 179 Abb. und 13 Taf. Preis 28 *RM.*

Chemie in Einzeldarstellungen. Herausgeg. von *Ju Schmidt.* 14. Bd.: **Die künstlichen Harze.** Von *Johan Scheiber* und *Kurt Sändig.* Stuttgart 1929, Wissensch liche Verlagsgesellschaft. 376 S. m. 29 Abb. Preis 28

Haeders Hilfsbücher für Maschinenbau. **Der kranke und Ölmotor.** Aus der Praxis von *Hermann Haeder.* ausgeg. von *Walter Haeder.* 5. Aufl. Berlin 1929, Rich Carl Schmidt & Co. 467 S. m. 960 Abb. Preis 16

Maßanalytische Verfahren und deren Anwendung in Z stoffabriken. Von *Erik Oeman.* Übers. von *W. Schm* Berlin 1928, Verlag „Zellstoff und Papier" Carl Hofm 119 S. m. 14 Abb. Preis 5 *RM.*

Handbook of refrigerating engineering. Von *W. R. W rich.* New York 1929, D. Van Nostrand Comp. 331 S. 45 Abb. Preis 4 $.

Practical Finishing Series, 4. Bd.: **Practical railw painting and lacquering.** Von *H. Hengerveld, C. P. Dis* und *William J. Miskella.* Chicago 1929, Finishing search Laboratories, Inc. 242 S. m. 164 Abb. Preis 3,5

Naval electrical manual 1928. 1. Bd. London 1928, Majesty's Stationery Office. 812 S. m. zahlr. Abb. P 12 s 6 d.

Vom Wasser. Ein Jahrbuch für Wasserchemie und Was reinigungstechnik. Herausgeg. von der Fachgruppe Wasserchemie des Vereins Deutscher Chemiker. 2. 1928. Berlin 1928, Verlag Chemie. 280 S. m. 72 Abb. 1 Taf. Preis 16 *RM.*

Berichtigung

Maschinenteile — Neue Forschungen und Erfahrunge

Prof. *J. Bach,* Chemnitz, legt Wert darauf, die in Bd. 73 (1929) Nr. 11 S. 360 erwähnte Äußerung dahin berichtigen, daß er nicht die Zuverlässigkeit der *Stribe schen* Formel für Dauerfestigkeit angezweifelt hat. Er lediglich hervorheben wollen, daß die Formel auch mit von ihrem Urheber angegebenen Beschränkung auf Kohl stoffstähle es wahrscheinlich mache, daß zwischen statischen Zugfestigkeit und der Dauerfestigkeit gewi gesetzmäßige Beziehungen bestehen, die uns davor warn sollten, die erstere als Wertmesser für das Material ger zu achten. [D 2947

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

73 SONNABEND, 18. MAI 1929 Nr. 20

FÜNFZIG JAHRE ELEKTRISCHE EISENBAHN

er *George Stephenson* der elektrischen Eisenbahn heißt *Werner von Siemens.* Nach der Erfindung der namomaschine begeistert er sich bereits für die Andung der Kraftübertragung und besonders für die trischen Bahnen. Schon damals glaubt er daran, a die Kraftübertragung noch wichtiger werden würde, die elektrische Beleuchtung. Am 1. Mai vor 50 Jahren nten die Berliner in ihrer Gewerbeausstellung die re elektrische Bahn, erbaut von *Werner von Siemens,* n Augenschein nehmen, die besolere Begeisterung auslöste, als i einige Wochen in Betrieb geomen, später die Besucher durch li vielbewunderte Ausstellung r Lehrter Bahnhof fahren konnte. 9. Mai 1879 hielt *Werner o Siemens* im Verein zur Beförung des Gewerbefleißes einen trag „Über die elektrische Eisenbahn der Berliner Gewerbestellung", den wieder zu lesen, et beim 50. Geburtstag der elekrchen Eisenbahn einen besonler Genuß gewährt. *Werner o Siemens* führte aus:

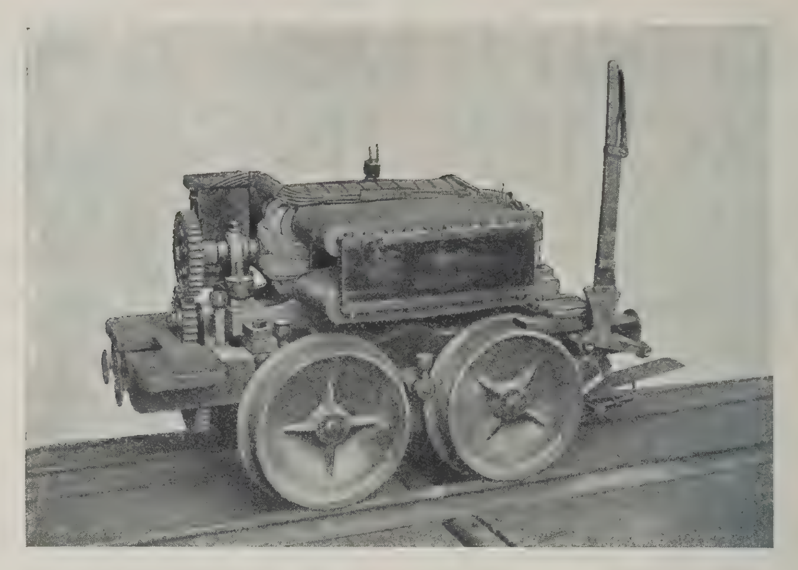
„Die erste Veranlassung zu der richtung gab eine Anfrage des ameisters *Westphal* aus Kottbus ür die Möglichkeit, die Kraft dort rbrannter Kohlen nach Berlin zu nsportieren. Der Betreffende te nämlich eine Bemerkung nes Bruders *Wilhelm* in London ür die Möglichkeit des Transrts der Kraft des Niagarafalles esen und wollte dies hier in die xis übertragen. Ging dies auch ait an, so sind wir doch der he nähergetreten, um zu sehen, w weit sich die elektrische Kraftrasmission zum Transportiren n Schienenbahnen benutzen lasse. Versuch, den wir machten, ist recht gut ausgefallen. Einrichtung, wie sie Ihnen in der Ausstellung ententritt, ist folgende: Es ist eine kleine schmalspurige an, bei der die Schienen in einer Kurve in sich zurückren, angelegt. In der Mitte derselben befindet sich dritte Schiene, ein aufrechtstehendes Flacheisen[1]). Lokomotive trägt zwei Rollen, durch welche sie mit letzteren in Verbindung steht — ob Rollen oder Bisten besser sind, muß noch ausprobirt werden. Eine ynamo-elektrische Maschine steht in der Maschinenhalle ur eine gleiche bildet die Lokomotive."

Werner von Siemens
1816—1892
(Nach einem Gemälde von Lenbach)

Der Vortragende führt dann Weiteres über die Wirkungsweise aus, da er wußte, wie wenig man noch von dem Grundgedanken der elektrischen Kraftübertragung kannte. Er kommt dabei nochmals auf das Prinzip der dynamo-elektrischen Maschine, das er der Berliner Akademie der Wissenschaften im Januar 1867 mitgeteilt hatte, zurück:

„Die ganze Sache ist aber noch zu neu, um schon jetzt bestimmte Angaben über die Grenze des praktisch Erreichbaren machen zu können .... wie weit sich der Arbeitsverlust bei der elektrischen Kraftübertragung wird vermindern lassen, läßt sich noch nicht beurtheilen. Vorläufig wird man sich mit 30 bis 40 Procent effektiver Arbeitsleistung begnügen müssen .... Ich meine, es wird schon jetzt Fälle geben, wo elektrische Kraftübertragung sowie auch elektrische Lokomotiven praktisch mit Vortheil verwendbar sind. Die Maschine der Ausstellung ist ursprünglich nicht dazu gemacht, um die 3 eleganten kleinen Personenwagen mit 18 bis 24 Personen in 1 bis 2 Minuten über die gegen 300 m lange Kreisbahn zu befördern, sondern um aus den Kohlenstollen des Herrn *Westphal* Kohlen zu Tage zu fördern! Man muß daher auch ihre Leistungen als Schnellzuglokomotive für das Ausstellungspublikum mit Nachsicht beurtheilen! Die Frage der Ausdehnung, welche der Anwendung der dynamo-elektrischen Maschine möglicherweise zu geben ist, ist bisher schwer zu entscheiden. Sie hängt einmal vom Leitungswiderstande der Schienen und zweitens von der Möglichkeit ab, dieselben hinreichend zu isoliren. Das erste Erforderniss, geringer Leitungswiderstand der Schienen, läßt sich bei längeren Bahnen zum Theil dadurch erreichen, daß man von Zeit zu Zeit neue primäre Dynamomaschinen aufstellt, welche die elektrische Spannungsdifferenz zwischen der inneren und den äußeren Schienen aufrecht erhalten. Das zweite wird sich für längere Bahnen kaum auf anderm Wege erfüllen lassen als durch Konstruktion hängender Eisenbahnen. Im ersten Erfindungseifer nach Auffindung des dynamo-elektrischen Principes und der dadurch gegebenen Möglichkeit, beliebig starke Ströme billig zu erzeugen, träumte ich schon von einem Netze hängender elektrischer Eisenbahnen

[1]) Vergl. S. 697 dieses Heftes, Abb. 1.



Die erste elektrische Lokomotive der Welt von *Siemens* auf der Berliner Gewerbeausstellung 1879; Fahrgeschwindigkeit 7 km in der Stunde.

Leistung der Lokomo 3 PS bei 150 V Spann und 600 bis 700 Umdreh gen des Motors in Minute; Kraftübertrag auf die beiden Ach mittels Stirn- und Ke räder mit einer Gesa übersetzung von 2,45

über den Straßen Berlins, dessen niedriger Wasserstand leider kein unterirdisches Eisenbahnnetz gestattet, und gab dem auch in einer Mitteilung an dieser Stelle Ausdruck. Es war aber ein langer Weg technischer Fortschritte bis zum jetzigen Standpunkte erst zurückzulegen, und es wird auch noch ferner viel Wasser durch die Spree fließen, bevor mein Traum auch nur in beschränktem Massstabe zur Ausführung kommen kann."

Auch mit dem Schlußsatz hat *Werner von Siemens* Recht behalten. Wie viel wissenschaftliche, technische und industrielle Arbeit gehörte dazu, um über den heutigen Stand des Erreichten in der Weise berichten zu können, wie es in diesem, der elektrischen Bahn gewidmeten Heft der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure geschehen ist. Nur an einige wenige aus der großen Geschichte der elektrischen Eisenbahn herausgegriffenen Tatsachen sei noch kurz erinnert.

Es wurde damals in Berlin die Stadtbahn gebaut; ein riesiges technisches Unternehmen jener Zeit. *Siemens* plant sofort, Berlin mit einem Netz von elektrischen Hochbahnen durchziehen zu lassen, als Zubringer für die Stadtbahn. Durch die Friedrichstraße soll eine solche Hochbahn gehen. Aber erfolgreich wehren sich die Anwohner gegen dieses neue Verkehrsunternehmen, bei dem man von der Bahn aus einem in die Wohnungen des ersten Stockes hineinblicken könne. Der Plan wird abgelehnt, obwohl man gerade damals in Amerika Hochbahnen mit Dampfbetrieb einrichtete.

Diese Pläne aber zeugen noch heute von der seiner Zeit weit vorauseilenden Gestaltungskraft *Werner von Siemens'*. Einen wichtigen Schritt vorwärts bedeutete es, als *Siemens* im Mai 1881 die erste elektrische Straßenbahn, Anhalter Bahnhof – Lichterfelde, eröffnen konnte. Er hatte ein praktisch brauchbares Verkehrsmittel entwickelt gegenüber der kleinen, mehr zufällig entstandenen Ausstellungsbahn von 1879. *Werner von Siemens* schreibt hierüber am 13. Mai 1881 nach der ersten Probefahrt an seinen Bruder *Wilhelm* nach London:

„Gestern ist unsere elektrische Bahn in Lichterfelde mit großem Glanz eröffnet. Der Eisenbahnminister *Maybach* mit seinen Räten, ebenso der Reichspostminister *Stephan* waren zugegen. Alle waren überrascht und erstaunt, einen gewöhnlichen Eisenbahnwagen und nicht den von der Ausstellung her bekannten kleinen Wagen mit einer kleinen Lokomotive zu sehen. Der Eisenbahnminister erklärte unter dem Eindruck dessen, was er hier in Lichterfelde zu sehen bekam, daß er jetzt an den Ernst und die große Zukunft der elektrischen Lokomotive glaube."

Damit schien der Weg für eine schnelle und starke Entwicklung in Deutschland und Europa gegeben. Aber Amerika kam hier zunächst schneller voran. In Deutschland wehrte man sich gegen die Oberleitung. Die Behörden machten Schwierigkeiten, die lange Zeit unüberwindbar schienen. In Amerika, wo die erste Straßenbahn 1884 eröffnet wurde, half die große Ausdehnung der Städte, das stark empfundene Bedürfnis, schneller voranzukommen, die Entwicklung der elektrischen Bahn b schleunigen. Dieser Anreiz führte auch zu sehr wic tigen technischen Verbesserungen, mit denen der Nar des großen Amerikaners *Sprague* verbunden ist. *Wern von Siemens* ließ sich hierüber sehr eingehend unte richten. Im März 1889 schreibt er an *Schwieger:* „S sehen, daß das Fortschrittsrad über uns fortgeht, we wir hier nichts tun", und „Die Entwicklung der ele trischen Bahn wird auch in Europa bald das ame kanische Tempo annehmen und wir können dann u möglich zurückbleiben". 1885 hatte Amerika 12 km Glei länge und 13 Wagen in Betrieb, Europa 22 km m 35 Fahrzeugen, 1890 hat Amerika bereits 1142 km Ba mit 1230 Wagen, Europa nur etwa 71 km mit 140 Wage

Amerikanische Erfahrungen und Konstruktione wurden in Deutschland besonders durch die m Amerika in engster Fühlung arbeitende Union Ele trizitäts-Gesellschaft, die später mit der Allgemein Elektricitäts-Gesellschaft — AEG — vereint wurde, g fördert. Halle a. S. war die erste deutsche Stadt, die 18 die Möglichkeit bot zu einem von der Union E.-G. e bauten Straßenbahnnetz. Der Ehrgeiz deutscher Städ auch elektrisch zu fahren, macht sich jetzt sehr stark b merkbar. Die neunziger Jahre bringen große Entwic lungen. Elektrische Bahnen werden zu wichtigen Auftra gebern der Industrie. Eine ausnehmend große Ingenieu arbeit war zu leisten. Die Stromzuführung wurde e wickelt, die Motoren sehr weitgehend verbessert. Zu Gleichstrom, der zuerst allein herrschte, gesellte sich d Drehstrom und später der einphasige Wechselstrom.

1901 erregten die Schnellbahnversuche von Siemens Halske und der AEG das Interesse der ganzen Welt. Ma erreichte mit diesen Drehstromwagen eine Geschwindigke von rd. 200 km in der Stunde. Noch nie zuvor hatte ein Ve kehrsmittel Menschen so schnell dahingetragen. Die tec nische Tat bleibt hoch zu bewerten, auch wenn sich d wirtschaftliche Auswertung noch nicht ermöglichen lie Zu den elektrischen Flachbahnen kamen die Hoch- un Untergrundbahnen Berlins. Die erste Erfüllung der Plä *Werner von Siemens'* wurde am 18. Februar 1902 dem Ve kehr übergeben. Die Ingenieure aber wollten nicht nur i den Straßen der Großstadt elektrisch fahren. Der Pla Vollbahnen auf elektrische Betriebe umzustellen, wur immer lebhafter erörtert. Viel Lehrgeld war auch hier z zahlen, aber die Aufgabe wurde gelöst. Heute werde von Schweizer Vollbahnen bereits 58 vH elektrisch be trieben, in Deutschland 3 vH.

So sind die kühnen Ideen *Werner von Siemens'* dur die Mitarbeit mancher Generation von Erfindern un hervorragenden Ingenieuren in einem Zeitraum von nu 50 Jahren verwirklicht worden, wie es sich auch di gutgläubigsten Benutzer der ersten elektrischen Bah 1879 nie haben träumen können. In dem großen tec nischen Genie liegen auch heute noch ungeahnte Quelle des großen technischen und wirtschaftlichen Fortschritte

[B 2959] *C. M.*



1Do1-Schnellzuglokomotive mit Einzelachsantrieb der Deutschen Reichsbahn.

Elektrischer Zugbetrieb auf der Reichsbahn

Von Reichsbahndirektor W. WECHMANN, Berlin

Geschichtlicher Rückblick auf die Entwicklung der elektrischen Zugförderung / Der heutige Stand bei der Deutschen Reichsbahn / Die Gründe für die Wahl des Einphasenstromes / Lokomotiven, Triebwagen, Fern- und Fahrleitungen.

...t jenem Sommer, in dem *Werner Siemens* in der Ber...iner Ausstellung zum ersten Male einen elektrisch be...ienen Eisenbahnzug zeigte, verstrichen mehr als dreißig ...le, bis auf einer Hauptbahn in Deutschland eine elek...ische Lokomotive in Betrieb genommen wurde. Die ...ke Dessau – Bitterfeld wurde im Jahre 1911 die klas...se Versuchsbahn für den elektrischen Hauptbahnbe...ie. Bald darauf wurden auch in Bayern und in Baden ...sbahnstrecken auf elektrischen Betrieb umgestellt. Es ...m dies die Strecken Garmisch – Mittenwald und ...l – Zell im Wiesental nebst Schopfheim – Säckingen. ...cheint es, als ob sich die elektrische Lokomotive im ...ältnis zu den stürmischen Fortschritten der übrigen ...nik äußerst schleichend zu einer für den praktischen ...isenbahnbetrieb brauchbaren Maschine entwickelt hat. ...Virklichkeit war aber jene winzige Ausstellungsloko...ive mit ihren 2¼ kW Leistung der Vorläufer nur der ...enbahnwagen, deren Motoren bald auf die zehn- und ...zigfache Leistung heranwuchsen. Alsdann erschie...r die Grubenlokomotiven. Hierauf mußte der Motor...trukteur immer noch einen gewaltigen Sprung aus...hen, um zu den im Vollbahnbetrieb erforderlichen Lei...ungen und Spannungen zu gelangen. So setzte der Bau ...relektrischen Lokomotive für den öffentlichen Eisen...verkehr erst um das Jahr 1895 ein. Einige Jahre ...auf, kurz nach der Jahrhundertwende, erkannte man ...edeutung des Wechselstroms für Fernbahnen, und so ...es, auch für diese Stromart einen brauchbaren Motor ...zubilden. Dieser mußte sich ebenfalls erst über den ...eren Triebwagenmotor (Blankenese – Ohlsdorf) zum ...motivmotor entwickeln, der auf den oben genannten ...ken seine Brauchbarkeit zeigen sollte. Zu jenen ...n Versuchsbetrieben gesellten sich noch die weiteren ...len schlesischen Gebirgsbahnen und auf den Strecken ...i Bad Reichenhall.

...er Krieg brachte die weitere Entwicklung fast zum ...tand. Um so erfreulicher war es, daß sich bald nach ...Kriege der damalige Reichsverkehrsminister *Groener* ...r die Einführung des elektrischen Zugbetriebes auf größeren Streckengebieten stark einsetzte. Dies war deshalb bedeutungsvoll, weil ja Versuchsbetriebe immer nur gewisse Eigenschaften der zu untersuchenden Betriebsweise, namentlich solche auf konstruktivem Gebiet, erforschen können, z. B. die zweckmäßige Bauart einer elektrischen Schnellzuglokomotive oder einer Fahrleitung für hohe Geschwindigkeiten. Die beschränkte Ausdehnung des Versuchsbetriebes gestattet aber nicht, eine Reihe von Vorzügen des elektrischen Zugbetriebes klarzustellen, z. B. die Ausnutzbarkeit der Lokomotiven im Fahrdienst oder geeignete Verfahren der Ausbesserung und Unterhaltung unter Verwendung von Austauschbau mit einem Stamm gut eingearbeiteter Handwerker.

Glücklicherweise konnten die Ideen *Groeners*, wenn auch nur zum kleinen Teil, in dem Jahrzehnt nach dem Kriege verwirklicht werden. Während im Jahre 1918 die Länge der elektrisch betriebenen Strecken der Reichsbahn rd. 300 km betrug, wuchs sie bis zum Frühjahr 1929 einschließlich der Stadt- und Vorortstrecken auf rd. 1560 km, also auf das Fünffache. Der Stromverbrauch für die Zugförderung betrug im Jahre 1918 etwa 23 Mill. kWh und erreichte im Jahre 1928 den Wert von etwa 325 Mill. Abb. 1 zeigt die Entwicklung der elektrisch betriebenen Strecken der Reichsbahn und ihres Stromverbrauchs in den letzten 25 Jahren.

Ein größerer Teil der gesamten Streckenlänge, nämlich etwa 700 km, bildet ein betrieblich zusammenhängendes Netz in Bayern, dessen Ausdehnung aus Abb. 2 und 3 hervorgeht. Es sind dies im wesentlichen die von München nach Norden, Osten und Süden abgehenden Linien. Etwa halb so lang sind die elektrisch betriebenen Strecken der schlesischen Gebirgsbahn Breslau – Hirschberg – Görlitz nebst Zweiglinien und Verbindungsstrecken.

Die ursprüngliche Versuchstrecke Dessau – Bitterfeld ist nach der vollständigen Umstellung der Strecken Halle – Leipzig – Magdeburg auf elektrischen Betrieb auf eine Streckenlänge von 200 km erweitert worden. Die elektrisch betriebenen Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen, Abb. 4, weisen eine Streckenlänge von 240 km auf.

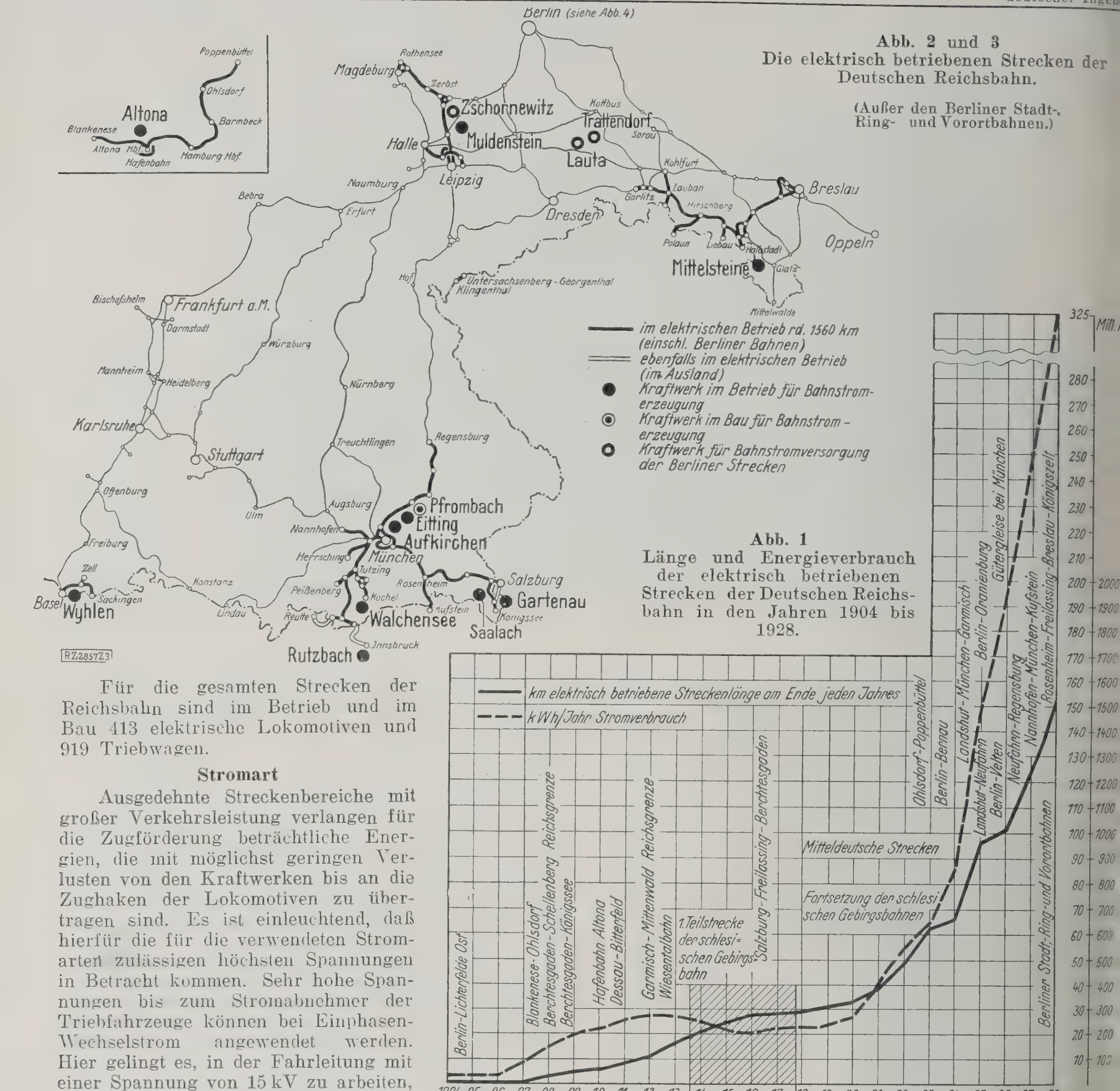


Abb. 2 und 3
Die elektrisch betriebenen Strecken der Deutschen Reichsbahn.
(Außer den Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen.)

Abb. 1
Länge und Energieverbrauch der elektrisch betriebenen Strecken der Deutschen Reichsbahn in den Jahren 1904 bis 1928.

Für die gesamten Strecken der Reichsbahn sind im Betrieb und im Bau 413 elektrische Lokomotiven und 919 Triebwagen.

Stromart

Ausgedehnte Streckenbereiche mit großer Verkehrsleistung verlangen für die Zugförderung beträchtliche Energien, die mit möglichst geringen Verlusten von den Kraftwerken bis an die Zughaken der Lokomotiven zu übertragen sind. Es ist einleuchtend, daß hierfür die für die verwendeten Stromarten zulässigen höchsten Spannungen in Betracht kommen. Sehr hohe Spannungen bis zum Stromabnehmer der Triebfahrzeuge können bei Einphasen-Wechselstrom angewendet werden. Hier gelingt es, in der Fahrleitung mit einer Spannung von 15 kV zu arbeiten, die sich mit einem Kupfergewicht von nur 900 kg/km je Gleis begnügt.

Den Entschluß, die Strecken mit einphasigem Wechselstrom zu betreiben, haben die drei eingangs genannten Staatsbahn-Verwaltungen in Deutschland bereits um die Jahreswende 1912/13 gefaßt. Auf Anregung der bayerischen Staatsbahnverwaltung wurde in einem Übereinkommen als Stromart Einphasen-Wechselstrom mit einer Nennspannung am Fahrdraht von 15 kV und einer Frequenz von 16⅔ Hertz festgelegt. Als nach Beendigung des Krieges die Staatsbahnen zur Reichsbahn zusammengeschlossen wurden, fand eine nochmalige Aussprache zwischen den Sachverständigen der Reichsbahn unter Hinzuziehung namhafter Persönlichkeiten der Wissenschaft und der Industrie über die Stromart statt. Auch damals wurde einstimmig anerkannt, daß für die Verhältnisse in Deutschland die bereits gewählte Stromart zweckmäßig ist. Inzwischen haben sich auch die Schweizerischen und die Österreichischen Bundesbahnen, die Schwedischen und die Norwegischen Staatsbahnen zu der gleichen Stromart bekannt. Im Internationalen Eisenbahnverband sind in den letzten Jahren für den Einphasenstrom die Spannung, die Frequenz und die zulässigen Schwankungen beider Größen genormt worden.

Die Wahl des Einphasenstroms für das Fernbahnnetz schließt nicht aus, daß für Bahnen, die einen besonderen Betrieb darstellen, andere, für sie geeignete Stromarten gewählt werden. So fiel für die Berliner Sta Ring- und Vorortbahnen im Jahre 1920 die Wahl a Gleichstrom mit 800 V Nennspannung.

Mit dem Wechselstrom werden die besten Erfahrung gemacht. Neben größter Einfachheit in dem Aufbau d Energieübertragungs- und Verteilanlagen, insbesondere d Fahrleitung, und in der Konstruktion der elektrisch Lokomotiven wird bei dieser Stromart die erforderlic Kupfermenge so gering wie möglich, was bei hohen Kupf preisen von größter Bedeutung ist.

Fahrleitung

Die Fahrleitung für Wechselstrombahnen ist den Jahren 1924 und 1925 in ihrem Gesamtaufbau v einheitlicht worden. Auch entstanden damals die „V schriften über die Ausführung und die Festigkeitsbere nung der Fahrleitungen für Wechselstrom-Fernbahne Gegenwärtig werden die Einzelteile dieser Fahrleitung, w Isolatoren, Fahrdrahtklemmen, genormt.

Die bei den ersten Fahrleitungsanlagen auf Bahnhöf und teils auch auf freier Strecke verwendeten schwer eisernen Fachwerkkonstruktionen[1]) quer zu den Gleis sind verlassen und haben auf Bahnhöfen Seilkonstru tionen Platz gemacht, Abb. 5. Diese gestatten zwisch

[1]) Vergl. S. 697 dieses Heftes.



Abb. 5
Reichsbahndirektion Breslau, Fahrleitungsanlage auf dem Bahnhof Kohlfurt.

... Masten eine beträchtliche Anzahl von Gleisen, zur ...ei bis zu 16 Stück, zu überspannen. Der enge Raum ...chen den Gleisen wird demnach nicht durch Maste ...ehr eingeschränkt. Die leichte Drahtseilkonstruktion ...er Querrichtung der Gleise behindert in keiner Weise ...Sicht auf die Signale. Dasselbe gilt auch von den ...etwa drei Jahren mit Erfolg verwendeten Vollkern...latoren, deren Durchmesser nicht viel größer ist ...sier der Seile und sonstigen eisernen Bauteile, s. Abb. 5. ...Vollkernisolatoren konnten von dem Zeitpunkt an be...ut werden, als es gelungen war, ein Porzellan herzu...en, das sich auch auf Zug hoch beanspruchen läßt (vgl. S. 701 dieses Heftes).

Unterwerke

Die an der Strecke verteilten Unterwerke, in denen ...Spannung des Bahnstromes von der Fernleitungs- auf ...e Fahrleitungsspannung herabgesetzt wird, hat die ...chsbahn bis jetzt als Gebäudestationen ausgeführt. Den ...gang zu dem billigeren und vor allem betriebsicheren ...iluftunterwerk bildet das im vergangenen ...e fertiggestellte Freiluftschaltwerk in Nieder Salz...n (Schlesien). In Zukunft werden zum mindesten die ...spannungsanlage und die ...rnsformatoren im Freien auf...ellt wurden.

Besondere Beachtung ver...n die Gleichrichter...rke der Berliner Stadt-, ...ig- und Vorortbahnen. Zum ...en Male auf der Welt ist hier ...Stromversorgung einer ver...hswichtigen Hauptbahn nur ...f Gleichrichterbetrieb aufge...a. Dieser geht völlig störungs...e vonstatten.

Fernleitungen

Für die Fernleitungen be...et leider noch keine einheit...e Spannung, weil die ersten ...agen schon im Jahre 1911, ...s zu einer Zeit entstanden ...r, wo Erfahrungen über ...kV-Anlagen noch nicht in ge...ündem Umfang vorlagen. So hat das Fernleitungsnetz Mitteldeutschlands eine Spannung von 60 kV und das in Schlesien von 80 kV. Erst bei der Elektrisierung der Durchgangslinien in Bayern ging die Reichsbahn auf 100 kV über.

Lokomotiven

Die bereits genannten 413 elektrischen Lokomotiven lassen sich der Konstruktion nach in zwei Klassen einteilen. Die erste Klasse umfaßt die zum größeren Teil älteren Lokomotiven, von denen nur ganz wenige Stücke jeder Gattung vorhanden sind. Sie dienten dazu, die Zweckmäßigkeit einer Konstruktion auszuproben. Es sind dies im ganzen 65 Stück. Es ist selbstverständlich, daß diese Lokomotiven an Unterhaltungskosten weit höhere Beträge erfordern als solche, von denen ganze Reihen gleicher Bauart im Betriebe sind. Allein die Vorhaltung von Ersatzteilen für nur ein oder zwei Lokomotiven belastet die Ausgabeseite sehr stark.

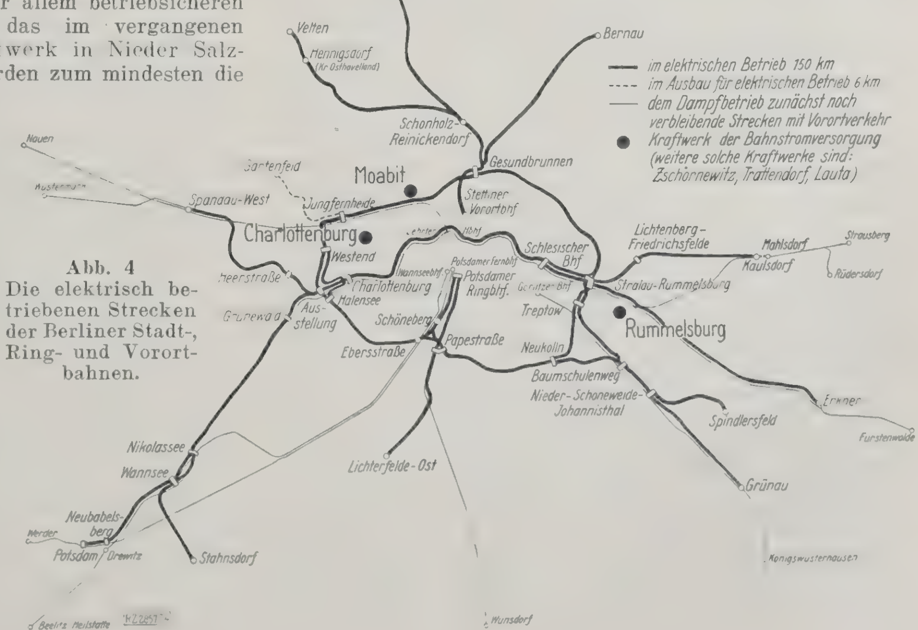


Abb. 4
Die elektrisch betriebenen Strecken der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen.

Von den Reihenlokomotiven sind 348 Stück in 15 Reihen vorhanden. Die kleinste Stückzahl einer Reihe beträgt sechs, die größte 79.

Diese Lokomotiven unterscheiden sich in konstruktiver Beziehung, abgesehen von den infolge der verlangten Höchstgeschwindigkeit vorgesehenen Abmessungen des Triebraddurchmessers, der Zahnradübersetzung usw., hauptsächlich durch die verschiedene Ausbildung des Antriebes und der Steuerung sowie durch die Aufteilung in einzelne Triebgestelle oder durch Verwendung eines durchlaufenden Rahmens.

Was den Antrieb anlangt, so werden bei einigen Bauformen mehrere Triebräder mittels Stangen von einem Motor oder einer Motorgruppe aus angetrieben (Gruppenantrieb), während in anderen Bauformen für jede Triebachse ein oder zwei Motoren vorhanden sind (Einzelantrieb). Unmittelbarer Einzelantrieb, bei dem der Anker auf der Triebachswelle sitzt, wird bei der Deutschen Reichsbahn nicht verwendet.

Es ist interessant, festzustellen, daß die erste deutsche Wechselstromlokomotive Einzelantrieb aufweist, und zwar unter Benutzung von Tatzenlagermotoren. Es ist dies die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft im Jahre 1907 hergestellte Lokomotive der damaligen Preußischen Staatsbahnverwaltung, die übrigens heute noch als Reichsbahn-Lokomotive auf der Hafenbahn in Altona ihren Dienst verrichtet. In der Folgezeit bis zum Krieg erhielten nur noch Lokomotiven mit sehr niedriger Höchstgeschwindigkeit (45 km/h) Tatzenlagermotoren, während für die schneller laufenden der Gruppenantrieb mittels Stangen bei verschiedenen Bauarten benutzt wurde. Bevorzugt wurden Blindwellen und Zahnrad-Vorgelegewellen. Die wichtigsten Vertreter dieser Bauweisen sind die einmotorigen Lokomotiven der Achsfolge 2 D 1 (Bergmann-Elektricitäts-Werke und Maffei-Schwartzkopff-Werke), die schweren Güterzuglokomotiven der Achsfolge C C (Brown, Boveri & Cie. und der Wasseg-Gruppe[2]), die Schnellzuglokomotiven 2 C 2 (Bergmann-Elektricitäts-Werke) und die leichten Güterzuglokomotiven 1 B + B 1 und 1 B B 1 (Bergmann und Maffei-Schwartzkopff).

Nachdem es in den letzten Jahren gelungen ist, die auf die Gewichtseinheit bezogene Leistung der Wechselstrommotoren bedeutend hinaufzusetzen, neigt die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft wieder mehr den Lokomotiven mit Einzelachsantrieb zu[3]). Die Hauptvertreter dieser Gruppen sind die Schnellzuglokomotiven 1 Do 1[4]) mit *Buchli*-Antrieb (Brown, Boveri & Cie.) und die gleicher Achsfolge mit *Westinghouse-Kleinow*-Antrieb (Wasseg-Gruppe), ferner die schweren Güterzuglokomotiven 1 Co + Co 1 mit Tatzenlagermotoren (Wasseg-Gruppe).

Die Steuerung der Lokomotiven ist bisher nicht vereinheitlicht. Die Mehrzahl der Lokomotiven besitzt elektromagnetische Schützensteuerung. Die von Brown, Boveri & Cie. gelieferten Lokomotiven haben Schlittenschalter nach Bauart dieser Firma selbst, während die von Bergmann, den Maffei-Schwartzkopff-Werken und der Pöge-Elektrizitäts-A.-G., gelieferten Güter- und Personenzuglokomotiven mit der Feinreglersteuerung, System Maffei-Schwartzkopff-Pöge, ausgestattet sind.

Triebwagen

Von den neueren Triebwagen für Fahrleitung seien erwähnt die in dem bayerischen Lokalverkehr eingestellten Wagen mit Transformator und Steuerung im Wagenkasten (elektrische Ausrüstung Brown, Boveri & Cie.) sowie die Schnelltriebwagen für die mitteldeutschen Flachlandstrecken, bei denen Transformator und Steuerung unten am Wagenkasten angehängt sind (elektrische Ausrüstung von der Wasseg-Gruppe).

Besondere Beachtung verdienen die neuen, seit 1926 bestellten Triebwagen der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen, von denen bis jetzt 568 Stück geliefert sind oder kurz vor der Anlieferung stehen. Die mehr als 2300 Motoren (je vier für einen Triebwagen nebst Ersatzstücken) sind von der Wasseg-Gruppe erbaut, während d[ie] neuartige ganzselbsttätige Klinkensteuerung von Ber[g]mann und Maffei-Schwartzkopff hergestellt worden ist.

[2]) Die Bezeichnung „Wasseg" ist aus den Abkürzungen AEG und SSW gebildet.
[3]) Vergl. hierzu die Arbeiten von *Tetzlaff* und *Schlemmer*, S. 676, und von *Sachs*, S. 677 dieses Heftes.
[4]) Der Zusatz o zur Kennzahl der Triebachsen bedeutet Einzelantrieb (ohne Stangen).

Schlußwort

Wenn in den vorstehenden Ausführungen die wic[h]tigsten Entwicklungsstufen des elektrischen Zugbetrie[bs] der Reichsbahn wie auch der gegenwärtige Stand ku[rz] behandelt worden sind, so dürfte auch ein Blick in d[ie] Zukunft am Platze sein. Bei der gegenwärtigen schlec[h]ten Finanzlage ist allerdings mit einer großzügigen weit[e]ren Umstellung auf elektrischen Betrieb kaum zu rechne[n]. Gleichwohl ist die Überlegung erlaubt, welche Strecke[n] aus rein betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen wo[hl] für eine Fortsetzung in Betracht kommen. Aus betrie[b]lichen Gründen wird man vor allem danach trachten, d[ie] bestehenden Netze zu erweitern und, wenn möglich, au[ch] zusammenzuschließen. Im Hinblick hierauf käme Mü[n]chen westwärts (süddeutsche Ostwestlinie) und auch nor[d]wärts nach Berlin in Betracht. Letztere würde das mitte[l]deutsche Netz mit dem bayerischen verbinden. Die schl[e]sische Hauptstrecke würde, da sie eine sehr starke Ve[r]kehrsleistung aufweist, mit verhältnismäßig gering[en] Kosten elektrisch betrieben werden können. Hierauf käm[e] ihre Verbindung durch Sachsen mit den Linien Berlin[–]München in Betracht. Auch die badische Nordsüdlinie i[st] von hervorragender Bedeutung für elektrischen Zugbetrie[b].
[B 2857]

Stand der elektrischen Zugförderung in außerdeutschen Ländern[1])

Land	Elektrisch betriebene Streckenlänge km	Gesamtnetzlänge km	Stromart
Schweiz Bundesbahnen	3 300	5 250	Einphasenstro[m]
Österreich	623	5 808	„
Italien	1 600	16 570	Drehstrom
Schweden	926	6 055	Einphasenstro[m]
Norwegen	206	3 235	„
Holland	135	3 627	Gleichstrom
Frankreich	1 560[2])	30 950	Gleichstrom u[nd] Einphasenstr[om]
Ungarn	143	7 110	Gleichstrom
Spanien	166[3])	7 000	Gleichstrom u[nd] Einphasenstro[m]
England	130	31 137	„
Vereinigte Staaten von Amerika und Kanada	2 900[4])	400 000	„
Japan	210	rd. 20 000	Gleichstrom
Chile	255[5])	8 500	„

[1]) Deutschland: elektrisch betrieben rd. 1560 km (Ende 19[..]) gesamte Streckenlänge 53 600 km.
[2]) Hiervon Südbahn 1040 km und Paris–Orleansbahn 520 km.
[3]) Ein neuer Bauplan sieht insgesamt 2043 km für die Umstellu[ng] auf elektrischen Betrieb vor.
[4]) „Elektrische Bahnen" Bd. 4 (1928) S. 355.
[5]) „Wasserkraft und Wasserwirtschaft" 1928 S. 22.

[N 3046] *Ro.*

Kennzeichnung der Achsfolge und der Antriebart elektrischer Lokomotiven[1])

Es bezeichnet z. B.:

1 B B 1 eine Lokomotive mit je einer Laufachse an d[en] Enden und vier Treibachsen, von denen je zwei Achs[en] miteinander gekuppelt sind. Alle vier Achsen hab[en] gemeinsamen Rahmen, zum Unterschied von einer

1 B + B 1-Lokomotive, bei der je zwei Treibachsen in einem Triebgestell gelagert sind,

1 D 1 eine Lokomotive mit vier gekuppelten Treibachse[n] einer vorderen und einer hinteren Laufachse und reine[m] Kurbelantrieb, hingegen

1 Do 1 eine Lokomotive mit vier einzeln angetriebene[n] Achsen, und zwar wird der Einzelachsantrieb, d. h. al[so] ohne Kuppelstangen, durch eine 0 (Null) gekennzeichn[et], die zu dem großen, die Achsenzahl angebenden Buc[h]staben ohne Zwischenraum auf die Zeile zu setzen i[st].

[N 3047] *Ro.*

[1]) „Einheitliche Bezeichnung der Lokomotiven, Tender und Trie[b]wagen." Berlin 1925. Vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltung[en] herausgegeben.

uere elektrische Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn

on Dipl.-Ing. TETZLAFF, Reichsbahnoberrat, Berlin, und Dipl.-Ing. SCHLEMMER, Reichsbahnoberrat, Mannheim

(Hierzu Tafel 1 und 2)

Vier kennzeichnende, in größerer Anzahl für die Reichsbahn beschaffte Gattungen von Einphasenlokomotiven geben Beispiele für die wichtigeren, neueren Entwicklungsgedanken im elektrischen Lokomotivbau Deutschlands: eine schwere Güterzuglokomotive mit Tatzenmotoren, zwei große Schnellzuglokomotiven mit verschiedenen Antrieben, Motorarten, Transformatorbauweisen und Steuerungen und eine leichtere Güterzuglokomotive mit Stangenantrieb und einer weiteren Steuerungsart.

ährend im Dampflokomotivbau bei allen deutschen Eisenbahnverwaltungen gewisse stetige Entwicksvorgänge vorzufinden sind, bietet die Entwicklung elektrischen Lokomotiven ein beträchtlich vielseies Bild und weist auch manche Sprünge auf, die lich tief in das Wesen der Fahrzeuge einschneiden. ist ohne weiteres erklärlich, weil der Bau elekher Lokomotiven bei den deutschen Eisenbahnen seit etwa 20 Jahren Bedeutung gewonnen hat, also iner Zeit wo die Dampflokomotive in ihren großen ndlinien schon seit Jahrzehnten feststand, außerdem , weil der elektrische Antrieb mannigfachere Wege chlagen kann. Auch heute steht noch nicht fest, die bei der Reichsbahn verwendeten Gattungen elekher Lokomotiven durchweg endgültig abgeschlos Erzeugnisse darstellen, mit deren wesentr Abänderung man auf längere Jahre hinaus nicht echnen brauchte. Vielmehr hat die Deutsche Reichs-Gesellschaft noch bis in die letzte Zeit einzelne suchslokomotiven bauen lassen, die ganz grundsätz Verschiedenheiten, besonders der Getriebe, aufsen und heute noch nicht so erprobt sind, daß man Folgerungen für die weitere Beschaffung eindeutig o sich sähe.

Die ersten deutschen elektrischen Vollbahnlokomon schlossen sich ziemlich eng den Grundgedanken e Dampflokomotivbaues an, hauptsächlich in den eine ohe Lokomotive vorwiegend kennzeichnenden Formen e Antriebs der Achsen. Man benutzte fast ausschließ-ic Kurbelgetriebe, die über Blindwellen die verhältnisig langsame Umlaufgeschwindigkeit eines oder auch vier Motoren ohne Übersetzung auf die Räder überrgen. Sehr bald ging man bei Güterzuglokomotiven zu rsetzungen über, um kleinere, schneller laufende Mon und leichte Ausrüstungen zu bekommen. Der ste grundlegende Schritt war sodann die Aufgabe e Stangenantriebs überhaupt zugunsten des Einzelsantriebs. Die einfachste Form des Achsmotors ohne es Zwischengetriebe, die in Amerika und Frankreich breitung gewonnen hat, findet man in Deutschland rhaupt nicht, vielmehr verwendet man bei Einzelsantrieb stets Zahnradübersetzungen.

Der bei Straßenbahnen längst eingeführte T a t z e n-t o r erschien bei Vollbahnlokomotiven verhältnisig spät. Es scheint, als ob sich die Erbauer der trischen Lokomotiven erst allmählich dahin umstellen ten, daß diese Fahrzeuge in mancher Beziehung den bwagen verwandter sind als den Lokomotiven bisiger Entwicklungsstufen. Die guten Erfolge, die man dem Jahre 1920 bei Güterzuglokomotiven der Baur Co + Co auf den schlesischen Gebirgstrecken samte, führte die Reichsbahn zu weitgehender Verweng der Tatzenmotoren in elektrischen Lokomotiven.

Seine Vorteile bestehen in sehr günstiger Raumnutzung im Innern des Fahrzeuges, weil die gesamte riebeinrichtung zwischen den Rädern liegt und im rkasten der Lokomotive nur so viel Platz über den oren freigelassen zu werden braucht, daß man ohne



Abb. 1
1 Co + Co-Güterzuglokomotive von vorn.

Mühe an die Kommutatoren gelangen kann, um sie nachzusehen, zu reinigen und Kohlenbürsten auszuwechseln. Weiter fällt die Einfachheit des Übersetzungsgetriebes ins Gewicht sowie die leichte Auswechselbarkeit jedes einzelnen Motors zusammen mit der zugehörigen Treibachse. Im Ausbesserungswerk brauchen dann bei weitem nicht so hohe Werte in Form von Ersatzstücken festgelegt zu werden als bei den älteren Lokomotiven mit großen Motoren, die zwei bis vier Achsen gleichzeitig antreiben.

Nachteile der Tatzenmotoren sind die größeren auf den Achsen ruhenden ungefederten Gewichte, deren oft ins Feld geführte schädliche Wirkung auf den Oberbau bisher allerdings nicht nachgewiesen ist, und die bei jedem Einzelachsantrieb in Rechnung zu stellende Einwirkung wechselnder Achsbelastungen auf die ausnutzbare Schienenreibung. Diese Lastverschiebungen entstehen, weil der Zughaken, der Angriffspunkt der Lokomotivzugkraft, rd. 1 m über den Schienen als den Angriffspunkten der Reibungskraft liegt, und bei Tatzenmotoren außerdem infolge des zwischen Achse und Motoraufhängung wirkenden Drehmoments. Diese einzelne Treibachsen entlastenden Momente können durch die Verteilung und Einbauweise der Motoren im Lokomotivgestell mehr oder weniger aufgehoben werden.

1 Co + Co 1-Güterzuglokomotive

Unter diesen Gesichtspunkten entschloß sich die Deutsche Reichsbahn, ihre gegenwärtig größte Güterzuglokomotive mit Tatzenmotoren auszuführen, nachdem alle anderen Möglichkeiten des Antriebs in eingehender Forschungsarbeit berücksichtigt worden waren[1]). So entstand die in Abb. 1 bis 5 wiedergegebene Lokomotive, die zunächst schwere Großgüterzüge im Flachland und auch Personenzüge befördern sollte. Da die vorgesehenen Flachlandstrecken aber noch nicht auf elektrischen Betrieb umgestellt werden konnten, verwendet man diese Lokomotiven z. Z. auf den schlesischen Gebirgstrecken. Sie ziehen hier Güterzüge von 1300 bis 1400 t hinter dem Zughaken auf 10 vT Steigung mit 30 bis 35 km/h. Außer-

[1]) Vergl. „Elektrische Bahnen" 1929 Lokomotivsonderheft.

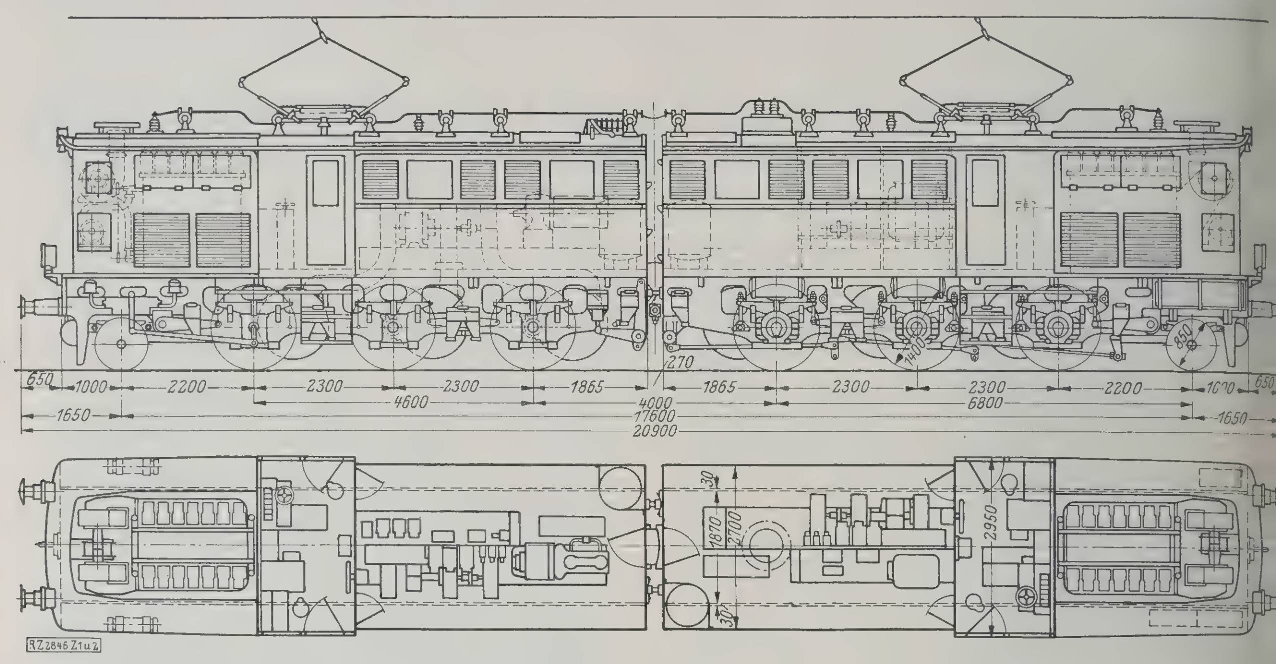


Abb. 2 und 3

dem wurde durch Versuchsfahrten nachgewiesen, daß die Lokomotive einen Großgüterzug von über 2500 t Wagengewicht auf Flachlandstrecken mit 55 bis 60 km/h befördert. Obgleich die Höchstgeschwindigkeit nur 65 km/h beträgt, fährt sie regelmäßig auch Personenzüge ohne Fahrzeitverlängerung, da ihre sechs angetriebenen Achsen sehr hohe Anfahrbeschleunigungen ergeben.

Die Achsanordnung dieser Lokomotive, 1 Co + Co 1, ist in zwei nur mittels mechanischer und elektrischer Kupplungen verbundenen Fahrzeugteilen untergebracht. Als Verbindung zwischen den beiden Fahrgestellen dienen außer den die Zug- und Stoßkraft übertragenden Kuppeleisen dachförmige Stoßpuffer und eine sogenannte Ausgleichkupplung, die den einander zugekehrten Enden der Fahrgestelle keine senkrechten Bewegungen gegeneinander erlaubt. Hierdurch wird der oben erwähnten Entlastung einzelner Achsen entgegengewirkt. Die Laufachsen, deren Raddurchmesser zur Verringerung von Lokomotivlänge und -gewicht 850 mm beträgt, sind in Deichselgestellen gelagert und können aus der Mittellage um je 60 mm nach beiden Seiten ausschlagen. Durch zwei miteinander verbundene wagerechte Blattfedern wird das Deichselgestell zur Querführung der Lokomotive befähigt. Die Rahmen sind aus 30 mm dicken Blechplatten zusammengesetzt, die trotz der großen, für die Motoren freizuhaltenden Räume zwischen den Achsen gut versteift sind.

Da die Achsdrücke aller Reichsbahnlokomotiven 20 t nicht übersteigen dürfen, außerdem aber eine möglichst gute Annäherung an diese Grenze zum Besten der Reibungszugkraft nötig war, wurden sehr eingehende Berechnungen über die Lastverteilung innerhalb der Lokomotive angestellt und infolgedessen die auf den ersten Blick etwas störend erscheinende Unterbringung der Transformatoren vor den Führerräumen für erforderlich gehalten. Es ist gelungen, durch zweckmäßige Formgebung der Vorbauten dem Lokomotivpersonal einen guten Ausblick auf die Strecke zu verschaffen. Außerdem sind an den einspringenden Ecken des Kastenaufbaues zwischen Führerräumen und Maschinenräumen schmale Schlitzfenster angebracht, die das Aufnehmen der Signale von hinten beim Verschiebedienst erleichtern.

Die Teile der elektrischen Ausrüstung sind derart untergebracht, daß die für jede Lokomotivhälfte selbständig ausgeführten Öltransformatoren zwischen Lauf- und Treibachsen im Vorderteil der Lokomotivhälften auf dem Rahmen stehen. Die zweiteilige Bauart des Fahrzeuges machte diese Unterteilung des Transformators in zwei Einheiten unvermeidlich. Einen gewissen Ausgleich findet dieser Mehraufwand aber darin, daß die Lokomotivhälften bei Störungen auf der Niederspannung seite auch einzeln betriebfähig bleiben. Vor den Tran formatoren stehen zwei von Hilfsmotoren angetriebe Maschinensätze übereinander, unten je eine Ölpumpe, d den Inhalt des Transformatorkessels durch die diesem selbst angebrachten Kühlrohre wälzt, oben je zw Lüfter, die die Kühlluft für diese Umlaufrohre am Tran formator von oben nach unten vorbei saugen und dur eine Öffnung im Dach ausblasen. Zum Lufteintritt dien die im untern Teil der Vorbauseitenwände sichtbar Lüftungsgitter.

Eine der beiden Lokomotivhälften hat einen mit de Ölpumpensatz verbundenen Lichtstromerzeuger erhalte Es ist üblich, elektrische Lokomotiven mit einer von d Fahrdrahtspannung unabhängigen Batterie (24 V) a Stromquelle zu beleuchten, um die Beleuchtung auch b Störungen des elektrischen Betriebes zu sichern. D Batteriebehälter sind außen am Rahmen der ein Lokomotivhälfte angebracht.

Die andre Lokomotivhälfte hat vorn rechts und lin je eine Fahrluftpumpe, die von der vordersten Trei achse angetrieben wird und die während der Fahrt d Luftbehälter speisen hilft. Außerdem weist dieselbe L komotivhälfte eine zweistufige Motorluftpumpe (Einheit bauart Knorr der Reichsbahn) auf, die im Maschine raum nächst der Kurzkupplung aufgestellt ist. Ihr G wicht wird bei der andern Lokomotivhälfte durch de im Dach aufgehängten Hauptschalter (Ölschalter) ersetz den man nicht zweimal hat ausführen wollen, da hoc spannungsseitige Störungen, die zur getrennten Verwe dung der einzelnen Lokomotivhälfte führen könnte äußerst selten sind. Über der Motorluftpumpe liegt a dem Dach ein Röhrenkühler, durch den die in der erste Stufe verdichtete Luft vor ihrer zweiten Verdichtun gefördert wird. Die beiden Hauptluftbehälter von 400 l Inhalt stehen in den Ecken der Maschinenräum an den Kurzkupplungsenden. Zur Verbindung zwische beiden Fahrzeughälften dienen einfache Übergangstrit und Anschlußtüren in jeder Stirnwand.

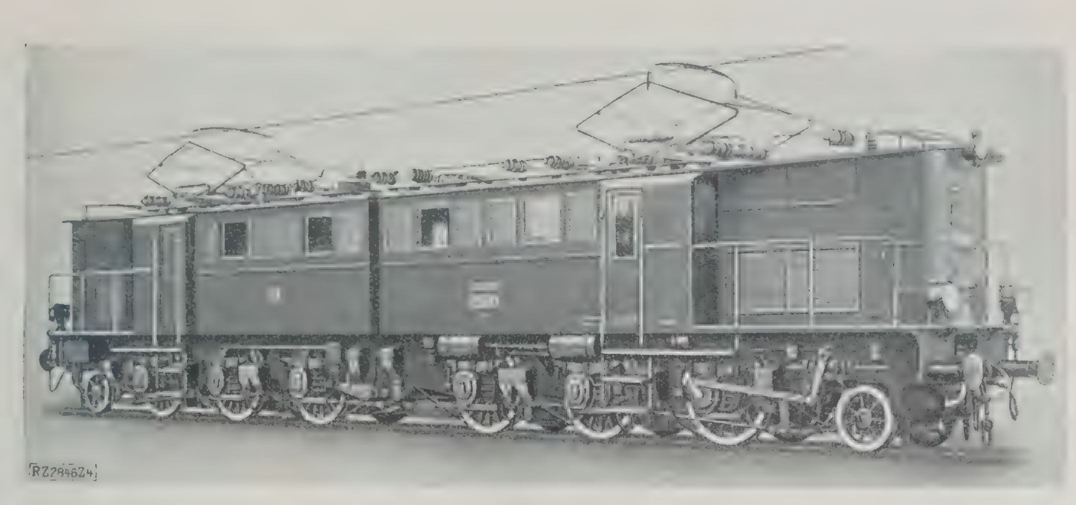
Einen auf die Treibachse aufgesetzten Fahrmoto zeigt Abb. 6. Die Übersetzungszahnräder sind der groß Umfangskräfte wegen zu beiden Seiten des Motors geschweißten Blechkästen angeordnet. Oben sieht ma links die Klappe zum Kommutator, sodann die Speis kabel und rechts den Kühllufteintritt[2]).

Die Mitte der Maschinenräume nehmen die Lüfte sätze für die Fahrmotoren ein, Abb. 7; je drei Lüfter, fü jeden Fahrmotor einer, werden von einem gemeinsame

[2]) Über die Kühlluftführung an einem neueren Einphasenmot vergl. Abb. 62 S. 693 dieses Heftes.



2 bis 5
– Co 1-
lokomotive
eutschen
hsbahn.
tionszahlen
Tafel 1)



ntor angetrieben. Neben und über diesen Teilen e Schaltvorrichtungen angeordnet, die zur Ein- der Fahrtrichtung dienen sowie zur Regelung ufes der Lüfter, der Motorluftpumpe, der Licht- zeugung, zum Prüfen der elektrischen Vorrich- mit Strom von 200 V aus ortfesten Netzen, zum lten einzelner Motoren und zur elektrischen Zug- . Eine der bisher ausgeführten 1 Co + Co 1-Lo- ven hat außerdem eine sehr bewährte Brems- ig erhalten, bei der die Fahrmotoren von den ansformatoren erregt werden und auf Wider- arbeiten, die in den austretenden Luftstrom der rmatorlüfter eingebaut sind. Die für diese Schal- ötigen Vorrichtungen sind in denjenigen Ecken schinenräume untergebracht, die an den Kurz- gsenden noch frei waren.

D Fahrstrom wird mittels elektromagnetischer tzn gesteuert, die in je zwei Reihen auf den beiden ansformatoren Platz gefunden haben und durch n in den Seitenwänden der Vorbauten dicht unter Dach zugänglich sind. Die in den Abbildungen 1 5 sichtbaren Stufen und Geländer ermöglichen es, ährend der Fahrt an diese Schütze zu gelangen twa hängengebliebene Kontakte zu öffnen. Der trom wird mit der für alle Reichsbahnlokomotiven ich auf 200 V festgesetzten Hilfsspannung, der sämtliche Hilfsmotoren betreibt, mittels eines ontaktwalzen üblicher Art versehenen Führer- ts in den Führerräumen geregelt. Die An- g der Starkstromkreise für die Fahrmotoren zeigt Der Führerschalter nimmt die rechte vordere s Führerraumes, Abb. 9, ein. Außer dem für die n Schaltstufen zu betätigenden Handrad weist er ttels Hebels einstellbare Vor- und Rückwärts- uf und bei der mit elektrischer Bremse ver- e Ausrüstung gleichzeitig einen weiteren Griff, zm Umstellen auf Bremsschaltung bedient wird. dn Führerschalter sind pultförmig die Meßgeräte pannungen und Ströme aufgebaut, über dem Fenster ckzeiger für die Luftdruckbremse, deren Führer-

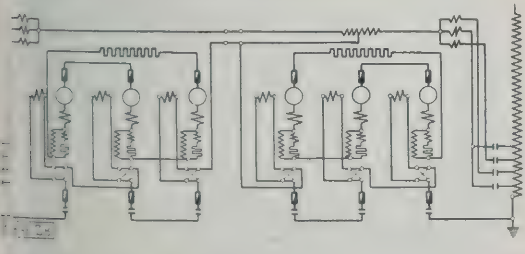


Abb. 8
Schaltskizze der Fahrmotoren in der 1 Co + Co 1-Lokomotive.



Abb. 7
Blick in einen Maschinenraum der 1 Co + Co 1-Lokomotive.

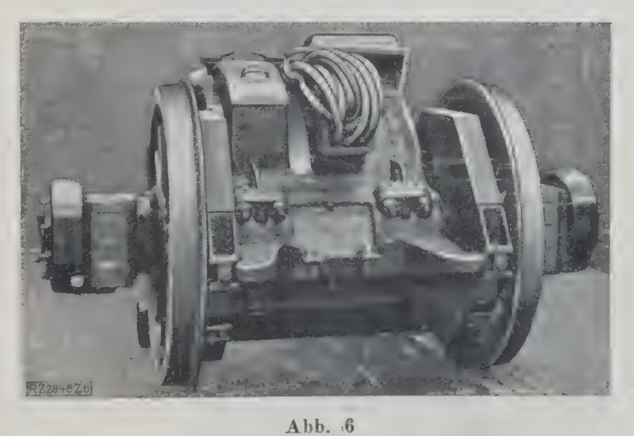


Abb. 6
Motor der 1 Co + Co 1-Lokomotive.
Tatzenlagerseite mit Isothermos-Schleuderflügelschmierung der Achslager

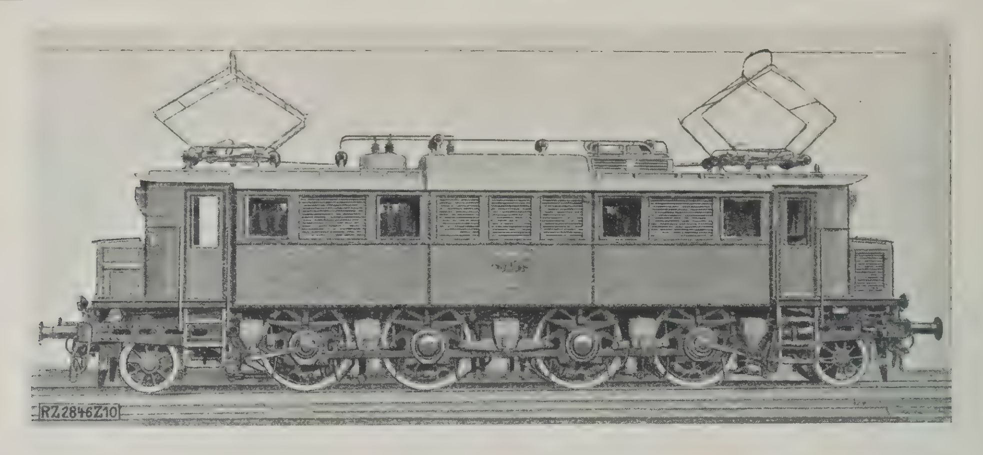


Abb. 10
1 Do 1-Schnellzuglokom der Deutschen Reichs mit Hohlwellenantrieb baut von der AEG und Siemens-Schuckertwer

ventil sich in üblicher Weise an der rechten Seitenwand des Führerstandes befindet. Neben dem Stirnwandfenster haben die Handschalter für Lüfter und Luftpumpe Platz gefunden. Zur Linken am Führerschalter ist je ein Betätigungsventil für die Stromabnehmerbügel angebracht und daneben der Anstellhahn für die Preßluftsandstreuer. In Anbetracht der großen Entfernungen zu den einzelnen Sandstreustellen leitet dieser Hahn die Preßluft nur zu der jeweilig vordersten Treibachse, während die übrigen Achsen durch druckluftgesteuerte Ventile ihre Sandstreuluft unmittelbar aus den Luftbehältern bekommen. Ein Handgriff über dem Kopf des Lokomotivführers dient dazu, den Hauptschalter im Gefahrfalle mechanisch zu öffnen. Rechts an der Wand sieht man das Pfeifenventil.

Die linke Seite des Führerraumes nimmt der Platz für den Begleitmann ein. Es ist im Güter- und Personenzugdienst üblich, hierfür den Zugführer oder einen Schaffner zu verwenden. Zu seinen sonstigen Dienstverrichtungen ist deshalb ein Schreibpult und ein Fächergestell vorgesehen. Der Begleitmann kann von diesem Platz aus ohne Mühe die Strecke und den Lokomotivführer beobachten.

Der Fahrzeugteil der Lokomotiven stammt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, der elektrische Teil ist nach gemeinsamen Entwürfen von dieser Firma und den Siemens-Schuckertwerken ausgeführt worden.

Für den Vergleich dieser 1 Co + Co 1-Lokomotive mit andern Lokomotivgrundformen sei kurz auf die 1 Co-Co 1-Lokomotive der Lötschbergbahn hingewiesen, vergl. S. 684 dieses Heftes. Diese unterscheidet grundsätzlich von der deutschen durch den Hohlw antrieb (Ausführungsform Séchéron, Genf), die Zu menfassung zweier Triebgestelle unter einem durc fenden Oberkasten und den hier ungeteilten Tran mator. Die deutsche Lokomotive wiegt 138,8 t, die sc zerische 141,6 t, die Dauerleistungen bei 70 vH Höchstgeschwindigkeit an der Motorwelle nach A Erwärmungsvorschrift betragen entsprechend 305 3560 PS. Nimmt man die Leistung, auf die Einhei Baugewichtes bezogen, als Kennwert für die Güte de komotive — was aber durchaus nicht in jeder Bezie maßgebend zu sein braucht — so verhalten sich Werte wie 22 : 25 PS/t. Der Unterschied erklärt durch die größere Geschwindigkeit der Schweizer motive (75 km/h).

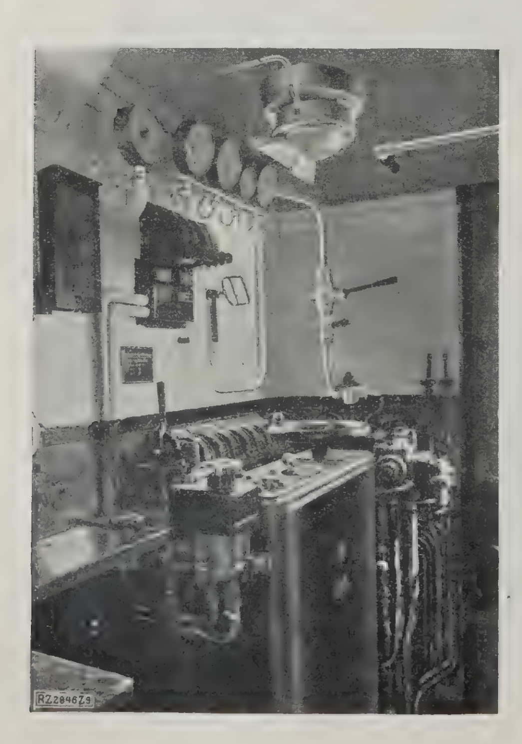


Abb. 9
Führerstand der 1 Co + Co 1-Lokomotive.

1 Do 1-Schnellzuglokomotive mit Hohlwellenantri

Der Hohlwellenantrieb wurde wegen seiner fachheit und seiner Eignung für große Geschwi keiten infolge geringer unabgefederter Gewichte von der Deutschen Reichsbahn gründlich erprobt. Beschaffung zweier Versuchslokomotiven der Achsa nung 2 Do 1 und günstigen Betriebsergebnissen d Gattung gab die Reichsbahn eine größere Anzahl so Lokomotiven in etwas verkleinerter Ausführung a Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft und die Sie Schuckertwerke in Auftrag, wobei wieder der Fahr teil vom erstgenannten Werk hergestellt wurde.

Diese Lokomotiven, Abb. 10 bis 13, weisen noch sechs Achsen auf, d. h. eine Achsfolge 1 Do 1. Laufachse konnte dadurch erspart werden, daß die nutzung der Fahrmotoren, d. h. ihre Leistung, be auf das Gewicht, noch etwas höher getrieben wurd bei den beiden Versuchslokomotiven, ferner dad daß der ursprünglich vor den Motoren angeordnete daher ein besonderes Drehgestell zu seiner U stützung erfordernde Transformator in die Mitte die Motoren gesetzt wurde. Hierzu kam weiter ein artiges Lenkgestell der Allgemeinen Elektri

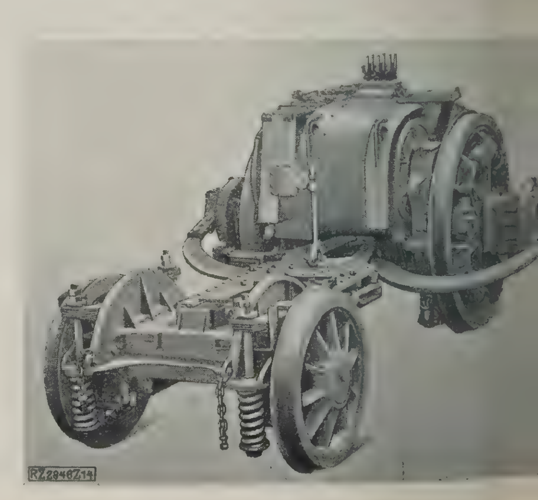


Abb. 14
Lenkgestell der 1 Do 1-Schnellzug-Lokomotive mit Hohlwellenantrieb.

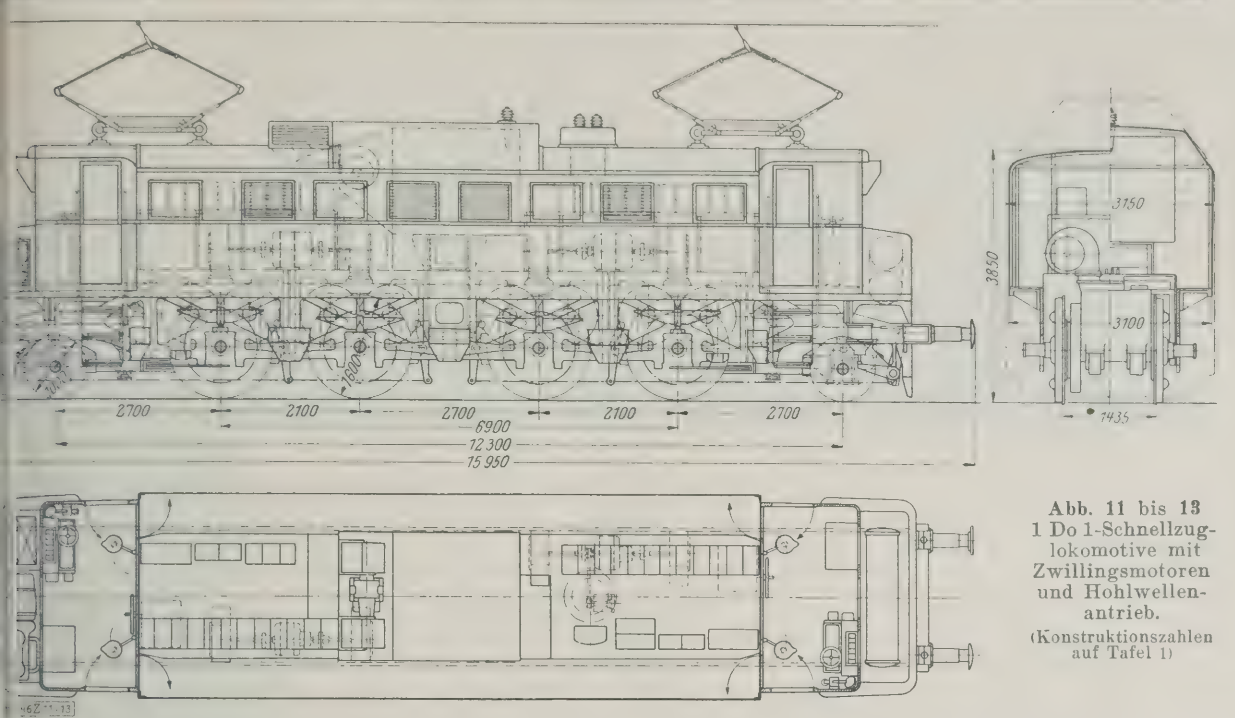


Abb. 11 bis 13
1 Do 1-Schnellzuglokomotive mit Zwillingsmotoren und Hohlwellenantrieb.
(Konstruktionszahlen auf Tafel 1)

[illegible]haft nach Abb. 14, das auch bei nur einer füh-[illegible]Laufachse an den Enden der Lokomotive bei den [illegible]ten Fahrgeschwindigkeiten ruhigen Lauf und gute [illegible]g im Gleis ermöglichte.

[illegible] Wesen dieses Lenkgestells[3]) deckt sich mit der [illegible]Helmholtz-Bauart, d. h. es stellt die Verbindung [illegible]m einen Drehzapfen nach dem Mittelpunkt der [illegible]krümmung einstellbaren Laufachse mit einer quer [illegible]ebbaren, angetriebenen Achse dar, so daß sich bei [illegible]urch die Krümmung die Führungskräfte auf diese [illegible]Achsen zugleich verteilen. Die Motoren, die als [illegible]ligsmotoren über den Treibachsen angeordnet sind, [illegible] mit einseitiger Zahnradübersetzung auf eine [illegible]orgußstück gelagerte Hohlwelle, innerhalb deren [illegible] Treibachse, dem Federspiel und der Einstellung [illegible]las Drehgestell folgend, frei bewegt. Das Dreh-[illegible] überträgt ein auf der Hohlwelle angeordneter [illegible]zkiger Kuppelstern, der nicht wie bei dem zwar [illegible]undform benutzten Westinghouseantrieb mittels Wickelfedern mit den Radspeichen verbunden ist. Vielmehr wird das Drehmoment auf die Treibradspeichen mittels pufferartiger Stempel übertragen, die von Federn im Innern dieser Stempel angedrückt werden. Abb. 14 läßt auch diese Teile erkennen. Bei senkrechten und wagerechten Bewegungen der Treibräder können diese Stempel an auswechselbaren Druckstücken im Radstern gleiten. Diese Ausführung nach Vorschlägen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft hat sich im Betrieb bewährt und nur unbedeutende Abnutzungen gezeigt. Die Führung der Lokomotive durch dieses eigenartige Drehgestell ist bei allen Geschwindigkeiten einwandfrei.

[3]) [illegible]ber Konstruktion und Wirkungsweise vergl. Abb. 45 und 46 [illegible]dses Heftes.

Die erwähnte hohe Ausnutzung der Motoren ist u. a. auf die besonders durchgebildete Luftkühlung, Abb. 15 und 16, zurückzuführen. Diese Motoren stellen die neuesten Einphasen-Kommutatormotoren für Lokomotivbetrieb dar, die nach der gewöhnlichen Reihenschlußschaltung mit Erreger-, Kompensations- und Wendepolwicklung im Ständer ausgeführt worden sind, d. h. also ohne die später zu erwähnenden Widerstandsverbindungen am Kommutator.

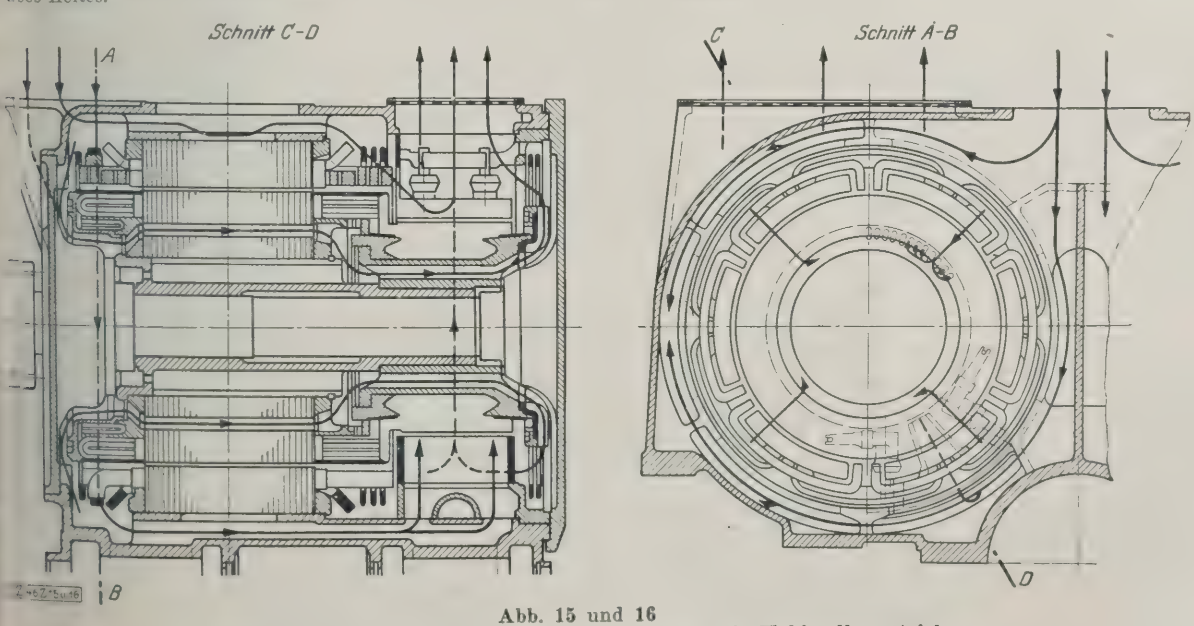


Abb. 15 und 16
Zwillingsmotor der 1 Do 1-Schnellzuglokomotive mit Hohlwellenantrieb.



Abb. 18
1 Do 1-Schnellz lokomotive m *Buchli*-Antrie gebaut von Brown, Boveri &

Man kann hier eine gewisse Vereinheitlichung der Grundgedanken im Einphasenmotorenbau feststellen, der sich nach einer mehr als zwanzigjährigen Entwicklung herausgebildet hat, die verschiedene elektrotechnisch bemerkenswerte Erfindungen auf die Probe gestellt und ausgesiebt hat. Wie aus den Schaltbildern Abb. 8 und Abb. 17 ersichtlich, haben die Ständer dieser Motoren übereinstimmend eine Erregerwicklung und um 90 elektrische Grade hierzu verschoben eine in Reihe geschaltete Wendefeld- und Kompensationswicklung. Parallel zum Wendefeld liegt ein Widerstand zur Einstellung des Phasenwinkels dieses Feldes auf günstigste Kommutierung.

Der Transformator ist bei diesen Lokomotiven ohne Ölkühlung ausgeführt worden. Die Deutsche Reichsbahn wendet schon seit einer Reihe von Jahren dem Vergleich zwischen Öl- und Trockentransformatoren besondere Sorgfalt zu. Beide Arten sind daher in ihren neueren Lokomotiven zur Zeit etwa gleich stark vertreten. Gegen den Öltransformator wurde stets sein großer, bei Unfällen feuergefährlicher Inhalt an Öl angeführt, gegen den Trockentransformator jedoch die schwierigere Isolierung und das schnellere Altern sowie die Empfindlichkeit gegen eindringende Feuchtigkeit. In bezug auf Anschaffungskosten bestehen keine ausschlaggebenden Unterschiede, dagegen wird der Trockentransformator trotz der für ihn erforderlichen etwas leistungsfähigeren Lüftersätze leichter als der ölgekühlte Transformator.

Bei der 1 Do 1-Lokomotive sind die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete des Trockentransformatorenbaues ausgenutzt und ist die erstmals bei den oben erwähnten 2 Do 1-Versuchslokomotiven ausgeführte Bauart als Grundlage benutzt worden. Die auch hier vorgesehenen Transformatorlüfter saugen einen Luftstrom aus dem Maschinenraum unmittelbar durch die entsprechend isolierten Transformatorwicklungen hindurch. Diese Wicklungen sind hier als Zylinderwicklungen ineinander geschachtelt und lassen zwischen einander einen für ausgiebigen wirkungsvollen Kühlluftdurchstrom günstigen, auch leicht zu reinigenden Querschnitt offen. Die Windungen sind um die Mittelsäule eines wagerecht angeordneten dreisäuligen Kerns gelegt.

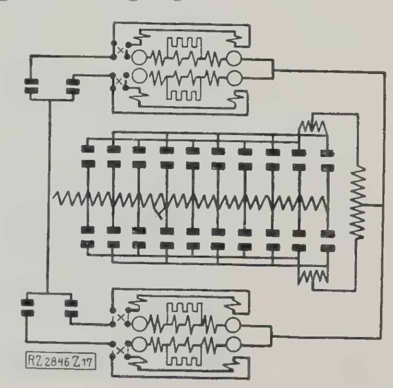


Abb. 17
Schaltskizze der Einphasen-Kommutatormotoren für die 1 Do 1-Schnellzuglokomotive.

Ständer mit Erregerwicklung und um 90° versetzte, in Reihe geschaltete Wendefeld- und Kompensationswicklung

Da die Motoren beim Hohlwellenantrieb verhäl mäßig hoch und gut zugänglich in den Maschinenr hinaufragen, mußte der Transformator über dem M verkleidungskasten so hoch angebracht werden, w die vorgeschriebene Fahrzeugumgrenzung erlaubt. blieb daher kein Platz, die auch bei diesen Lok tiven als Magnetschützen ausgeführten Steuerungs über dem Transformator wie bei der 1 Co + Co 1-L motive aufzubauen, sondern sie sind in Gerüsten vor hinter dem Transformator über den Motorverkleidu aufgestellt worden. Die Zugänglichkeit der Mot wird hierdurch nicht beeinträchtigt. Für den Wec der Fahrrichtung sind druckluftgesteuerte Schalter ähnlich denen der 1 Co + Co 1-Lokomotiven einge Die sonstige Ausführung der Steuerung und ihrer zelteile deckt sich soweit, wie möglich war, mit der art der vorbeschriebenen Lokomotive. Der Hauptsc ter, über den der Hochspannungsstrom von den St abnehmern dem Transformator zufließt, ist vor Transformator im Dach aufgehängt und in seiner Gr form (Einheitsform BBC der Reichsbahn) dem 1 Co + Co 1-Lokomotive ähnlich. Für die Motorluftpu und die Luftbehälter befinden sich an den Enden Lokomotive niedrige Vorbauten. Fahrluftpumpen bei dem geringeren Luftbedarf der Schnell- und sonenzüge im Vergleich zu dem der Güterzüge n erforderlich. Die Einrichtung der Führerstände spricht im wesentlichen der bei den 1 Co + Co 1-L motiven beschriebenen.

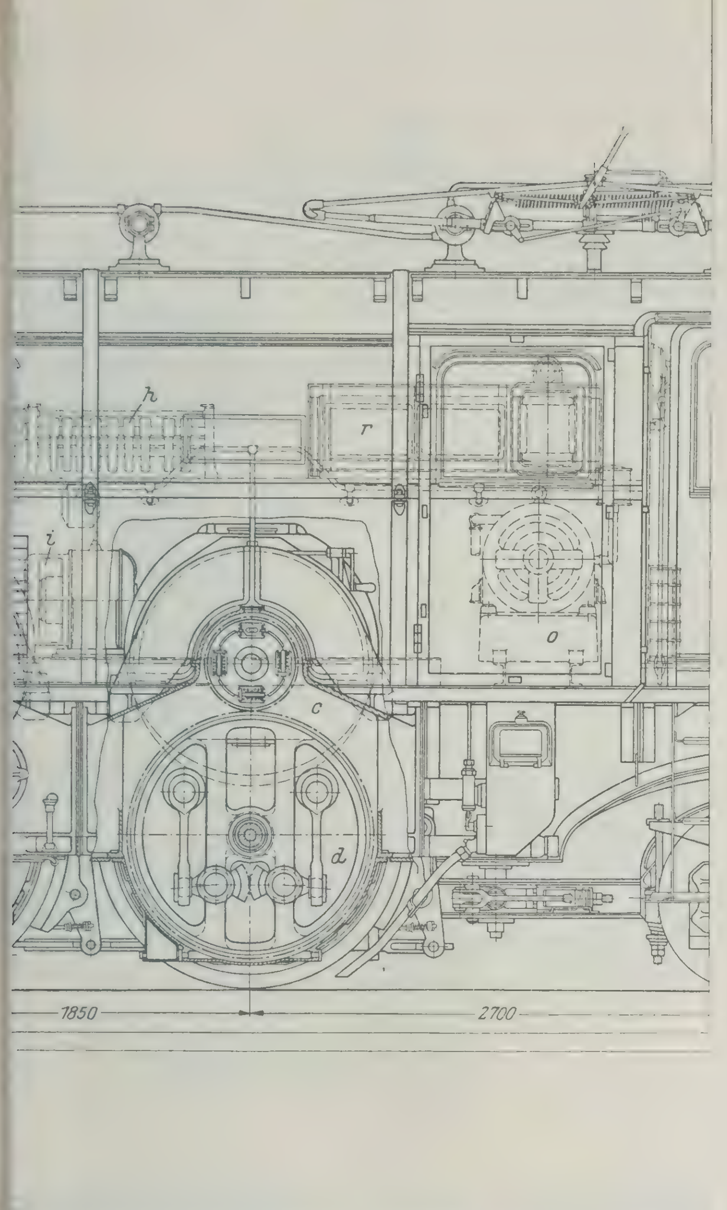
Die Leistungsfähigkeit dieser Lokomotive erl es, Schnellzüge von 500 t Wagengewicht auf 10 vT gung mit 90 km/h und im Flachland 700 t mit 110 k zu befördern. Im Personenzugdienst sind die Zu wichte infolge des häufigeren, größere Zugkraft b spruchenden Anfahrens etwa 30 vH geringer.

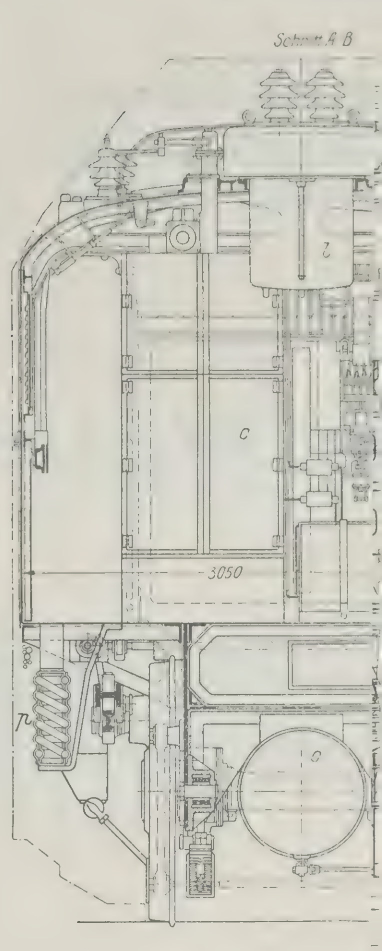
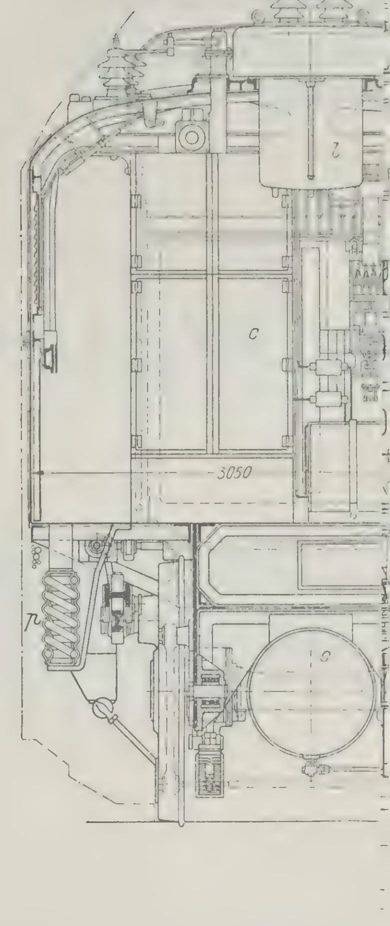
1 Do 1-Schnellzuglokomotive (Buchli-Antrieb)[4])

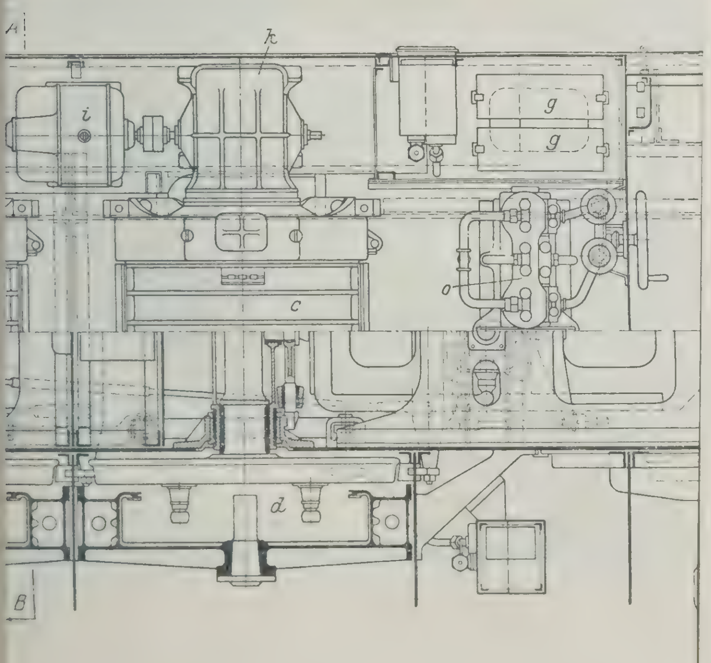
Eine weitere von der Reichsbahn wiederholt schaffte ähnliche Schnellzuglokomotive verkörpert 1 Do 1-Lokomotive, Bauart Brown, Boveri & Cie., M heim. Von der vorbeschriebenen Lokomotive unters det sich diese Bauart hauptsächlich durch ihren *Bu* Antrieb zwischen Motor und Treibachse, der erlaubt. einen Motor je Achse anzuordnen, während der H wellenantrieb infolge der geometrischen Beziehun zwischen Zahnradmittenabstand, Motordurchmesser Übersetzung die erforderliche Leistung auf zwei Mot zu verteilen zwingt. Ferner weist diese Schnellzugl motive gegenüber der vorigen Lokomotive als beson Merkmale den Widerstandskommutator in den F motoren und die Schlittensteuerung, Bauart Bro Boveri & Cie., auf. Der Wettbewerb zwischen di beiden Grundformen der neuesten Reichsbahn-Schn zuglokomotiven ist noch nicht endgültig ausgetra

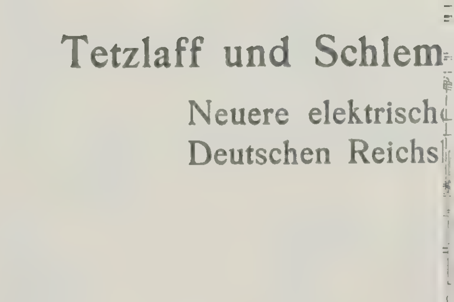
Der *Buchli*-Antrieb wurde in seiner ersten Ausführ bereits 1918 mit einer Versuchs-Schnellzuglokomotive die Schweizer Bundesbahnen geliefert. Die Erfahrun die bis 1922 mit einer Reihe nachbestellter Lokomoti

[4]) Verfasser dieses Abschnittes ist Obering. *Oertel*, Mannheim



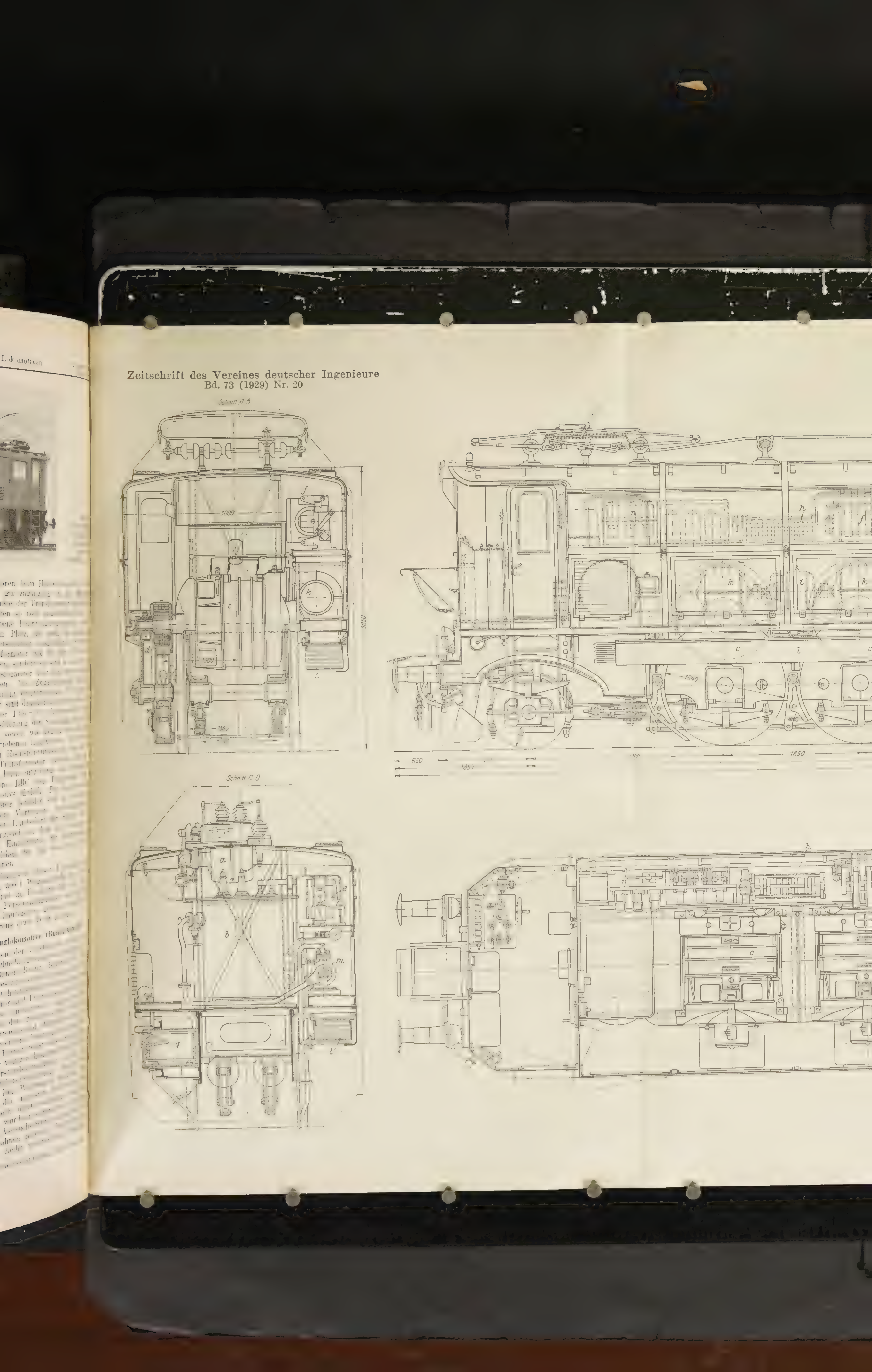







Tetzlaff und Schlem

Neuere elektrisch
Deutschen Reichs


Schnitt A-B
Schnitt C-D
3000
3850
7850
650

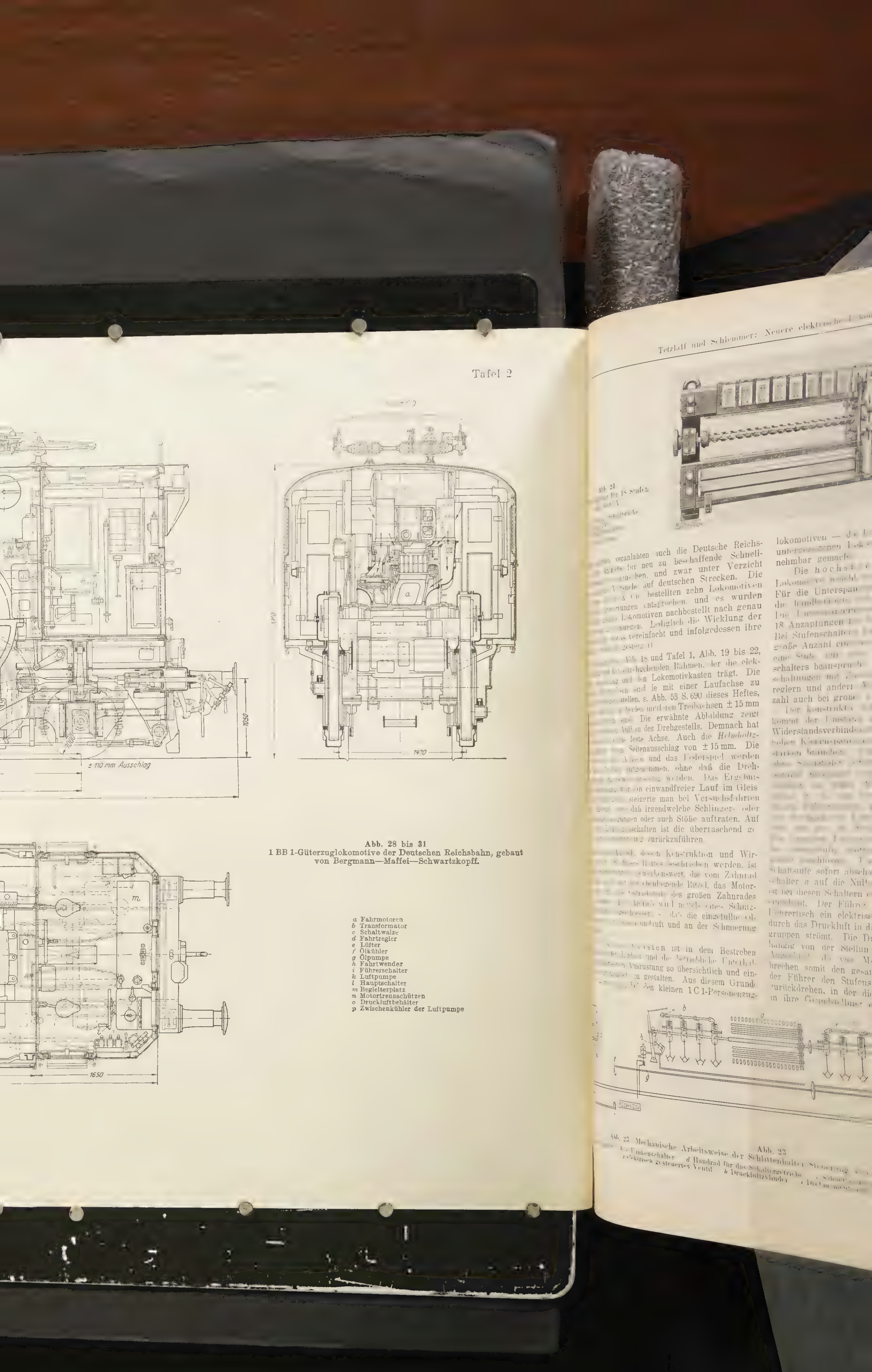
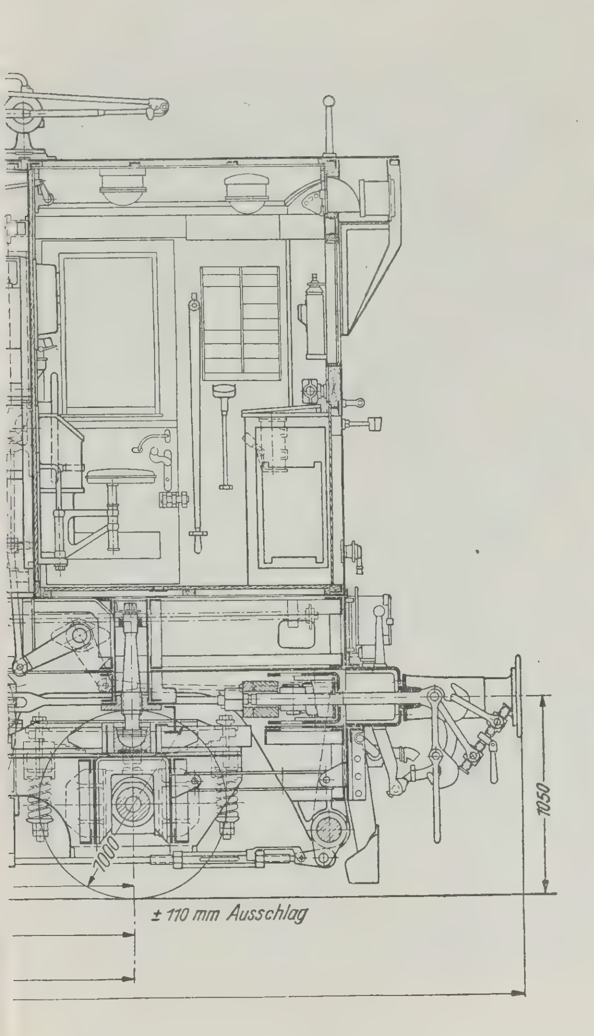


Abb. 28 bis 31
1 BB 1-Güterzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn, gebaut von Bergmann—Maffei—Schwartzkopff.

a Fahrmotoren
b Transformator
c Schaltwalze
d Fahrtregler
e Lüfter
f Ölkühler
g Ölpumpe
h Fahrtwender
i Führerschalter
k Luftpumpe
l Hauptschalter
m Begleiterplatz
n Motortrennschützen
o Druckluftbehälter
p Zwischenkühler der Luftpumpe



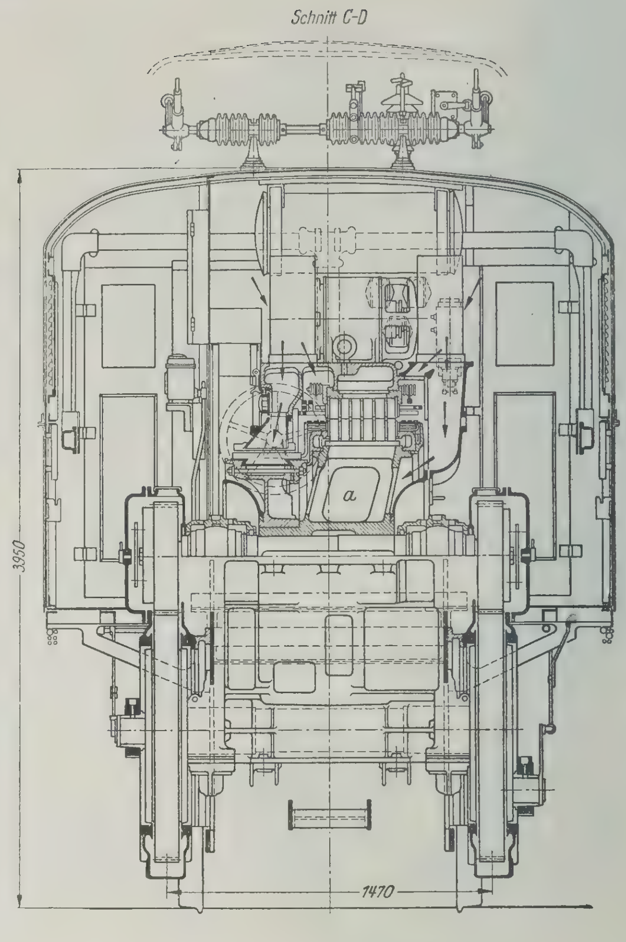


Abb. 28 bis 31
1 BB 1-Güterzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn, gebaut von Bergmann—Maffei—Schwartzkopff.

a Fahrmotoren
b Transformator
c Schaltwalze
d Fahrtregler
e Lüfter
f Ölkühler
g Ölpumpe
h Fahrtwender
i Führerschalter
k Luftpumpe
l Hauptschalter
m Begleiterplatz
n Motortrennschützen
o Druckluftbehälter
p Zwischenkühler der Luftpumpe

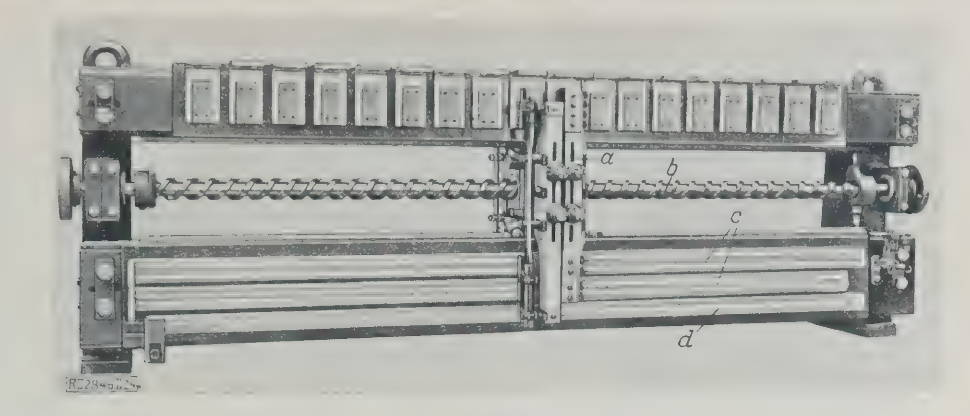


Abb. 24
chlittenschalter für 18 Stufen und 4000 A.

a doppelseitige Schaltbrücke
b Antriebspindel
c Motor-Hauptschienen
d Überschaltschiene

emacht wurden, veranlaßten auch die Deutsche Reichsahn, diese Antriebe für neu zu beschaffende Schnelluglokomotiven vorzusehen, und zwar unter Verzicht uf nochmalige Versuche auf deutschen Strecken. Die ei Brown, Boveri & Cie. bestellten zehn Lokomotiven aben den Erwartungen entsprochen, und es wurden 927 sieben gleiche Lokomotiven nachbestellt nach genau en gleichen Zeichnungen. Lediglich die Wicklung der Motoren wurde etwas vereinfacht und infolgedessen ihre Leistung erheblich gesteigert.

Die Lokomotive, Abb. 18 und Tafel 1, Abb. 19 bis 22, st einteilig und hat durchgehenden Rahmen, der die elekrische Ausrüstung und den Lokomotivkasten trägt. Die äußersten Treibachsen sind je mit einer Laufachse zu *Krauß-Helmholtz*-Gestellen, s. Abb. 53 S. 690 dieses Heftes, vereinigt, während die beiden mittleren Treibachsen ± 15 mm seitenverschieblich sind. Die erwähnte Abbildung zeigt auch den einfachen Aufbau des Drehgestells. Demnach hat die Lokomotive keine feste Achse. Auch die *Helmholtz*-Achsen haben einen Seitenausschlag von ± 15 mm. Die Beweglichkeit der Achsen und das Federspiel werden vom *Buchli*-Antrieb aufgenommen, ohne daß die Drehbewegungen irgendwie unstetig werden. Das Ergebnis dieser Anordnung war ein einwandfreier Lauf im Gleis. Die Geschwindigkeit steigerte man bei Versuchsfahrten bis zu 122 km/h, ohne daß irgendwelche Schlinger- oder Schwingungsbewegungen oder auch Stöße auftraten. Auf diese guten Laufeigenschaften ist die überraschend geringe Spurkranzabnutzung zurückzuführen.

Beim *Buchli*-Antrieb, dessen Konstruktion und Wirkungsweise S. 683 dieses Heftes beschrieben werden, ist noch die Schmierpumpe bemerkenswert, die vom Zahnrad angetrieben wird und das obenliegende Ritzel, das Motorwellenlager und alle Getriebeteile des großen Zahnrades mit Öl schmiert. Der Antrieb wird mittels eines Schutzkastens öldicht abgeschlossen, so daß die eingefüllte Ölmenge immer von neuem umläuft und an der Schmierung teilnimmt.

Der Lokomotivkasten ist in dem Bestreben durchgebildet, den Einbau und die betriebliche Unterhaltung der elektrischen Ausrüstung so übersichtlich und einfach wie nur möglich zu gestalten. Aus diesem Grunde wurden — wie auch bei den kleinen 1 C 1-Personenzuglokomotiven — die bis zur halben Höhe des Kastens heruntergezogenen Lokomotivdächer in einzelnen Teilen abnehmbar gemacht.

Die hochspannungsseitige Schaltung der Lokomotive weicht von der üblichen in keiner Weise ab. Für die Unterspannungsschaltung ist die Steuerung, hier die handbetätigte Schlittenschalter-Steuerung, maßgebend. Die Unterspannungswicklung des Transformators weist 18 Anzapfungen für Spannungsstufen von 0 bis 700 V auf. Bei Stufenschaltern kann bei sehr geringem Gewicht eine große Anzahl einzelner Fahrstufen ausgeführt werden, da eine Stufe nur eine geringe Länge des Schlittenhauptschalters beansprucht. Man kann also hierbei auf Sonderschaltungen mit Zusatztransformatoren, Kommutator-Feinreglern und andern Mitteln zur Verringerung der Stufenzahl auch bei großer Leistung verzichten.

Der konstruktiv leichten Ausbildung der Schalter kommt der Umstand zugute, daß die BBC-Motoren mit Widerstandsverbindungen in der Läuferwicklung bei hohen Klemmspannungen verhältnismäßig niedrige Stromstärken brauchen. Die Stromstärken ließen sich deshalb ohne Stromteiler beherrschen, obwohl alle vier Motoren parallel geschaltet sind. Wie aus Abb. 23 hervorgeht, gehören zu jedem Motor zwei Funkenzieher, die zu vieren in je eine Gruppe zusammengefaßt sind. Von beiden Führerständen aus kann mittels des Handrades *d* das durchgehende Ketten-Wellen-Getriebe betätigt werden, von dem aus die Stufenschalterwelle angetrieben wird. Die einzelnen Funkenschalter werden von Daumenscheiben zwangläufig geöffnet und von einer Rückzugfeder wieder geschlossen. Um die Motoren in einer beliebigen Schaltstufe sofort abschalten zu können, ohne den Stufenschalter *a* auf die Nullstellung zurückdrehen zu müssen, ist bei diesen Schaltern eine sogenannte Schnellauslösung *e* eingebaut. Der Führer kann mit dem Druckknopf *f* im Führertisch ein elektrisch gesteuertes Ventil *g* betätigen, durch das Druckluft in die Zylinder *h* der Funkenschaltergruppen strömt. Die Druckluftkolben heben dann unabhängig von der Stellung des Fahrschalters im gleichen Augenblick alle vier Motorhauptkontakte ab und unterbrechen somit den gesamten Motorstrom. Alsdann kann der Führer den Stufenschalter leer auf die Nullstellung zurückdrehen, in der die Funkenzieher selbsttätig wieder in ihre Grundstellung einfallen.

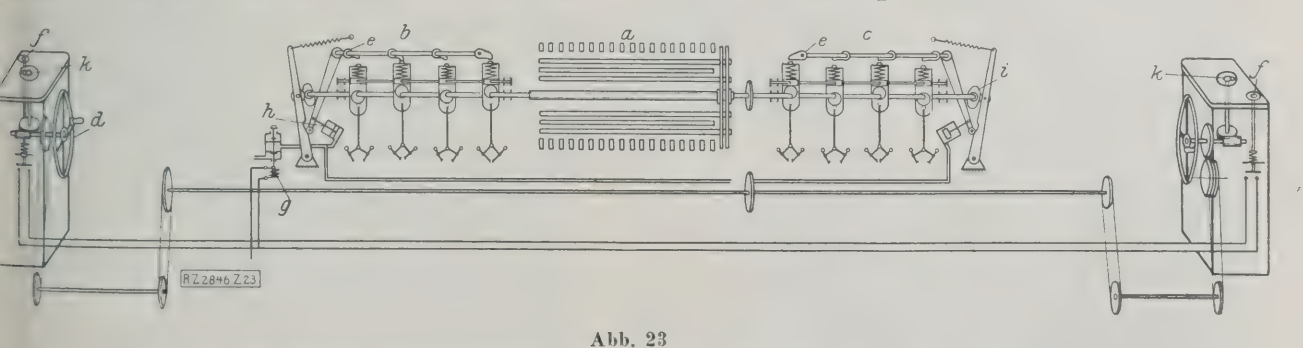


Abb. 23

Abb. 23. Mechanische Arbeitsweise der Schlittenhalter-Steuerung von Brown, Boveri & Cie.

a Stufenschalter *b, c* Funkenschalter *d* Handrad für das Schaltergetriebe *e* Schnellauslösung *f* Druckknopf für Schnellauslösung *g* elektrisch gesteuertes Ventil *h* Druckluftzylinder *i* Drehmomentausgleich *k* Stufenzeiger

Der eigentliche **Stufenschalter**, Abb. 24, mit doppelseitigen Schaltbrücken *a*, besteht aus den Anschlußkontakten für die Transformatoranzapfungen, der Antriebspindel *b* mit Kugelmutter aus zwei Motorhauptschienen *c* und einer Überschaltschiene *d*. Eine Hilfsbrücke übernimmt beim Überschalten die Stromführung über die dritte Schiene und einen Zwischenwiderstand.

Die Funkenzieher, Abb. 25, beanspruchen bei der Drehung des Schalters ein veränderliches Drehmoment, was für die Handbetätigung seitens des Führers ungünstig wäre. Mittels eines entsprechend ausgebildeten Gegendaumens wird nun ein praktisch vollkommener Ausgleich erzielt, so daß am Handrad der Führer nur die unvermeidlichen Reibungskräfte zu überwinden hat. Die Handbetätigung, die sich im Betrieb als genügend leichtgängig erwies, wurde bei diesen Lokomotiven erstmalig für eine so hohe Schaltleistung ausgeführt.

Die Motoren, vier Stück je Lokomotive, der zweiten Lieferung stimmen in ihren Abmessungen mit den Motoren der ersten Lieferung von zehn Lokomotiven überein und sind also auswechselbar. Die Leistung, bezogen auf die gleiche Erwärmung, konnte jedoch infolge Vereinfachung in der Wicklungsanordnung und besserer Ausnutzung des Nutenraumes ganz bedeutend gesteigert werden. Ein Motor wiegt rd. 5900 kg und leistet bei 70 vH seiner Höchstdrehzahl 700 PS dauernd, bezogen auf die für Dauerlast zulässigen Höchsttemperaturen nach den Vorschriften des VDE für ortfeste Maschinen. Die Leistung der zuerst gelieferten zehn Lokomotiven betrug 4 × 500 PS dauernd.

Die Betriebserfahrungen mit diesen Lokomotiven, die sich am längsten von den vier beschriebenen Lokomotivgattungen im Dienst befinden, lauten sehr günstig. Störungen kamen an der Steuerung während mehrjähriger Betriebzeit von etwa 46 damit ausgerüsteten Lokomotiven nur sehr vereinzelt vor. Die Abnutzung der Stufenschalterkontakte ist ganz gering. Sie bedürfen nach etwa 200 000 km Laufzeit, entsprechend einer Betriebzeit von etwa 2 Jahren, einer Nacharbeit von nur $^3/_{10}$ mm. Die Funkenschalterkontakte werden nach etwa 100 000 km ausgewechselt. Auch die Motorkommutatoren haben sich infolge der guten Kommutierung gut gehalten.

Die Abnutzung im mechanischen Teil ist ebenfalls gering. Die Abnutzung der kugeligen Lagerschalen betrug kaum $^1/_{10}$ mm, nach einem Laufwege von rd. 100 000 km. Dieser geringe Verschleiß beweist, wie günstig sich die Beanspruchung durch gleichmäßige Kräfte auswirkt. Ebenso zeigten die Zahnflanken nach 100 000 km gegen Gipsabdrücke neuer Zähne keine meßbare Abnutzung.

Die Radreifenabnutzung zeigt, daß im wesentlichen nur auf der Lauffläche ein Verschleiß eingetreten ist, während kein Spurkranz scharf gelaufen ist. Dieses Ergebnis ist zunächst überraschend, da der große Achsstand der beiden Helmholtz-Achsen erwarten ließ, daß infolge des verhältnismäßig großen Anschneidwinkels auch eine größere Spurkranzabnutzung entstehen würde. Offenbar setzt aber der weiche Lauf der Lokomotive und die Freiheit des Achsenspiels die Beanspruchung der Spurkränze so herunter, daß der Anschneidwinkel keine Nachteile ergibt. Der Verschleiß auf der Lauffläche beträgt etwa 2 mm bei 100 000 km Laufweg der Treibachsen, während die Laufachsen infolge ihres geringeren Durchmessers einen größeren Verschleiß aufweisen. Ähnlich günstige Ergebnisse zeigten übrigens auch die oben erwähnten 2 Do 1-Versuchslokomotiven, trotz ihres nur 600 mm kürzeren aber festen Treibachsstandes.

Der Schmierölverbrauch sämtlicher Getriebe und Motorlager einschließlich der Zahnräder betrug im letzten Sommer etwa 3,5 kg für 1000 km, während für die Achslager die auch sonst übliche Menge aufgewendet werden mußte. Der Ausbesserungsstand für das Jahr 1928 betrug im Mittel 5 vH.

Die Lokomotive ist bahnbrechend für die Einführung des Einzelachsantriebes geworden. Mit ihrem Bau ist der Name des 1927 verstorbenen Direktors *A. Wichert* von Brown, Boveri & Cie., Mannheim, eng verknüpft, der einen großen Teil seiner Arbeit auf die bahnmäßige Durchbildung aller Teile aufgewandt hat. Den Wagenteil [der] Lokomotive hat nach dem grundsätzlichen Entwurf [von] Brown, Boveri & Cie. die Lokomotivfabrik Krauß & [Co.] A.-G., München, durchgebildet und gebaut.



Abb. 26

1 B B 1 - Güterzuglokomotive

Die im vorstehenden wiedergegebene Entwickl[ung] elektrischer Lokomotiven mit Einzelachsantrieb [darf] nicht zu dem Urteil verleiten, daß die Lokomotiven [mit] Stangenantrieb der Vergangenheit angehörten. [Die] Reichsbahn läßt vielmehr solche Lokomotiven auch h[eute] noch anliefern und die zur wirtschaftlichen Ausnutz[ung] des elektrischen Zugbetriebes nötige Stetigkeit in [der] Formgebung des Lokomotivbestandes rechtfertigte [die] Weiterbeschaffung solcher Lokomotiven bis in [die] neueste Zeit auch angesichts der unverkennbaren V[or]teile des Einzelachsantriebes. Der Übergang zu letzt[erer] Bauform dürfte jedoch bei Umstellung weiterer Strec[ken] des Reichsbahnnetzes auf elektrischen Betrieb, d. h. [bei grö]ßerem Bedarf an elektrischen Lokomotiven, auch für [die] leichteren Güterzuglokomotiven, nicht aufzuhalten s[ein].

Die 1 B B 1-Lokomotive, Abb. 26 und 27 und Taf[el], Abb. 28 bis 31, die für Flachlandstrecken und leicht[e] Hügellandstrecken vorgesehen ist, wurde ursprüng[lich] als 1 B + B 1-Lokomotive mit zwei getrennten Triebges[tel]len und gemeinsamem Mittelkasten für den Transforma[tor] gebaut. Zur Vereinfachung der Gesamtanordnung und [zur] Gewichtersparnis sowie nach den günstigen Erfahrun[gen] mit langen Achsständen der in einem Rahmen gelage[rten] Treibachsen (z. B. bei den 2 Do 1-Versuchslokomotiv[en]) ging man zu der jetzigen Bauart mit einem durchlau[fenden] Rahmen oder Kasten sowie gewöhnlichen Deich[sel-]Lenkgestellen an den Enden über. Hierdurch entfa[llen] die in der Erhaltung kostspieligen Faltenbälge zwisc[hen] den einzelnen Kastenteilen, die zahlreichen mechanisch[en]

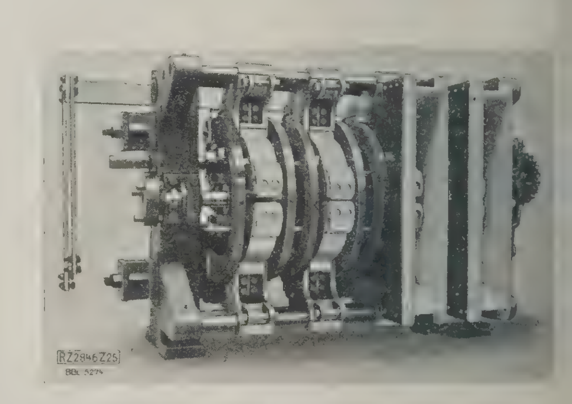


Abb. 25
Funkenziehergruppe für zwei Motoren.

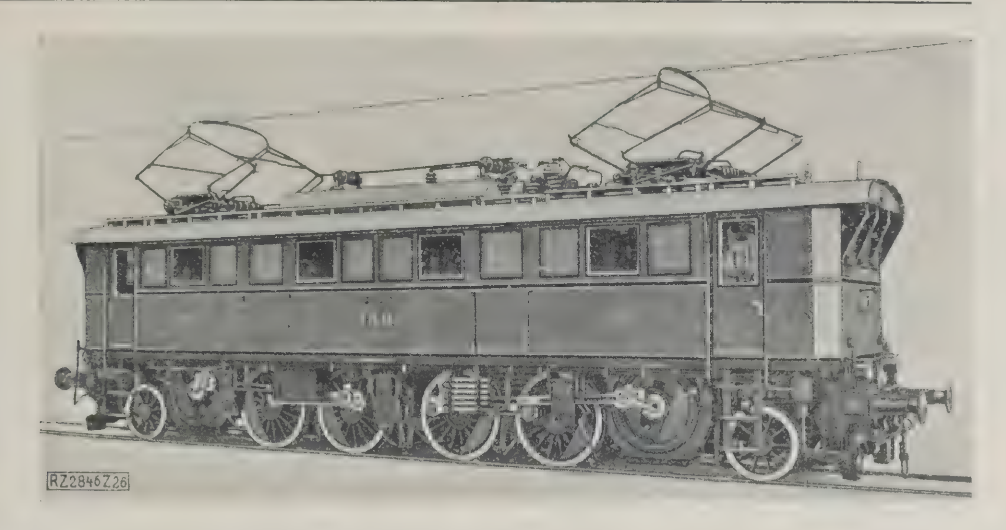


Abb. 26 und 27
1 B B 1-Güterzuglokomotive mit Stangenantrieb der Deutschen Reichsbahn

ktrischen und Druckluftkupplungen und der größere umbedarf der auseinandergenommenen Lokomotivteile Ausbesserungswerk. In der elektrischen Ausrüstung mmen diese Lokomotiven mit ihren Vorgängerinnen bis f die Steuerung genau überein. Sie haben zwei Einasen-Reihenschlußmotoren und einen ölgekühlten Transrmator zwischen den beiden Motoren. Schräg unterhalb les Motors trägt ein mit diesem gemeinsames, gleichtig den Rahmen versteifendes Stahlgußstück je eine rgelegewelle mit beiderseitig aufgesetzten Zahnrädern, in se greifen die auf der Motorwelle sitzenden mit Fedeng und Dämpfung versehenen Ritzel. Von den Zahnlscheiben der Vorgelegewelle übertragen schwach geneigte eibstangen die Motorleistung auf je zwei miteinander kuppelte Achsen. Die infolge des senkrechten derspiels der Treibachsen in den Schrägstangen eugten Zusatzkräfte halten sich im Rahmen elastier Formänderungen dieser Stangen und der in den hs- und Stangenlagern sowie Achsbüchsführungen handenen geringen Spielräume, so daß diese Lokotiven neuerdings ohne Nachstellung an den Kurzapfen der Treibachsen ausgeführt werden konnten l trotzdem keine höheren Abnutzungen zeigen als dre Lokomotiven mit Stangenantrieb. Auch die her so gefürchteten Schüttelschwingungen sind bei sem Antrieb wie überhaupt bei Anwendung der im zeitlichen Lokomotivbau beobachteten Genauigkeitsarbeit als überwunden zu betrachten. Die nicht mit der besondern Art der Lokomotive zusammenhängenden Teile, wie Stromabnehmer, Hauptschalter, Motorluftpumpe, Bremsausrüstung, Meßgeräte, Hilfsschalteinrichtungen, Beleuchtung usw. stimmen mit den entsprechenden Teilen der vorbeschriebenen Lokomotiven überein. Man sieht in Abb. 27 unterhalb des Lokomotivkastens vor den Rädern links den Batteriebehälter, rechts den Zwischenkühler der Luftpumpe, außerdem drei Sandkästen.

Das Öl des hier noch benutzten Öltransformators wird mittels eines Röhrenkühlers, s. Abb. 28 und 29, gekühlt. Auf dem Gehäuse des Kühlers stehen die Lüfter mit gemeinsamem Motor, die einen Kühlluftstrom durch die Zwischenräume des Rohrbündels hindurch-

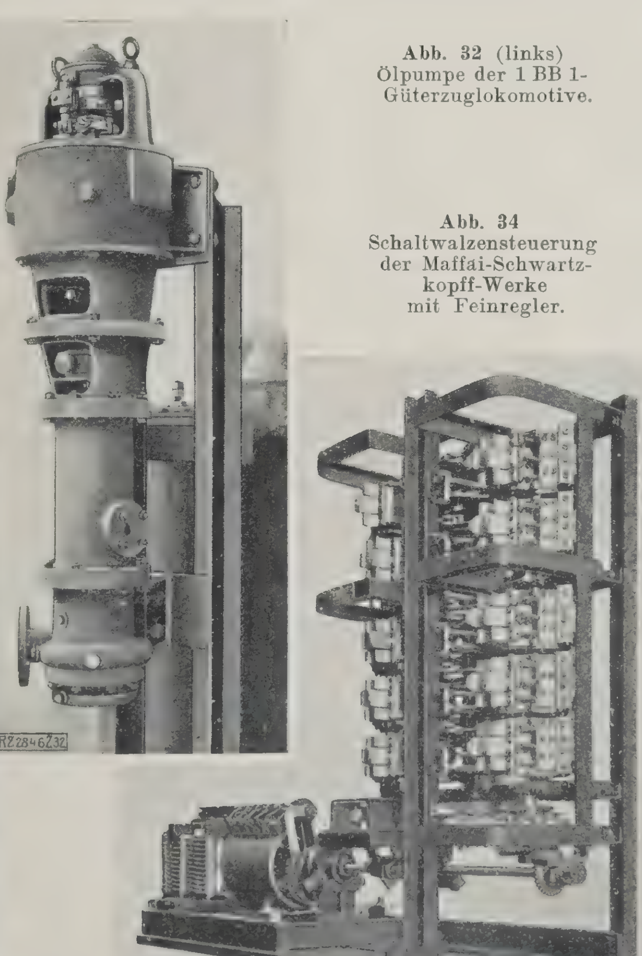
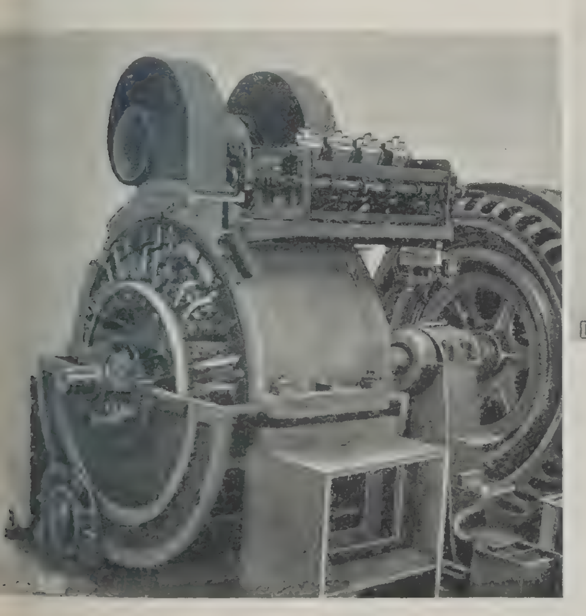


Abb. 32 (links)
Ölpumpe der 1 BB 1-Güterzuglokomotive.

Abb. 34
Schaltwalzensteuerung der Maffai-Schwartzkopff-Werke mit Feinregler.

Abb. 33
Fahrmotor der 1 B B 1-Güterzuglokomotive mit Lüftern und Fahrtwender im Prüffeld.



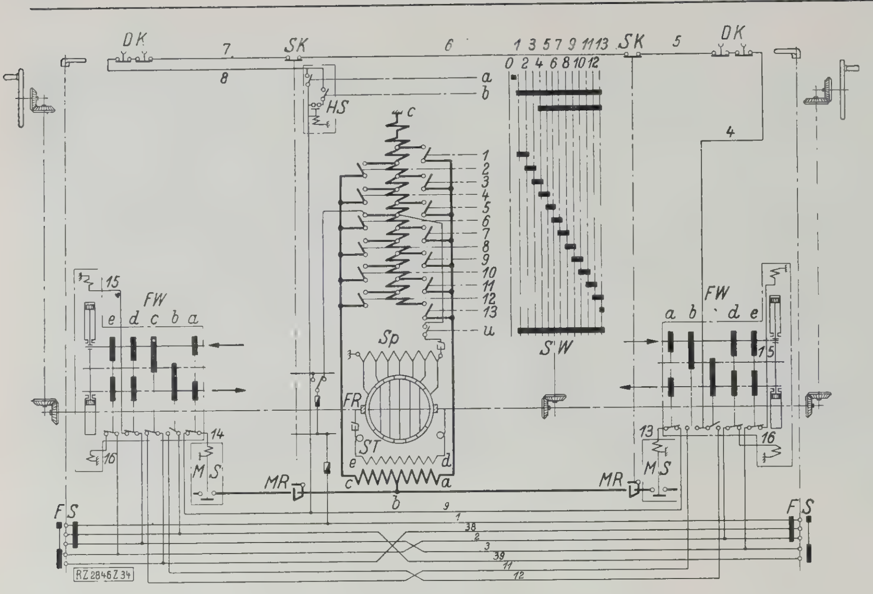


Abb. 35
Schaltskizze der Steuerung der 1 B [...]
Güterzuglokomotive.

FS Fahrtrichtungsschalter
FW Fahrtwender
MS Motorabschaltschützen
MR Motorrelais (Überstrom)
HS Hilfsschütze (Sicherheitsschütze[...]
SW Schaltwalze
FR Feinregler
ST Schalttransformator
Sp Spannungsteiler
DK Druckknopf
SK Abschaltkontakte für Motorrelai[...]

saugen. Die erwärmte Kühlluft tritt durch das Dach ins Freie; bei Frostwetter kann sie in den Maschinenraum zurückgeleitet werden.

Zwischen dem Ölkühler und dem Transformator, an diesen unmittelbar angebaut, befindet sich die hier erstmals bei der Reichsbahn senkrecht angebrachte Ölpumpe, Abb. 32. Leitend war beim Entwurf dieser Pumpe die Vermeidung einer gegen warmes Öl abdichtenden Stopfbüchse, die schwierig zu unterhalten ist. Vom Lüftermotor aus wird mittels Riemens der Lichtstromerzeuger angetrieben. Einen Fahrmotor mit dem zu ihm gehörigen Lüftersatz und Fahrtwender zeigt Abb. 33. Der aus dem Maschinenraum entnommene Luftstrom wird durch die beiden Lüfter teils zwischen die Wicklungen, teils auf den Kommutator geblasen und tritt durch eine vom übrigen Maschinenraum getrennte Staubkammer ins Freie. Hierdurch wird auch bei diesem sonst offen im Maschinenraum liegenden Motor die Verschmutzung der benachbarten Maschinenteile verhütet.

Ein besonderes Merkmal der neuesten Ausführung dieser 1 B B 1-Lokomotiven ist die Schaltwalzensteuerung mit Feinregler, Bauart Maffei-Schwartzkopff-Werke, Abb. 34 und 35. Der aus einer Reihe von Anzapfungen des Haupttransformators entnommene Motorstrom fließt über die rein mechanisch betätigten Hebelschalter, 1 bis 13, einem Schalttransformator zu. Dessen Erregung wird von einem positiven bis zu einem negativen Grenzwert feinstufig gesteuert, so daß man von einer Spannungsstufe des Transformators bis zur nächsten an den Motorklemmen allmählich ohne Sprung übergehen kann. Bei dieser Lokomotive kommt also die der Schützensteuerung eigene sprungartige Steigerung der Zugkraft nicht vor. Der Lokomotivführer kann mithin bei allmählicher Beschleunigung des Zuges die Zugkraft stets an der durch die jeweilige Schienenreibung gegebenen Grenze halten, während sonst die bei den einzelnen Stufen kurzzeitig auftretende und rasch abfallende Zugkraftspitze für die mögliche Beschleunigung maßgebend ist. Zur feinstufigen Reglung jener Hilfserregerspannung dient ein wie ein Kommutator eingerichteter zylindrischer Körper mit umlaufenden Schleifbürsten, s. Abb. 34, der an einen vom Haupttransformator (Stufe u in Abb. 35), gespeisten Spannungsteiler gelegt ist. Der Lokomotivführer bewegt die Schaltbürsten von seinem Handrade aus mittels eines Wellengetriebes gleichzeitig mit der die erwähnten Stufenschalter steuernden Nockenwelle. Um den Motorstrom plötzlich zu unterbrechen, z. B. im Verschiebedienst, öffnet man durch Drücken eines der Knöpfe *D K* die Motorschütze *M S*, Abb. 35. Die Führerstandeinrichtung weicht im übrigen bis auf die im Wesen der mechanischen Steuerung, ebenso wie beim Brown-Boveri, begründete senkrechte Anordnung des Schaltrades von der der übrigen vorbeschriebenen Reichsbahnlokomotiven nicht ab.

Die Stirnwand deser Lokomotive ist, wie neuer[...] bei allen Reichsbahnlokomotiven, ohne Vorbaute[...] formt. Sie bezweckt bei freiem Überblick auf die[...] liegende Strecke doch einen gewissen Schutz gege[...] fallende Sonnenstrahlen und soll gleichzeitig, dank [...] unter baukünstlerischer Mitwirkung durchgebil[...] Linienführung, das Bestreben bekunden, auch im [...] zeugbau ansprechende Formen zu finden.

Die 1 B B 1-Lokomotive befördert im Flachland [...] züge von 1800 t mit Fahrgeschwindigkeiten von 4[...] 50 km/h und Personenzüge mit 65 km/h Höchstgesc[...] digkeit. Die gleichzeitige Verwendbarkeit für diese [...] Zuggattungen ist auch hier gefordert worden, un[...] Sonntags aus dem Güterzugverkehr freiwerdenden [...] motiven für Ausflugzüge zu benutzen und überhau[...] ihre wirtschaftliche Ausnutzung freie Hand zu [...] Auf Hügellandstrecken bis zu 10 vT Steigung bew[...] die ältere 1 B + B 1-Lokomotive, die noch mit Druc[...] schützen gesteuert wird, 900 t, die neue Lokomotive [...] Feinreglersteuerung erlaubt des günstigeren Anfa[...] wegen über dieses Zuggewicht noch etwas hina[...] gehen. Die 1 B B 1-Lokomotive wurde von der Be[...] Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals L. Schw[...] kopff, der Lokomotivfabrik I. A. Maffei, München, un[...] Linke-Hofmann-Busch-Werken in Breslau im Fahr[...] teil erbaut. Die elektrische Ausrüstung lieferten die [...] mann-Elektrizitätswerke und die Maffei-Schwartzk[...] Werke, Berlin. An der 1 B + B 1-Lokomotive war [...] die Lokomotivfabrik Krauß & Co., München, bete[...]

Zusammenfassung

Die vier beschriebenen Ausführungsformen de[...] der Deutschen Reichsbahn verwendeten neueren [...] trischen Lokomotiven geben ein Bild von der gegenw[...] erzielten Durchbildung der wichtigsten Bauteile. D[...] Laufe der Zeit durchgeführte Auslese unter den Baufo[...] und Lokomotivgattungen dürfte dazu führen, in Zu[...] mit einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Gattu[...] auszukommen. Von den beiden hier beschrieb[...] Schnellzuglokomotiven wird sicherlich späterhin nur [...] eine technisch als überlegen erwiesene Gattung w[...] beschafft werden. Die leichte 1 B B 1-Güterzuglokom[...] wird wahrscheinlich in Zukunft ebenfalls mit T[...] motoren wie die 1 Co + Co 1-Lokomotive ausgeführt [...] den. Sie wurde aber hier besonders wegen ihrer b[...] kenswerten Steuerung behandelt. Abgesehen von [...] teren Lokomotiven für Verschiebezwecke wird man [...] den bei der Reichsbahn maßgebenden Verhältnissen [...] noch andre elektrische Lokomotivgattungen nötig [...] da, im Gegensatz zum Dampfbetrieb, den leichteren [...] sonen- und Schnellzugverkehr, möglicherweise auc[...] Güterverkehr, elektrische Triebwagen vorteilhaft [...] nehmen können. [B 28[...]

ortschritte im Bau elektrischer Lokomotiven

Von Dr.-Ing. K. SACHS, Baden (Schweiz)

Die Formen der elektrischen Lokomotive haben im letzten Jahrzehnt viele Wandlungen durchgemacht. Ausgehend von den nach dem Krieg entstandenen Konstruktionen werden die neuesten Antriebformen und Laufwerke eingehend behandelt und auf Grund der damit gemachten Erfahrungen und ihrer Verbreitung wird ihre Zweckmäßigkeit für die weitere Entwicklung geprüft. Von Einzelachsantrieben, der wohl aussichtsreichsten Antriebform, sind der Kleinow-, Buchli-, Federstern-Antrieb (quill-drive) u. a. besonders hervorgehoben, vom Laufwerk insbesondere die aus dem Kraus-Helmholtz-Drehgestell hervorgegangenen Abarten. — Bahnmotoren für Drehstrom, Einphasenstrom und Gleichstrom; die Konstruktion der Senkrechtmotoren[1]).

nnerhalb der elektrischen Zugförderung bedeutet das Jahr 1928 gewissermaßen einen Abschluß der Entwickng, und zwar den Abschluß von großzügigen Versuchen t einer neuen Betriebform in fast allen Ländern, die r rd. zehn Jahren darangegangen waren, den Dampfrieb durch den elektrischen Betrieb zu ersetzen. Neben n volkswirtschaftlich-finanziellen Auswirkungen steht nerhalb dieser Umstellung die elektrische Lokomotive Vordergrund der fachmännischen Aufgaben. Sie bildet n eigentlichen Träger der Änderung der Betriebform, die ihr am sinnfälligsten zum Ausdruck kommt. Es scheint her zeitgemäß, auf die konstruktive Entwicklung der ktrischen Lokomotive und ihrer Ausrüstungsteile wähnd des letzten Jahrzehnts hier näher einzugehen.

Mechanischer Teil (Wagenteil)

Antriebformen

Hinsichtlich Antriebart scheiden die Kriegsjahre, enigstens in Europa, deutlich zwei Entwicklungsstufen:

Antrieb mittels Stangen mit oder ohne Blindwellen

Der unmittelbare Antrieb von einem oder höchstens vei langsamlaufenden frei im Lokomotivkasten aufgeellten Motoren mittels langer Stangen über eine oder ehrere Blindwellen, dem man in der Vorkriegzeit den orzug gegeben hatte, ist sozusagen aufgegeben worden nter dem Eindruck von schweren Triebwerkzerstörunn; als deren Ursache wurden einerseits zu schwache Beessung der ungünstig beanspruchten Blindwellen, anderseits Schüttelschwingungen erkannt, die unter der Wirkung der Läufermassen als Folge ungenauer, beträchtliches Lagerspiel zurücklassender Triebwerkeinstellung entstanden waren. Unter den Lokomotiven des letzten Jahrzehnts ist diese Antriebform nur noch bei den 2 C 2-Lokomotiven (Reihe E 0601) der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft vertreten, Abb. 1, hier allerdings in der statisch und dynamisch günstigsten Form mit gleichmäßigem Drehmomentablauf von den Kurbeln des einzigen für die ganze Lokomotivleistung bemessenen Triebmotors aus je über ein Schrägstangenpaar nach zwei Blindwellen hin; von diesen ist die eine zwischen erster und zweiter Triebachse, die andre außerhalb des Triebradstandes im Rahmen gelagert. Bemerkenswert ist ferner die Ausbildung der Läuferfederung, Abb. 2. Der Läufer sitzt lose auf der Welle unter Zwischenschaltung einer Bronzebüchse. Auf der Kollektorseite ist er federnd mit der Welle verbunden, während auf der Blechkörperseite eine Lamellendämpfung der Federung eingebaut ist, um Schwingungen der Federung zum Abklingen zu bringen.

Der unmittelbare Antrieb unter Vermeidung von Blindwellen ist auch noch in der Nachkriegzeit viel verwendet worden, und zwar hauptsächlich in der Form des flachen Kuppelrahmens, dessen Eckpunkte die Anschlußpunkte für die Kurbeln der beiden Motoren bilden, während in der im Tiefpunkt des Kuppelrahmens angeordneten Kulisse der Kurbelzapfen eines der Triebräder mittels Gleitstein mit senkrechter Spielrichtung geführt ist. Beiderseits der Kulisse greift das mit den Kurbeln der übrigen Triebräder verbundene Kuppelgestänge an. Bei kleinen Pfeilhöhen wird der Kuppelrahmen voll geschmiedet, bei größeren als Fachwerkträger, Abb. 3, ausgeführt.

[1]) Die übrigen Teile der elektrischen Ausrüstung von Lokomotiven rden in einem demnächst erscheinenden besonderen Aufsatz des rfassers behandelt werden.

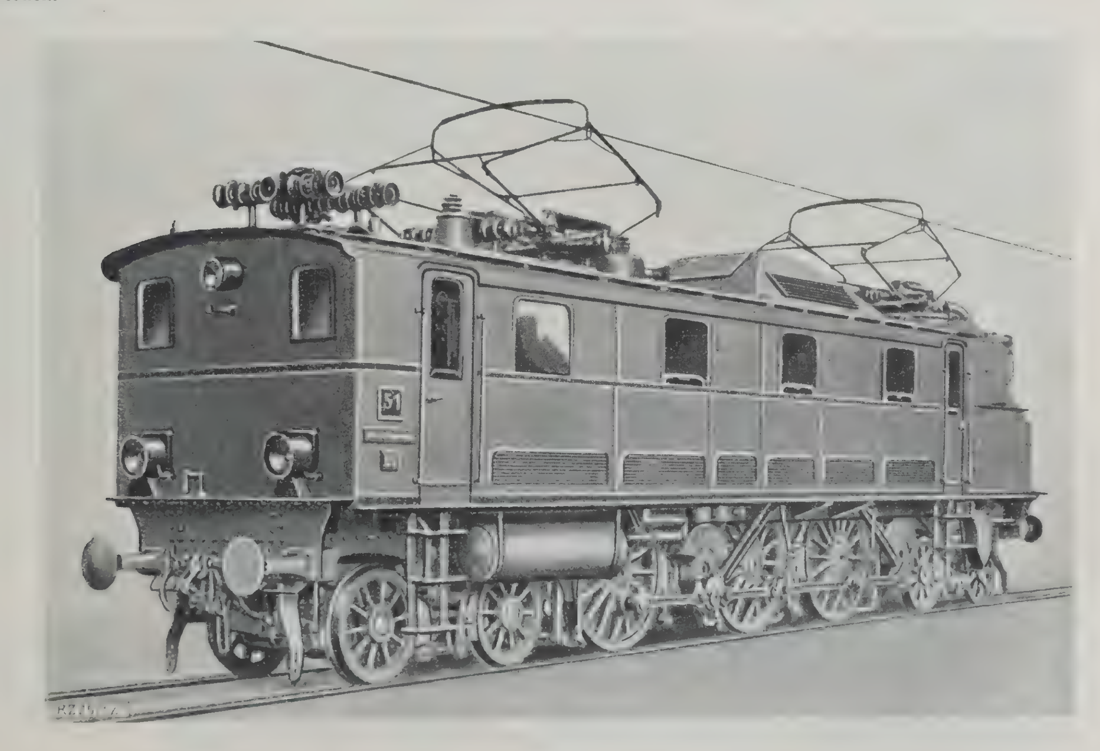


Abb. 1
2 C 2-Schnellzuglokomotive, Reihe 0601, der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.
(Bergmann-Schwartzkopff.)

Der Antrieb hat sich soweit bewährt, nur wird b allseits offenen Kulisse infolge der Fliehkraft viel C geschleudert, das durch reichliches Schmieren ersetzt den muß, wenn Anfressungen der Gleitflächen siche mieden werden sollen.

Es sind nun zwei Antriebe entwickelt worden denen das Federspiel statt von einer empfindlichen K von einer Lenkergeradführung aufgenommen wird. dem Antrieb von *K. v. Kandó*, Abb. 4[1a]), bewirkt die heit des trapezförmigen Rahmens *a*, *b*, *c*, *d* gegen gegenseitige Verschiebung der Kuppelstangen *a* und *e* die wagerechten Triebkräfte genau so auf den Zap übertragen werden wie beim flachen Kuppelra Tritt jedoch infolge der Abfederung des Rah eine lotrechte Bewegung der Radachse oder des Zapf in bezug auf den Rahmen oder die Kuppelstange *a* so wird — wenn die Kuppelstange *a* als ortfest un

[1a]) DRP Nr. 347 756. — Angewendet bei den E-Lokomotiven (E 552) der Italienischen Staatsbahnen, bei den 2B-B2-Lokomotiven E 401) der Paris-Orléans-Bahn, bei den Lokomotiven Achsfolge 1D1 der Reihen 1470 und 1180 der Österreichischen Bundesbahnen und E-Versuchslokomotive der Ungarischen Staatsbahnen.

Abb. 2.
Einphasen-Lokomotivmotor für 3400 PS Stundenleistung, 250 U/min und unmittelbarem Stangenantrieb der 2C2-Schnellzuglokomotive, Reihe 0601, der Deutschen Reichsbahn.
(Bergmann).

Abb. 4
E-Güterzuglokomotive Gruppe E 552, der Italienischen Staatsbah

a, *b*, *c*, *d* trapezförmiger Rahmen
e Kuppelstangen
f Kurbelzapfen
g Schnittpunkt der Mitte linien der Stangen *c* und *b*

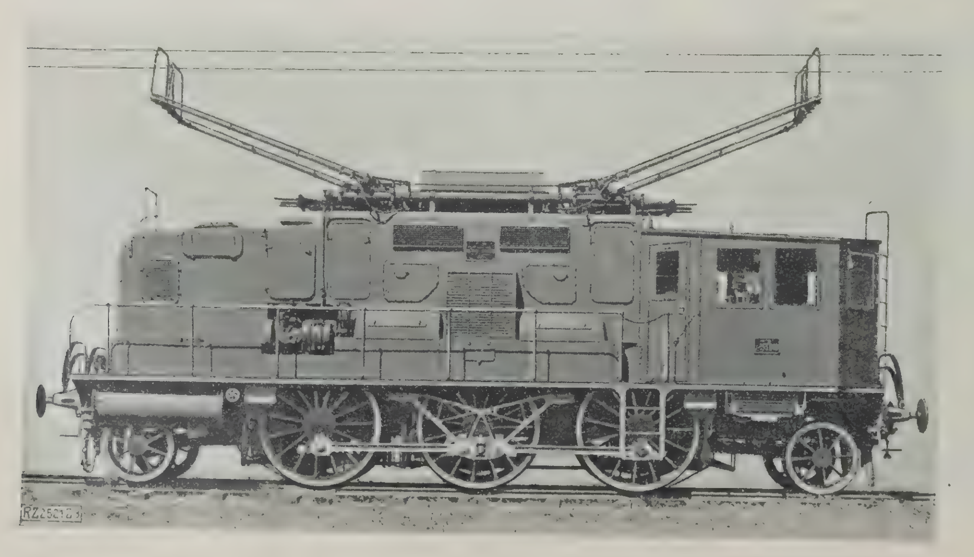


Abb. 3
1 C 1-Personenzuglokomot Gruppe E 333, der Italienis Staatsbahnen.
Der Kuppelrahmen ist als Fachv träger ausgeführt.
(Società per Costruzioni Elettro caniche di Saronno)

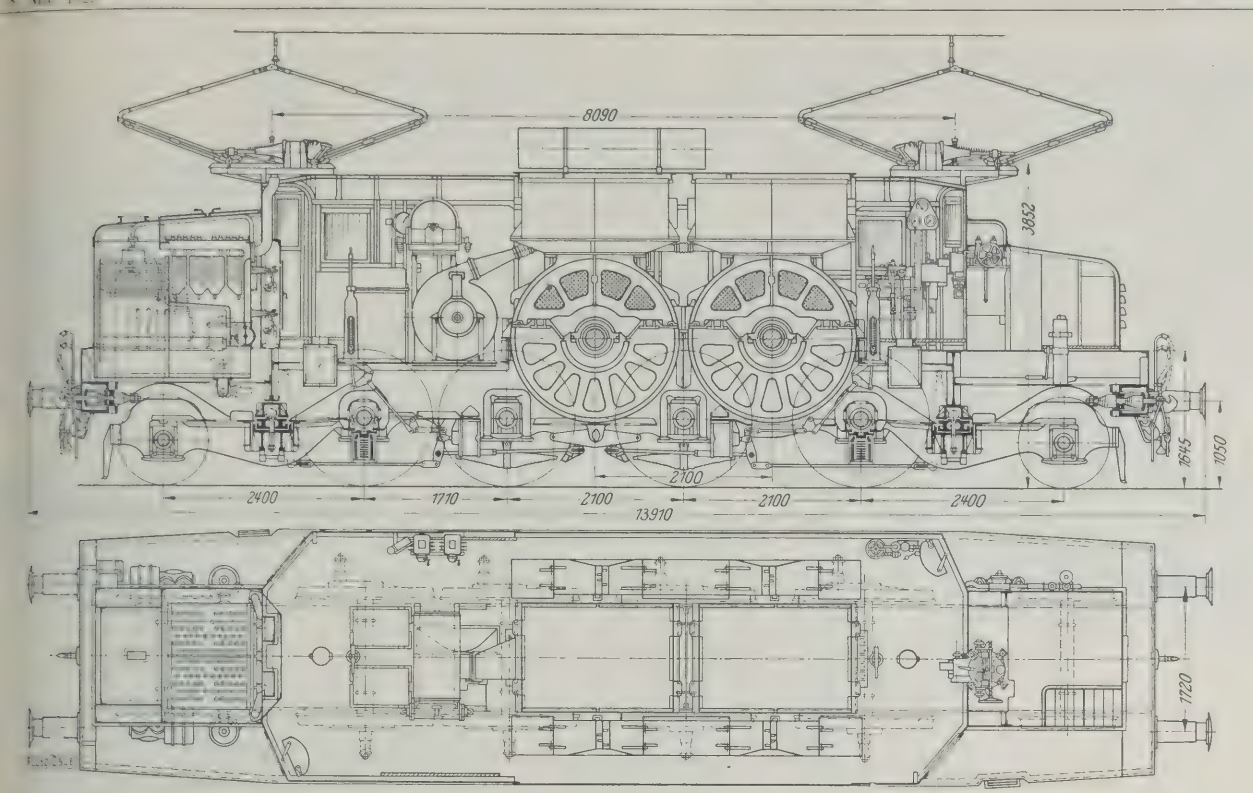


Abb. 5 und 6

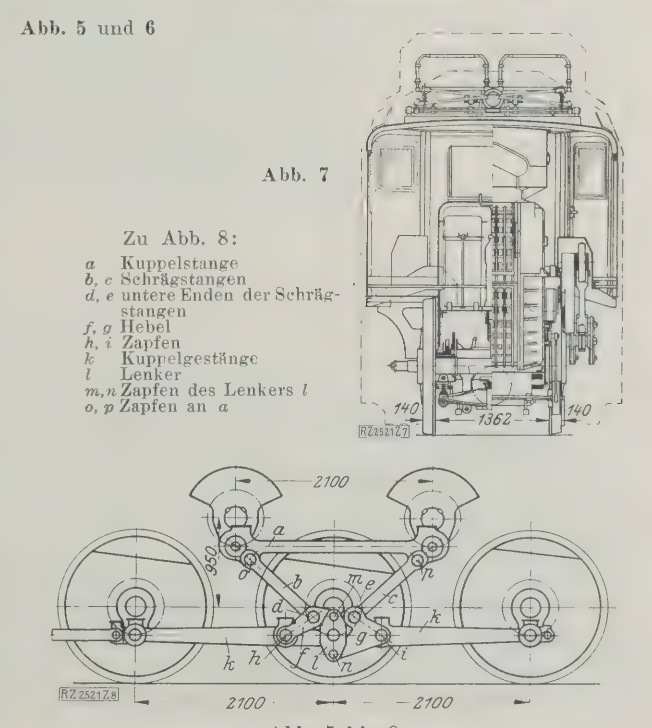
urbelzapfen f als in lotrechter Richtung schwingend be-
achtet wird — der Hebel d samt dem Kurbelzapfen f
ine Bewegung vollziehen, deren jeweiliger augenblick-
cher Drehmittelpunkt stets im Schnittpunkt g liegt. Da
ie Punkte g und f in gleicher Höhe liegen, so ist die Be-
egung des Zapfens f lotrecht.

Beim zweiten Antrieb dieser Art, Abb. 5 bis 8, der von
. Bianchi angegeben wurde[2]), greifen an die die beiden
otorkurbelzapfen verbindende Kuppelstange a zwei
chrägstangen b und c an, die an ihren unteren Enden d
nd e mit den Hebeln f, g gelenkig verbunden sind. Diese
chwingen um Zapfen h und i, die auf dem Kuppel-
estänge k angeordnet sind. Die Hebel f, g sind mittels
ines kleinen Lenkers l derart verbunden, daß sie gezwun-
en werden, sich um gleich große Winkel zu drehen, aber
n entgegengesetzten Richtungen.

Die Hebelarme $h-d$ und $i-e$ sind einander gleich,
benso die Arme $h-m$ und $i-n$. Die Treibstangen b und c
ilden die Seiten eines gleichschenkligen Dreieckes, dessen
rundlinie die Kuppelstange a ist und dessen Scheitel auf
er Achse des Kuppelgestänges k liegt. Durch diesen Punkt
eht auch die Achse des kleinen Lenkers l. Daraus er-
ibt sich, daß von den Kräften der Motorkurbeln auf die
äder nur die wagerechten Teilkräfte übertragen werden.
lle Verschiebungen senkrecht zu den Rädern, ob nach
ben oder unten gerichtet, setzen sich in eine Drehung
er Triebstangen b und c um die Zapfen o und p und in
rehungen in entgegengesetztem Sinne um die Gelenk-
unkte h und i der Hebel f und g um. Auf diese Weise
immt das Kuppelgestänge k weder die senkrechte Ver-
chiebung des Gestelles, noch irgendeine Kraftwirkung in
ieser Richtung auf. Im Gegensatz dazu werden die
agerechten Teilkräfte der Verschiebung und der Kurbel-
räfte der Motoren vollständig auf die Räder übertragen,
eil infolge einer wagerechten Verschiebung der Kuppel-
tange a die Triebstangen b und c daran gehindert werden,
ich um die Zapfen o und p zu drehen, da sie auch nicht
ie Hebel f und g drehen können, die wieder wechselseitig
n der Drehung durch den kleinen Lenker l gehindert wer-
en. Der Hebel g kann auch so ausgebildet sein, daß
uch dessen Ende n und damit der Lenker l über dem
uppelgestänge k zu liegen kommen[3]).

[2]) DRP Nr. 380 044. — Angewendet bei den 1D1-Lokomotiven
(Gruppe E 432) und bei den E-Lokomotiven (Gruppe E 554) der Italienischen
Staatsbahnen.

[3]) Ausgeführt bei den E-Lokomotiven (Gruppe E 554) der Italie-
nischen Staatsbahnen.



Zu Abb. 8:

a Kuppelstange
b, c Schrägstangen
d, e untere Enden der Schrägstangen
f, g Hebel
h, i Zapfen
k Kuppelgestänge
l Lenker
m, n Zapfen des Lenkers l
o, p Zapfen an a

Abb. 5 bis 8
1 D 1-Schnellzuglokomotive, Gruppe E 432, der Italienischen Staatsbahnen.
(Servizio Materiale e Trazione der Italien. Staatsbahnen)

Antrieb mittels Zahnradvorgelege und Kuppelstangen

Bei den unmittelbar nach dem Kriege entstandenen Lokomotiven, die teilweise, wie z. B. in der Schweiz, noch während des Krieges entworfen wurden, werden bereits durchwegs raschlaufende Motoren in Verbindung mit Übersetzungstriebwerken verwendet. Dabei werden bei Drehgestellokomotiven mit halbhoher Motorlagerung die Kurbeln von zwei bis drei Triebrädern, bei Lokomotiven mit durchgehendem Rahmen bis zu fünf Triebräder mittels Gestänge mit der Kurbel des Vorgelegezahnrades verbunden, das entweder in gleicher Höhe wie die Triebräder oder allenfalls mit geringer Überhöhung im Rahmen gelagert

Abb. 9
B-B-Personenzu
Lokomotive, Rei
E 4213 der Deutsc
Reichsbahn.
AEG)

Abb. 12
1 B-B 1-Personenzuglokomotive, Reihe 301, der Bernischen Dekretsbahnen
(A. G. Brown, Boveri & Cie. — Schweiz. Lokomotiv- und und Maschinenfabrik, Winterthur)

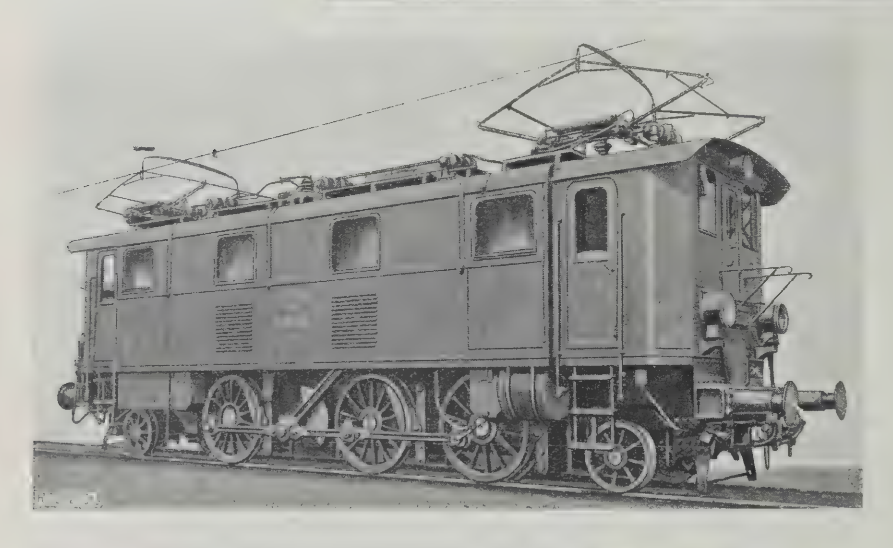


Abb. 13
1 C 1-Personenzuglokomotive, Reihe E 3206, der Deutschen Reichsbahn.
(Brown, Boveri & Cie. — J. A. Maffei)

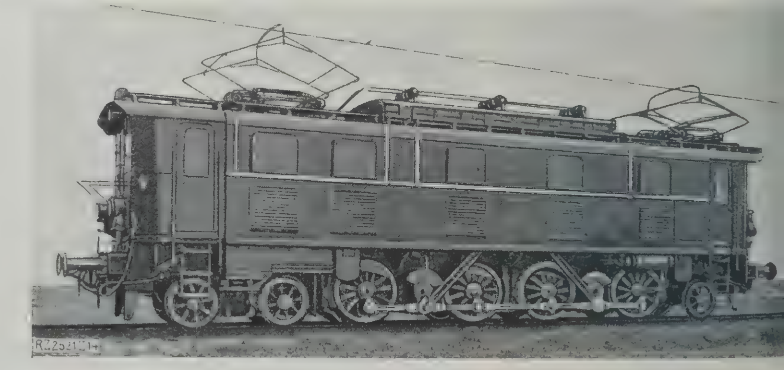


Abb. 14
2 D 1-Güterzuglokomotive, Reihe E 7901, der Deutschen Reichsbahn.
(Pöge-Elektrizitäts-A.-G. — I. A. Maffei)

Abb. 10 und 11
1 B - B 1-Personenzuglokomotive, Reihe 7801, der Pennsylvania-Bahn.
(American Brown Boveri Electric Corporation)

ist, und zwar in Europa innerhalb, Abb. 9, und in Amerika außerhalb des Triebradstandes, Abb. 10 und 11. Bei Lokomotiven für mäßige Geschwindigkeit findet sich zur Überwindung geringer Überhöhungen der Lagerung des Vorgelegezahnrades die Schlitzkuppelstange vorwiegend bei zwei gekuppelten Achsen, Abb. 12, während hauptsächlich bei drei, seltener bei zwei gekuppelten Achsen die Kraft mittels langer, sehr geneigter Schrägstange übertragen wird, die ohne Zwischenschaltung einer Blindwelle gelenkig mit dem Kuppelgestänge verbunden ist[3a]). Dabei ordnet man in Europa mit der einzigen Ausnahme der 1 C 1-Lokomotive, Reihe 1029 und 1029/500, der Österr. Bundesbahnen das Gestänge in einer, in Amerika durchweg in zwei Ebenen an.

Größere Überhöhungen, zu denen im allgemeinen bereits höhere Lagerung der Triebmotoren im Lokomotivkasten führt, werden von der Kurbel des Vorgelegezahnrades, das je nach Lokomotivleistung von einem oder zwei Motoren gemeinsam, Abb. 13, angetrieben werden kann, durch Schrägstangen größerer Neigung über eine Blindwelle nach den Triebrädern überbrückt. Als Neuerung ist in diesem Zusammenhang der von *Lotter* herrührende, bei den 2 D 1-Lokomotiven (Reihe E 7901) der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft benutzte Antrieb[4]) anzusehen, wobei von den Kurbeln des Vorgelegezahnrades, das von einem Motorpaar mittels zweier Ritzel angetrieben wird, je ein Schrägstangenpaar nach zwei in Triebachshöhe gelagerten Blindwellen ausgehen, Abb. 14. Den Antrieb kann man sich aus dem eingangs erwähnten, bei der Lokomotive nach Abb. 1 dargestellten Antrieb durch Vorschaltung eines Vorgeleges vor das Gestänge entstanden denken.

Schließlich wird zur Überwindung größerer Überhöhungen auch der flache Kuppelrahmen verwendet. Dabei braucht jedoch, wie Abb. 15 zeigt, nur der eine Eckpunkt des Kuppelrahmens den motorseitigen Anschluß zu bilden, wenn der andere an eine besondere lediglich als Führungswelle dienende Blindwelle angeschlossen wird[5]). Bei diesem Antriebmechanismus bilden nun die von der Vorgelegewelle an die Dreieckstange abgegebene wagerechte Drehkraftkomponente P und die ihr gleiche von der Dreieckstange auf den Kulissenstein auf die wagerechte Kuppelstange übertragene Kraft ein wagerechtes Kräftepaar, deren Hebelarm x gleich ist der Überhöhung der Vorgelege-(Blind-)Welle über den Triebradachsen. Dieses Kräftepaar muß bei einwandfreiem Betrieb offenbar durch ein entgegengesetztes Kräftepaar aufgehoben werden, gebildet durch die senkrechten Drehkraftkomponenten Q in den Kurbelzapfen, an denen die Dreieckstange angreift, mit y als Hebelarm. Damit nun zur Herstellung des Gleichgewichts außer den zur Eigenbewegung der Blindwelle nötigen Antriebkräften auf dieser nur senkrechte Gegenkräfte auftreten können, ist die erwähnte Führungsblindwelle beweglich gelagert, indem die beiden Lagerträger an einer durchgehenden Achse schwingbar aufgehängt sind und je von einer seitlich angebrachten Feder in der Mittelstellung gehalten werden. Die Federn werden mit Vorspannung eingelegt, damit die Lager den erforderlichen Widerstand gegen den für das Drehen der Blindwelle erforderlichen Kraftaufwand haben. Sobald eine größere wagerechte Kraft auf das Lager wirkt, geben die Federn nach.

Der flache Kuppelrahmen, dessen Kulisse sehr empfindlich ist, ist auch hier durch den Dreistangenantrieb von *v. Kandó* ersetzt worden, und zwar auch wieder in der Form, daß ein Eckpunkt des Stangendreieckes den Anschlußpunkt für die Kurbel des Vorgelegezahnrades bildet, während der andere mit einer Führungswelle verbunden wird, Abb. 16[6]).

[3a]) s. Abb. 26 und 27 S. 674 dieses Heftes und Tafel 2.
[4]) DRP Nr. 413 712 (*G. Lotter*).
[5]) Schweiz. Patent Nr. 46 520, 69 106, DRGM Nr. 627 671; *O. Kjelsberg.* — Ausgeführt bei den 1C-C1-Lokomotiven (Reihe 14 251) der Schweizerischen Bundesbahnen.

Einzelachsantrieb

Neben den erwähnten Antriebformen, die also in der vereinigten Anwendung von raschlaufenden Motoren mit Zahnradvorgelegen und Kuppelstangen bestehen, finden sich aber bereits bei den ersten Nachkriegslokomotiven Einzelachsantriebe vor, die seither in immer steigenderem Maße Verwendung finden. Bei diesen wird die Bewegung des Elektromotors ohne Umwandlung in hin und her gehende Bewegung, also ohne Stangen, auf die einzelnen Triebräder übertragen. Abgesehen von der im wesentlichen auf Amerika beschränkt gebliebenen unmittelbarsten Form des Einzelachsantriebes, bei der die Motoranker auf den Radachsen sitzen, lassen sich zunächst zwei Hauptformen des Einzelachsantriebes unterscheiden:

der bei Straßenbahnen übliche Antrieb, bei dem der Motor einseitig federnd am Rahmen aufgehängt ist und sich mit Hilfe der Tatzenlager auf die zugehörige Triebachse stützt, die er mittels in der Regel einfachem Vorgelege einseitig oder beidseitig antreibt, und die Einzelachsantriebe mit schief oder senkrecht über der zugehörigen Triebachse fest im abgefederten Rahmen sitzenden Motor, der allgemein über eine nachgiebige Kupplung die Triebachse treibt. Je nach der Art dieser Kupplung, nach der Art der Ausführung des Vorgeleges (einfach oder mehrfach), nach der Anordnung der Motorwelle (wagerecht oder senkrecht) ergeben sich weitere Formen.

[6]) Österreich. Patent Nr. 103 555 (AEG-Union). — Angewendet bei den E-Lokomotiven (Reihe 1280) der Österreichischen Bundesbahnen.

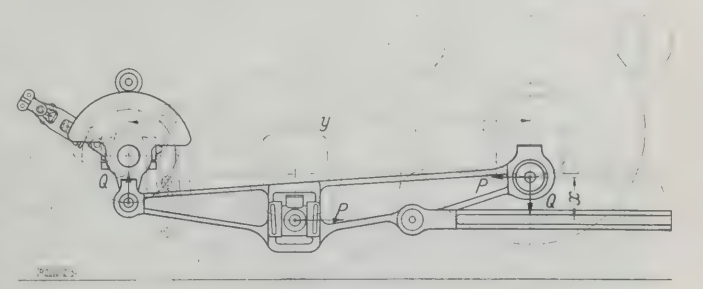


Abb. 15
Antriebgestänge der 1 C - C 1-Güterzuglokomotiven, Reihe 14 251, der Schweizerischen Bundesbahnen.
(Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur)

P Wagen-Drehkraftkomponente Q Senkrechte Drehkraftkomponente x, y Hebelarme der Momente

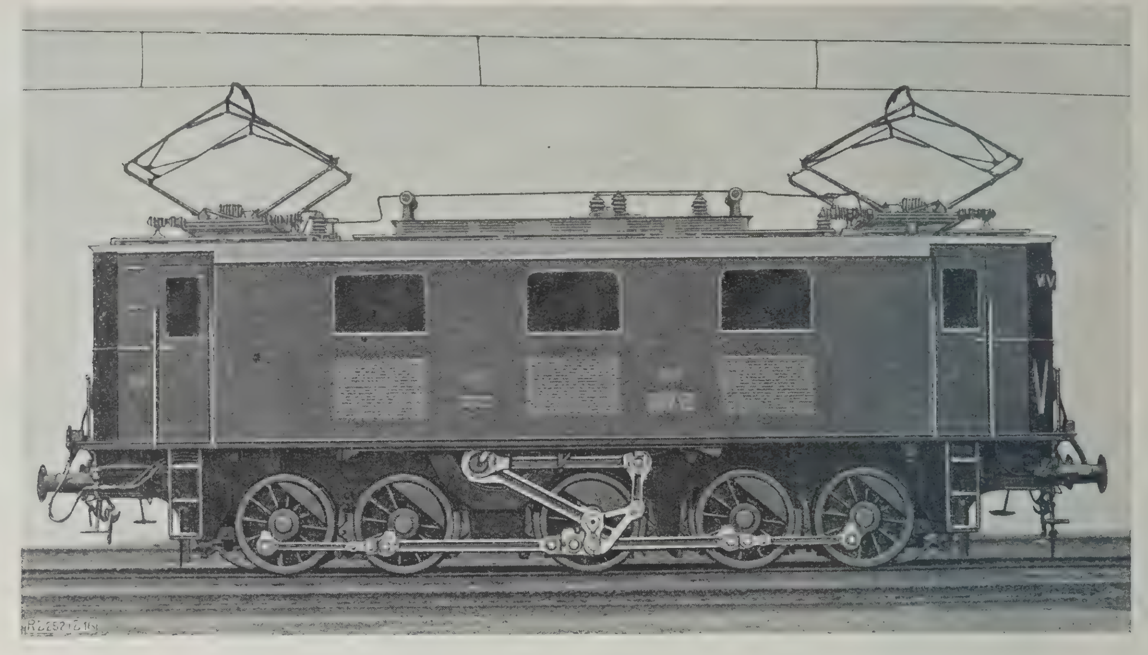


Abb. 16
E-Güterzuglokomotive, Reihe 1280, der Österreichischen Bundesbahnen.
(AEG Union — Lokomotivfabrik der Staatseisenbahn-Gesellschaft)

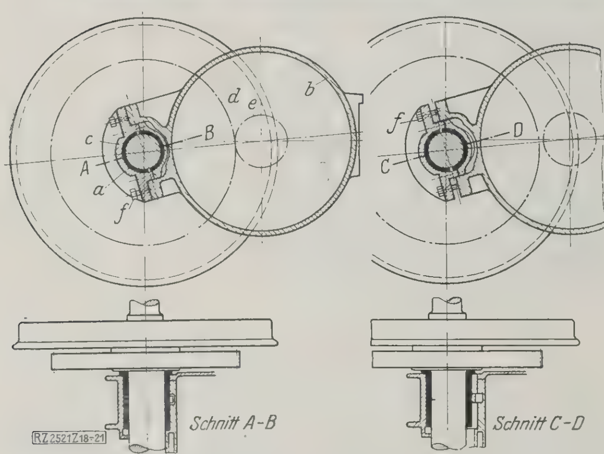


Abb. 18 bis 21
Ausrückvorrichtung für Tatzenlagermotoren.
(Siemens-Schuckertwerke A.-G.)
a Lagerschale *b* Motorgehäuse *c* Bügel *d*, *e* Zahnräder *f* Abdrückschrauben

Der Antrieb mit Tatzenlagermotoren, der den ältesten Einzelachsantrieb darstellt, wurde z[u]nächst für Lokomotiven, wenigstens in Europa, nur v[er]einzelt angewendet, da die Auswirkungen des hohen [An]teils der unabgefedert auf der Triebachse lasten[den] Motormasse bedenklich schienen. Nach dem Kriege w[ur]den jedoch zunächst in Frankreich Lokomotiven mit [die]sem Antrieb in der Achsanordnung Bo-Bo und 1 Co-C[o 1] z. T. für Höchstgeschwindigkeiten bis 100 km/h und [dar]über gebaut, die bis jetzt günstige Betriebsergebni[sse] aufweisen. Von besonderem Interesse ist aber der V[er]such der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft mit z[...]

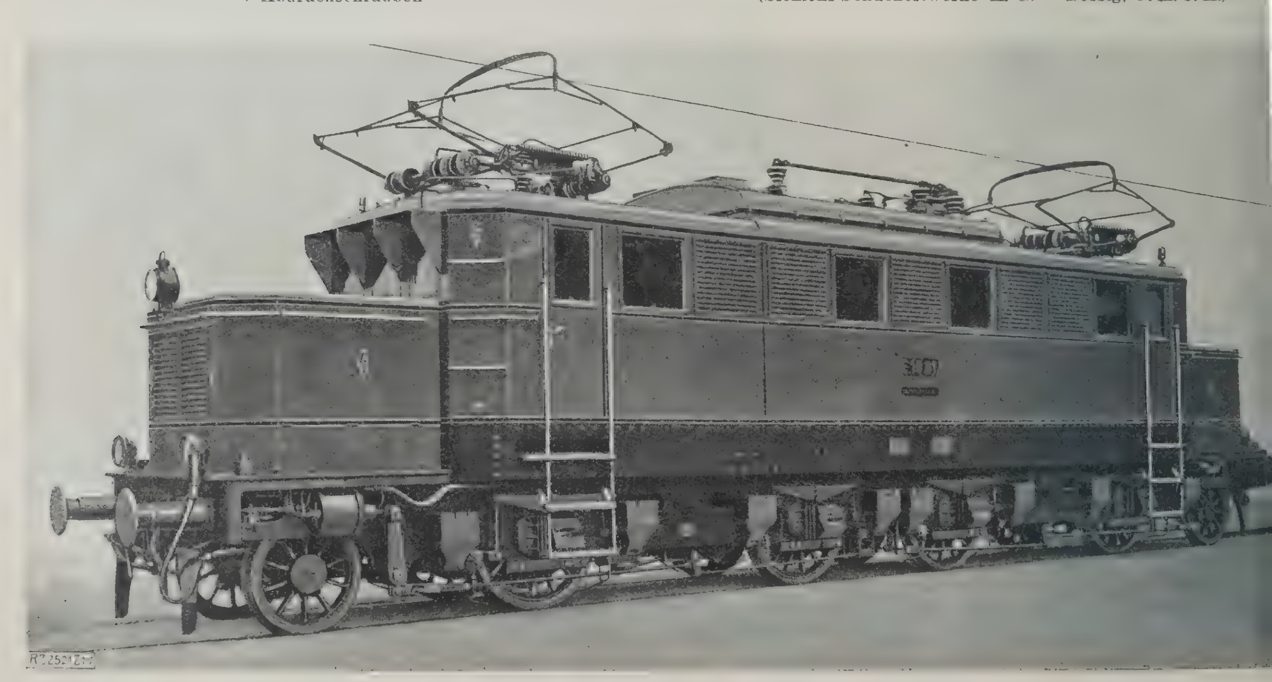


Abb. 17
1 Bo - Bo 1-Schnellzuglokomotive, Reihe E 1801, der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.
(Siemens-Schuckertwerke A. G. — Borsig, G. m. b. H.)

…okomotiven, Achsfolge 1 Bo-Bo 1 und 1 Do 1 (Reihe …1801 und E 16 101), für 110 km/h Höchstgeschwindigkeit …nd mit einer sechs Ausführungen umfassenden Reihe von …üterzuglokomotiven, Achsfolge 1 Co-Co 1 (Reihe E 9501), …ir 65 km/h Höchstgeschwindigkeit, weil es sich hier um …e schwersten bis jetzt bei dieser Antriebart benutzten …otoren handelt.

Bei der 1 Bo-Bo 1-Lokomotive, Abb. 17, ist im Zu…mmenhang mit dem Antrieb als Neuheit bemerkens…ert, wie die Zahnräder eines beschädigten Motors außer …ingriff gebracht werden können, Abb. 18 bis 21. Das Tatzen…ger wird mittels eines zwischen der Lagerschale *a* und …em Gehäuse *b* eingebauten Bügels *c* am Lagerdeckel …stgehalten. Zum Ausrücken der Zahnräder *d* und *e* …erden die Lager nach Lösen der großen Deckelschrau…en mit Hilfe der Abdrückschrauben *f* aus ihrem Sitz im …ehäuse gelöst, ohne daß sie selbst geteilt oder geöffnet …u werden brauchen; sie stützen sich nach wie vor auf …ie Triebachse, und der ganze Motor wird mit Hilfe der …chrauben *f* von der Triebachse weg nach der Aufhänge…eite hin verschoben. Die Seitenwände der Zahnrad…chutzkasten sind zu diesem Zweck mit Gleitflächen ver…ehen.

Bei den 1 Co + Co 1-Lokomotiven, s. Abb. 2 bis 5 S. 668/69, …st die Art der Motoraufhängung, Abb. 22 und 23, neu…rtig[7]). Am Motorgehäuse *a* sind zwei Federtöpfe *b* ange…racht, deren Deckel mittels Federn *c* auseinandergedrückt …erden und sich gegen einen im Gestell *d* pendelnd aufge…ängten Rahmen *e* stützen. Der Motor hängt an Leisten *f* …er Deckel. Die Federn sind hier für beide Kraftrich…ungen nur auf Druck beansprucht, und die zusätzlichen …elastungen unterworfenen Federbolzen sind vermieden.

Von den Einzelachsantrieben der zweiten Gruppe ist …ls ältester der vor und während des Krieges in Amerika …ielverwendete sogenannte „quill-drive", der

Federstern-Antrieb

…u nennen, bei dem das große Zahnrad, das mit dem …itzel des zugehörigen, häufig als Zwillingsmotor aus…eführten Antriebmotors in Eingriff steht, auf einer die …ugehörige Triebachse konzentrisch umschließenden …ohlwelle sitzt. Diese endigt in einer Anzahl sich pratzen…rtig fortsetzender Arme, die unter Zwischenschaltung …on Wickelfedern mit den Triebradspeichen verbunden …ind. Von Nachteil ist bei diesem Antrieb, der sich …n Europa, z. B. bei den 1 Co 1-, 2 Co 1- und 1 Bo 1-Bo 1-…Lokomotiven der Reihen 10201, 10261, 12501 der Schwei…zerischen Bundesbahnen findet, die mit der Drehrichtung

[7]) DRP Nr. 451 356 (AEG).

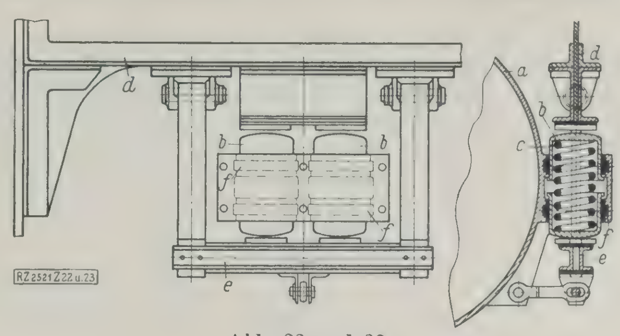


Abb. 22 und 23
Aufhängung für Tatzenlagermotoren.
(A E G)
a Motorgehäuse *d* Gestell
b Federtöpfe *e* Rahmen
c Federn *f* Befestigungsleisten

wechselnde Beanspruchung der Federn auf Zug und Druck, zu denen bei Schiefstellung der Radsätze verwickelte Biegungsbeanspruchungen hinzukommen. Um diese letzteren zu vermindern hat die S. A. des Ateliers de Sécheron bei ihrer bei der 1 Co-Co 1-Güterzuglokomotive, Reihe 201 der Lötschbergbahn, Abb. 24 und 25, angewendeten Bauart, drei Doppelfederelemente angeordnet, die mittels der drei mittleren starren Federfassungen mit der Hohlwelle der beiden sechs äußeren Fassungen mit dem Triebrad verbunden sind[8]). *W. Kleinow* (AEG) vermeidet den Beanspruchungswechsel und die zusätzlichen Biegungsbeanspruchungen der Federn, indem er diese in Töpfen faßt, deren gemeinsames Lagergehäuse zweiteilig ausgeführt ist, Abb. 26 und 27. Ringe *a* mit außen angeordneten Bunden *b* bilden die Lagerstellen der Töpfe *c* in dem Lagergehäuse. Ringe und Bunde können zugleich mit den Töpfen nach einfachem Lösen des Gehäusedeckels ausgewechselt werden[9]).

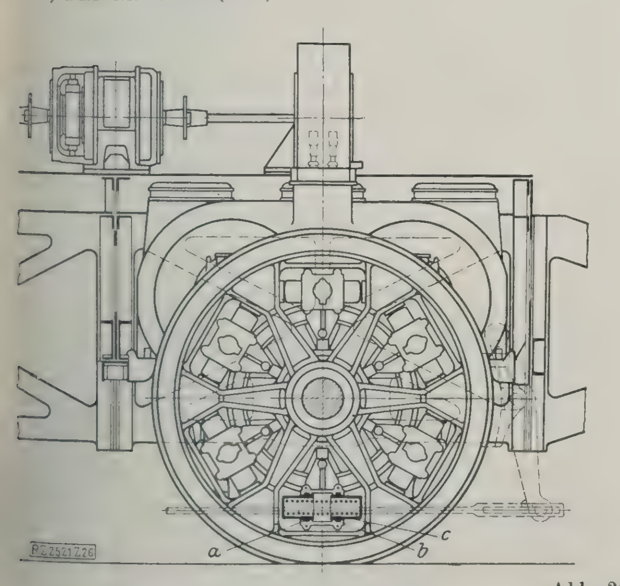
Alle übrigen Einzelachsantriebe dieser zweiten Gruppe suchen das Problem der allseitig beweglichen

Verbindung zwischen Motor und Triebrad mittels Gelenkkupplungen

zu lösen. So zeigt zunächst Abb. 28 den von *J. Buchli* bei der A.-G. Brown, Boveri & Cie. angegebenen Einzelachs-

[8]) Patent der Vereinigten Staaten von Amerika Nr. 1 580 937; Schweiz. Patente Nr. 106 695, 116 062. — Ausgeführt bei den 1Co-Co1-Lokomotiven (Reihe 201) der Lötschbergbahn, bei den Bo-Bo-Lokomotiven (Reihe 1170) der Österreichischen Bundesbahnen und bei der Bo-Bo-Lokomotive Nr. 82 der Bernina-Bahn.

[9]) DRP angem. A 47 853/20 l. — Die 2Do1-Lokomotiven (Reihe E 2101) und 1Do1-Lokomotiven (Reihe E 1701 und E 17 101) der Deutschen Reichsbahn sind mit diesem Antrieb ausgerüstet.



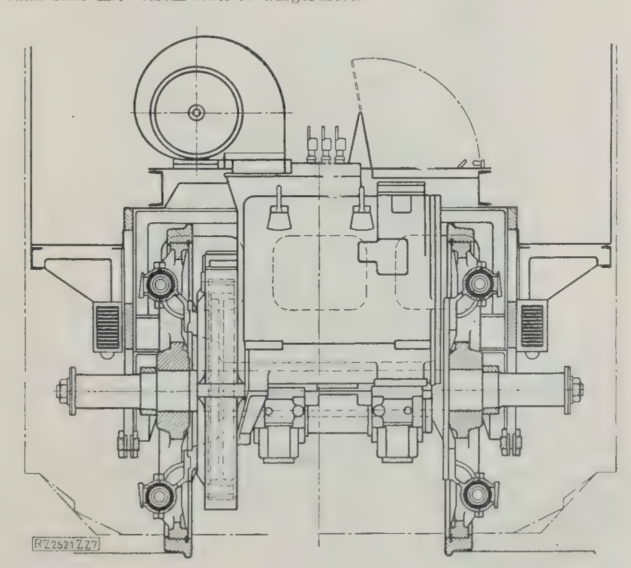


Abb. 26 und 27
Einzelachsantrieb der 2 Do 1- und 1 Do 1-Schnellzuglokomotiven, Reihe E 2101, E 1701 und E 17 101, der Deutschen Reichsbahn.
(A E G — *W. Kleinow*).
a Ring *b* Bund *c* Federtopf

Abb. 24 und 25
1 Co - Co 1-Güterzuglokomotive, Reihe 201, der Lötschbergbahn.
(S. A. des Ateliers de Sécheron — Società Italiana Ernesto Breda per Costruzioni Meccaniche)

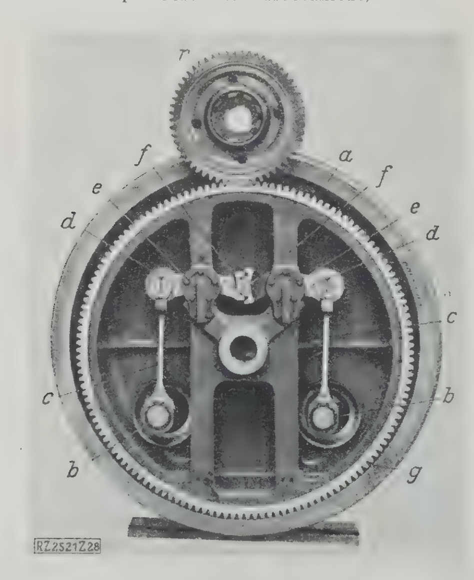


Abb. 28
Einzelachsantrieb der A.-G. Brown, Boveri & Cie.
(J. Buchli).

a Triebrad	*e* Hebellager
b Zapfen	*f* Zahnsegmente
c Kuppelstangen	*g* großes Zahnrad
d Hebel	*h* Ritzel

antrieb, und zwar dessen allseits bewegliche Kupplung die eine starre, exzentrische Lagerung des großen Za rades ermöglicht. An den zwei am Triebrad *a* befes ten Zapfen *b* greifen die Kuppelstangen *c* an, mit einer Gabel an den kugelig ausgebildeten En der Hebel *d* befestigt sind. Die Zapfen *b* durchdrin die hintere Wand des Zahnradkörpers und sind über Stangen *c*, die Hebel *d* und deren Zahnsegmente *f* in Hebellagern *e* mit dem Zahnrad *g* kraftschlüssig verb den. Die Zapfen *b* sind ebenfalls kugelig ausgebildet, daß jede Bewegungsfreiheit zwischen Triebrad und Za rad in den betriebsmäßig vorkommenden Grenzen gewa ist. Das große Zahnrad dreht sich auf einem Zapfen, an einem am Rahmen befestigten Lagerbock kegelig e gesetzt ist. Dadurch ist bei diesem Antrieb die Verw dung einer Hohlwelle vermieden.

Die in Abb. 29 dargestellte, von der Maschinenfab Oerlikon entwickelte Kupplung[11]) besteht aus fünf S-Form angeordneten Hebeln *a*, *b*, *c*, *b*, *a*, von denen Hebel *b* mit *d* als Anschluß- und Drehpunkt an das gr Zahnrad angeschlossen sind, während die Kuppelstange mittels der Zapfen *e* mit dem Triebrad verbunden si In mindestens eine der Kuppelstangen *a* ist eine Feder e zubauen, da bei exzentrischer Stellung von Zahnrad u

---

[10]) DRP Nr. 304 997. — Folgende Lokomotiven sind mit dieser K lung versehen: 2Co1-Lokomotiven (Reihe 10 601) und 2Do1-Lokomot (Reihe 10 901) der Schweiz. Bundesbahnen, 1Do1-Lokomotiven (Reihe E 1 der Deutschen Reichsbahn, 1Do1-Lokomotiven (Reihe 3001) der Nie ländisch-Indischen Staatsbahnen, 1Do1-Lokomotiven (Reihe 7000) Japanischen Staatsbahnen, 2Co-Co2-Lokomotiven (Reihe 7201) der Sp schen Nordbahn, 1Do1-Lokomotiven (Reihe E 465) der Tschechoslowakis Staatsbahnen, 2Co2-Lokomotive Nr. 4002 $\frac{EC}{1}$ der Great Indian Penin Bahn, 1Do1-Lokomotive No 231 der Paulista-Bahn, 2Do2-Lokomotiven (E E 501) der Paris-Orléans-Bahn und 1Do1-Lokomotiven der Strade Fe Secondarie Meridionali, Neapel.

[11]) Angewendet bei den 2Bo-Bo2- und 2Co-Co2-Lokomotiven (E 242/BE und 262/AE) der französischen Mittelmeerbahn.

Triebachse die Kuppelstangen Längendehnungen unterworfen sind, die von dem Zapfenspiel allein nicht aufgenommen werden können.

Abb. 30 zeigt eine gleichfalls von der Maschinenfabrik Oerlikon entworfene Gelenkkupplung[12]). Die über das Zahnradvorgelege angetriebene Hohlwelle *a* endigt einseitig in dem Kupplungsgehäuse *b*, in dem die Kulissen *c* angeordnet sind. Die zugehörigen Gleitsteine sitzen auf den Zapfen *d* des zweiteiligen Kuppelrahmens *e*, mit dem die Kuppelstangen *f* allseitig beweglich verbunden sind; die anderen Enden der Stangen *f* greifen an zwei im Triebrad eingelassenen Zapfen *g* an. Die einzelnen Gelenke und Kulissen werden selbsttätig mittels zweier von der Rahmenbewegung angetriebener diagonal angeordneter Kolbenpumpen *h* geschmiert, die das infolge der Fliehkraft nach außen geschleuderte Öl durch biegsame Röhren den einzelnen Schmierstellen unmittelbar zuführen[13]).

Bei der in Abb. 31 dargestellten Kupplung der A.-G. vorm. Skodawerke[14]) in Pilsen sind die Hebel *a* gelenkig mit dem Triebrad und miteinander durch den Hebel *b* verbunden, während die Triebstangen *c* einerseits etwa im Mittelpunkt der Hebel *a* angreifen (in der Abbildung nicht sichtbar), anderseits mittels Kugelgelenke an das große Zahnrad angeschlossen sind, das auf der die Triebachse konzentrisch umschließenden Hohlwelle sitzt.

Die von der „Société Alsacienne de Constructions Mécaniques" entwickelte Gelenkkupplung, Abb. 32[15]), be-

[12]) DRP Nr. 424 234. — Eingebaut bei der 2Co2-Lokomotive Nr. 4001 $\frac{EB}{1}$ der Great-Indian-Peninsula-Bahn.

[13]) DRP Nr. 459 424, Schweiz. Patent Nr. 120 980 (M.F.Ö.).

[14]) Schweiz. Patent Nr. 112 055. — Ausgeführt bei den 1Do1-Lokomotiven (Reihe E 466) der Tschechoslowakischen Staatsbahnen.

[15]) Angewendet bei zwei Radsätzen der 2Bo-Bo2-Lokomotive (Reihe 242/AE) der französischen Mittelmeerbahn.

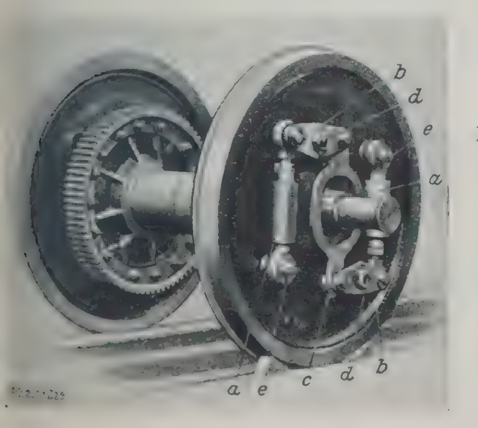
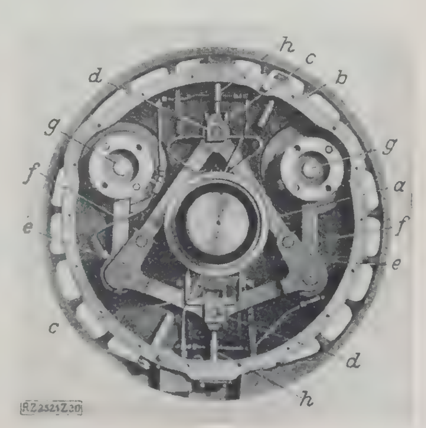


Abb. 29
Einzelachsantrieb der Maschinenfabrik Oerlikon mit Gelenkhebelkupplung.

a, b, c Hebel
d Drehpunkt der Hebel *b* am großen Zahnrad
e Zapfen am Triebrad

Abb. 30
Einzelachsantrieb mit Kuppelrahmen Maschinenfabrik Oerlikon.

a Hohlwelle
b Kupplungsgehäuse
c Kulissen
d Zapfen in *e*
e Kuppelrahmen
f Kuppelstange
g Zapfen am Triebrad
h Kolben-Schmierpumpen



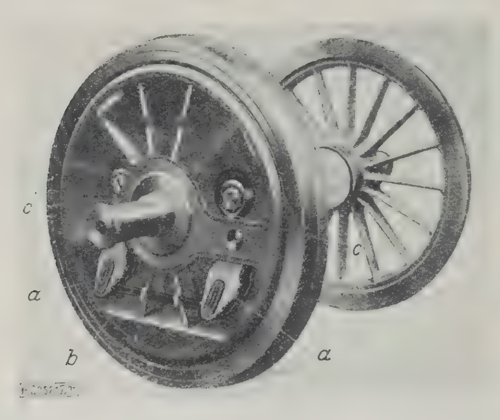


Abb. 31. Einzelachsantrieb mit Gelenkhebelkupplung der A.-G. vorm. Skodawerke.

a Hebel, verbunden mit dem Triebrad
b Hebel zwischen *a* *c* Triebstangen, greifen in der Mitte von *a* an und sind mit dem großen Zahnrad verbunden

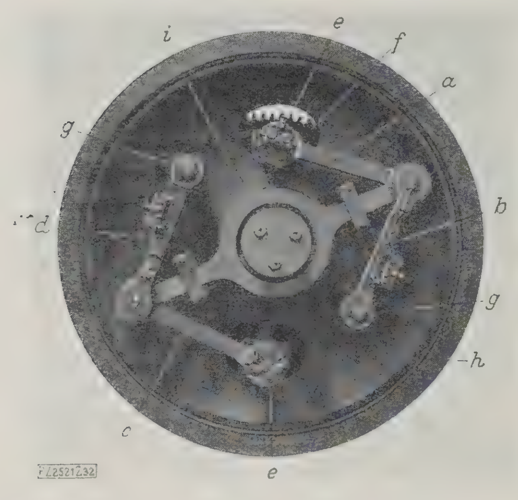


Abb. 32. Einzelachsantrieb der „Société Alsacienne de Constructions Mécaniques".

a, b und *c, d* Hebelpaare *e* Zapfen an *f* *f* großes Zahnrad *g* Zapfen am Treibrad *h* Treibrad *i* Lenker

steht aus zwei gegeneinander um 180° versetzten, ein rechten Winkel bildenden Hebelpaaren *a b* und *c d*, v denen die Hebel *a* und *c* in Zapfen *e* des Zahnrads *f*, Hebel *b* und *d* in Zapfen *g* des Triebrads *h* gelenkig lagert sind. Die gelenkigen Scheitelpunkte der beid Hebelpaare sind mittels eines den Radachsschenkel u greifenden Lenkers *i* miteinander verbunden.

Die Einzelachsantriebe unter Verwendung von Zw schenrädern oder doppelten Übersetzungen haben den V teil der hohen Lagerung und damit des leichteren Ausbau der Motoren. Außerdem besteht eine weitgehende U abhängigkeit der Motorabmessungen und des Triebra durchmessers von der Übersetzung.

Bei dem in Abb. 33 und 34 dargestellten Antrieb der Linke-Hofmann-Busch-Werke arbeiten je zwei Mo ren *a* von zwei Seiten her auf eine Triebachse. Die Rit *b* der Motorwellen greifen in ein in einem Getriebekaste gelagertes Zwischenrad *d* ein; dies steht mit dem Zah rad *f* in Eingriff, das auf einer die Triebachse u schließenden Hohlwelle *e* sitzt. Die Hohlwelle ist mit d Triebrädern mittels Gelenkkupplungen *g* verbunden.

Die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabr Winterthur *(J. Buchli)*, löst den Zwischenradantri Abb. 35, vorteilhaft in zwei voneinander una hängige Zahnradübersetzungen auf und erhält so ein Antrieb[17]), bei dem alle nur möglichen Übersetzung durch passende Aufteilung auf die beiden Übersetzung untergebracht werden können. Die allseitig beweglic Kupplung ist unmittelbar in das große Zahnrad eingeba

Schließlich sind Einzelachsantriebe mit senkrec angeordneten Motoren entwickelt worden, gleichfalls den Vorteil einer hohen Schwerpunktla haben, eine günstige Raumausnutzung ermöglichen, g zugänglich und leicht auszubauen sind. Die Bedenken,

---

[16]) DRGM Nr. 911 712. — Die 2Do1-Lokomotive (Reihe E 21 der Deutschen Reichsbahn ist damit ausgerüstet.

[17]) DRP Nr. 126 369. — Patent der V. St. von Amerika Nr. 1 6811 Schweiz. Patent Nr. 128 358. — Ausgeführt bei der 2Co1-Lokomot Nr. 4000 $\frac{EA}{1}$ der Great Indian Peninsula-Bahn.

Abb. 33 und 34
Einzelachsantrieb mit zwei Motoren, Zwischenrad und Gelenkkupplung der Linke-Hofmann-Busch-Werke A.-G., Breslau.

a Motoren *b* Ritzel *c* Getriebekasten *d* Zwischenrad *e* Hohlwelle *f* Zahnrad auf *e* *g* Gelenkkupplung

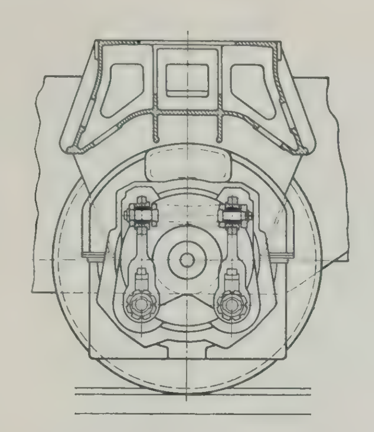
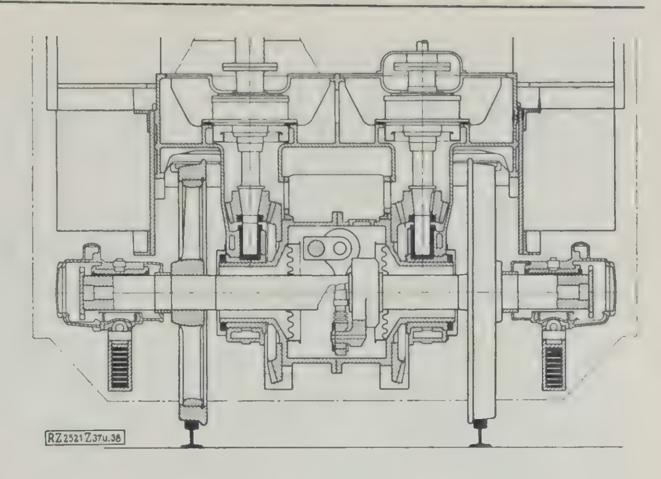


Abb. 37 und 38 Einzelachsantrieb mit Zwillings-Senkrechtmotoren der Österr. Siemens-Schuckert-Werke.



man anfangs gegen die Kegelradgetriebe hegte, haben sich im Betrieb als unberechtigt erwiesen.

Abb. 36 zeigt einen Antrieb dieser Art unter Verwendung eines Motors je Triebachse, Abb. 37 und 38 einen solchen mit Doppelmotoren, wie er der in Abb. 39 dargestellten 1 Do 1-Lokomotive (Reihe 1670) der Österreichischen Bundesbahnen zugehört. Die Hohlwelle ist trommelartig ausgebildet und trägt außen die Zahnkränze der großen Kegelräder, innen die bewegliche Kupplung[18]), Abb. 40. Diese besteht aus zwei Lenkern *a*, die einerseits an zwei Kurbelzapfen *b* angelenkt sind, die an Armen *c* der Radachse *d* sitzen, anderseits mit den Armen *e* einer in dem Gehäuse der Trommel *g* gelagerten Achse *f* gelenkig verbunden sind. Durch Verschieben der Trommel *g* in der Achsrichtung können die Kegelräder leicht außer Eingriff gebracht werden. Bei den 1 Do 1-Lokomotiven der Reihe 1670 der Österreichischen Bundesbahnen, s. Abb. 39, haben die Lenker der Kupplungen eine steife, aus Kruppschen Plattenfedern bestehende Federung erhalten. Statt der Gelenkkupplung wäre als Verbindung zwischen Hohlwelle und Radachse auch eine Kupplung mittels Wickelfedern möglich[19]).

Um bei Güterzuglokomotiven diesen Antrieb benutzen und die entsprechend größere Übersetzung unterbringen zu können, ist deren Aufteilung auf Kegelrad- und Stirnradgetriebe vorgeschlagen worden[20]).

Aber auch trotz Einzelachsantrieb hat man die Triebräder gelegentlich durch Stangen gekuppelt. Die Notwendigkeit hierzu lag z. B. bei den E-Lokomotiven der

[18]) Österr. Patent Nr. 103 625, 105 392 (Österr. Siemens-Schuckert-Werke).
[19]) Ausgeführt bei den 2Co2-Lokomotiven (Reihe E 3101) der Französischen Südbahn.
[20]) Österr. Patent Nr. 107 423 (Österr. Siemens-Schuckert-Werke).

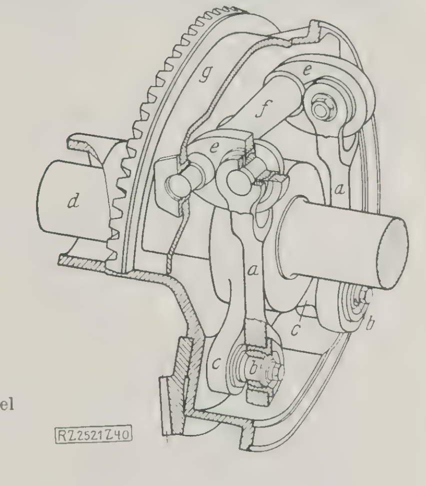


Abb. 40 Gelenkkupplung, Bauart der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke.

a Lenker
b Kurbelzapfen
c Arme an der Radachse
d Radachse
e Arme an der Welle *f*
f Achse an der Trommel
g Trommel

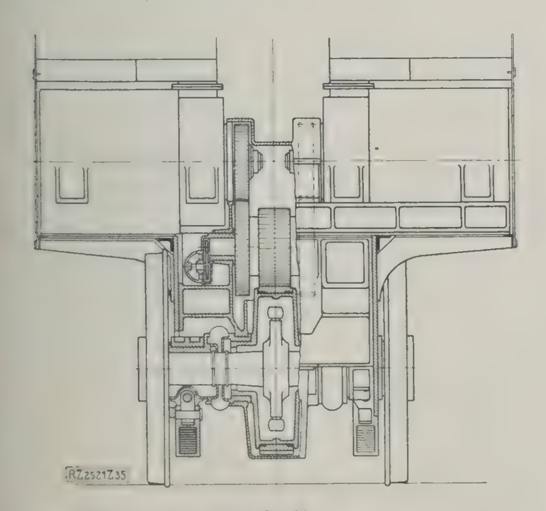


Abb. 35 Einzelachsantrieb mit zwei Motoren und doppelter Übersetzung der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur, (*J. Buchli*).

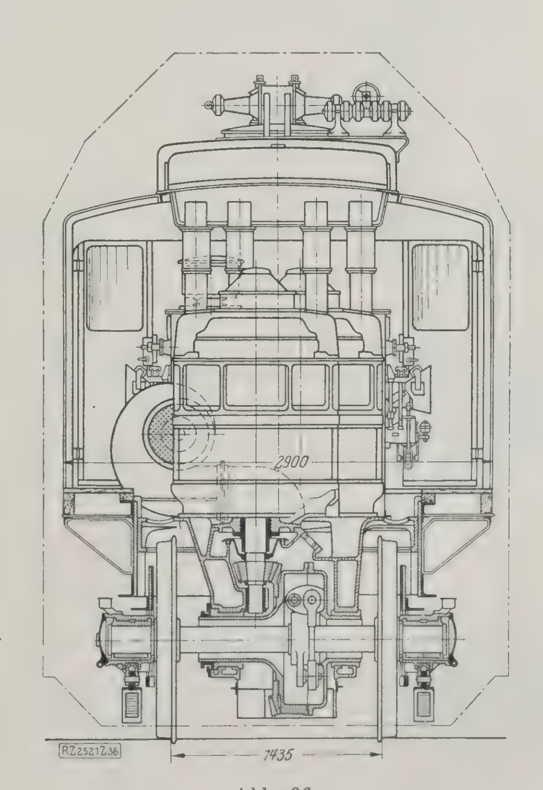


Abb. 36 Einzelachsantrieb der Österr. Siemens-Schuckert-Werke mit senkrechtem Motor.

(1 Do 1-Schnellzuglokomotive, Reihe 1570, der Oesterr. Bundesbahnen)

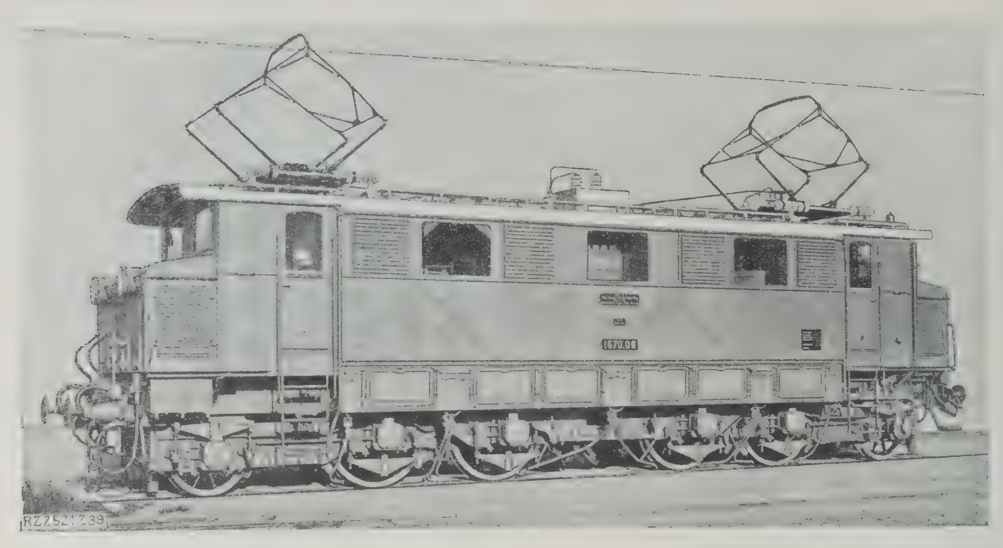


Abb. 39
1 Do 1-Schnellzuglokomot[...] Reihe 1670, der Österr[...] Bundesbahnen mit Zw[...] lings-Senkrechtmotore[...]
Österr. Siemens-Schuckert-W[...] — Lokomotivfabrik Krauß &[...]

Reihen 1080 und 1080/100 der Österreichischen Bundesbahnen vor, bei denen des niedrigen Achsdruckes wegen nur drei der fünf Achsen mit Achsmotoren versehen werden konnten, während anderseits das Gesamtgewicht der Lokomotiven für die Reibung ausgenutzt werden mußte.

Bei den Co - Co-Lokomotiven (Reihe P. F. A. 101) der „Société Minière et Métallurgique de Peñarroya" sind die einzeln von Tatzenlagermotoren angetriebenen Triebachsen der Drehgestelle auch miteinander gekuppelt, teils um ein Schleudern der Achsen einzeln zu verhindern, teils um die bei Anfahrt auftretende Entlastung der vorderen Achsen durch erhöhte Belastung der hinteren Achsen auszugleichen.

Es ist noch hervorzuheben, daß sich die Einzelachsantriebe in dem Ausmaß und für Leistungen, wie sie die Nachkriegzeit brachte, im wesentlichen erst infolge der nach dem Abwälzverfahren geschnittenen Zahnräder mit theoretisch genauen Zahnflanken anwenden ließen und weiterhin erst, nachdem man Zahnformen mit breiter, gegen Bruch widerstandfähiger Zahnwurzel benutzte, wie sie von der Firma Maag-Zahnräder, A.-G., Zürich, und von der AEG für Stirn- und Schraubenräder eingeführt wurden. Beide Firmen härten auch ihre Räder und berichtigen die beim Härten entstehenden, nicht zu vermeidenden Profiländerungen durch Schleifen auf besonderen Schleifmaschinen, die gleichfalls nach dem Abwälzverfahren arbeiten. Eine beachtenswerte Neuerung der letzten Zeit bilden die im Gesenk geschmiedeten einteiligen und auch zweiteiligen Zahnräder der AEG, die sich ihres gleichartigen Gefüges wegen ungleich zuverlässiger zum Härten eignen als St[...] gußräder. Die neuere Praxis hält allerdings das Hä[...] für entbehrlich, da auch bei von vornherein ungehä[...] ten Rädern infolge des Abrollens der Zahnflanken [...] einander eine ausreichende Oberflächenhärtung ein[...]

Zum Abdämpfen der Ursache resonanzfähiger Schw[...] gungen ist die Federung der Zahnradübersetzungen [...] Regel geworden. Das große Zahnrad abzufedern, was [...] nächst baulich bequemer scheint, vermeidet man heute n[...] Möglichkeit, da dabei ein sehr genauer Einbau des Ritz[...] erforderlich ist. Zur Federung der Ritzel gibt es v[...] brauchbare Konstruktionen.

Die Wirksamkeit federnder Vorrichtungen wird [...] durch eine hinreichend große Dämpfung wesentlich [...] höht. In dieser Richtung wirken Blattfedern günstig, [...] an sich schon mit ziemlicher Dämpfung behaftet si[...] Werden aber dämpfungsarme Schraubenfedern verwen[...] dann empfiehlt es sich, zusätzliche dämpfend wirkende Re[...] flächen anzuordnen. Abb. 41 und 42 zeigt ein Ritzel, [...] dem zwischen je zwei der am Umfang gleichmäßig vert[...] ten Schraubenfedern je eine Lamellenkupplung eingeb[...] ist, wodurch die Bewegung zwischen Kranz und Nabe [...] bremst wird. Wie ersichtlich, sind die Lamellen abwe[...] selnd gefaßt, der eine Teil in der Aussparung des Kra[...] teiles und der andere in der des Nabenteils. Um zu v[...] hindern, daß sich die Lamellen, die den Reibungsdruck [...] die Kammerwandungen übertragen sollen, in diese einfr[...] sen, sind die Lamellen in einem besonderen Rahmen [...] Haltevorrichtung gefaßt, der seinerseits mit den Kamme[...] mittels besonderer Stahlbolzen gekuppelt wi[...] Der Rahmen wird mitsamt den eingepackten [...] mellen von der Seite eingeschoben[21]). Das Rit[...] enthält drei Taschen, zwei davon nehmen [...] Federung auf und die dritte die Dämpfun[...] lamellen, deren Pressung sich bequem von auß[...] mittels Steckschlüssel nachstellen läßt.

Wie zuerst die Schweizerische Lokomot[...] und Maschinenfabrik, Winterthur, vorgeschlag[...] hat[22]), kann bei Ritzeln von kleinem Durchmess[...] die Federung in einer seitlich an das Ritzel [...] gebauten Schüssel untergebracht werden; di[...] gestattet dann auch Blattfedern, die eine zusä[...] liche Dämpfung entbehrlich machen, zu benutz[...] Abb. 43 und 44 zeigt ein Ritzel dieser Bauart [...] Wickelfederung und Dämpfung mittels ei[...] Lamellenbremse. Der auf der Motorwelle *a* [...] festigte innere kegelige Körper *b* stützt sich [...] Ansätzen *c* gegen die Enden kräftiger Schraub[...] federn *d*, deren andere Enden sich gegen A[...] sätze *f* des äußeren zylindrischen Körpers *e* [...] stützen. Die Dämpfungslamellen *d* sind abwe[...] selnd mit dem inneren kegeligen und dem äuße[...]

Schnitt *a*—*b*—*c*

Dämpfung

Federung

Abb. 41 und 42
Ritzel mit Federung und Lamellendämpfung.
(BBC — *A. Wichert*).

[21]) DRP Nr. 373 837, 387 662, 446 624 (BBC — Dr. [...] *Wichert*).

[22]) Schweiz. Patent 76 596.

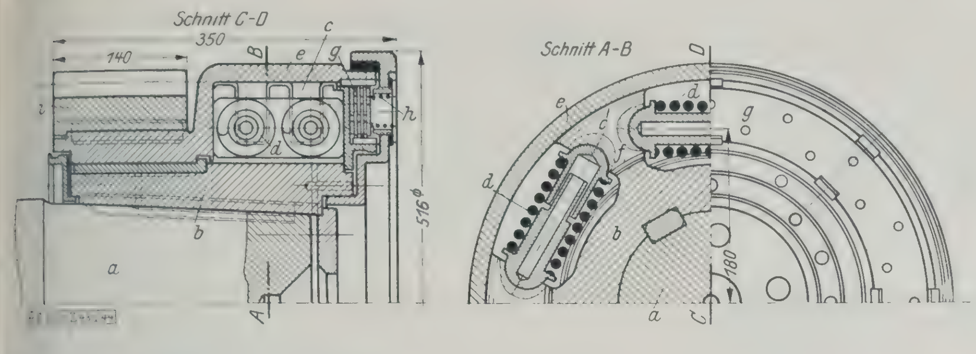


Abb. 43 und 44
Ritzel mit Federung und Lamellendämpfung.
(Pöge-Elektrizitäts-Aktiengesellschaft)

a Motorwelle
b kegliger Körper
c Ansätze an *b*
d Schraubenfedern
e zylindrisches Gehäuse
f Ansätze an *e*
g Dämpfungslamellen
h Druckfedern
i Ritzel

zylindrischen Körper fest verbunden. Bewegungen der Federn verursachen also wieder einen Energieverlust in den aufeinander gleitenden Dämpferscheiben, dessen Größe mittels der Druckfedern *h* eingestellt werden kann. Mit dem äußeren zylindrischen Körper ist das Ritzel *i* starr verbunden.

Bei Schrägverzahnung und doppelseitigem Antrieb glaubt man auf die Federung vielleicht ganz verzichten zu können.

Über die

voraussichtliche Weiterentwicklung der Antriebfrage

läßt sich soviel sagen, daß für Schnellzuglokomotiven in Zukunft jedenfalls nur Einzelachsantrieb verwendet werden dürfte, ohne daß sich heute über die zweckmäßigste Form desselben etwas aussagen ließe. Es ist möglich, daß auch der Antrieb mittels Tatzenlagermotoren bei Fahrzeugen für große Geschwindigkeit Zukunft hat, vorausgesetzt, daß man sich mit dem Außenrahmen abfindet, an den diese Antriebart mehr oder weniger gebunden ist und gegen den eine z. T. begründete Abneigung besteht. Von den übrigen Einzelachsantrieben vermeiden uneingeschränkt nur die Antriebe ohne Hohlwelle den Außenrahmen, alle Antriebe mit Hohlwelle aber nur dann, wenn die bewegliche Kupplung zwischen dieser und der Triebachse in die Mitte der letzteren verlegt werden kann, was bei den Antrieben mit Zwischenrad und Doppelvorgelege und bei den Antrieben mit Senkrechtmotoren grundsätzlich möglich ist. Vielleicht kommt gerade aus diesen Gründen den letztgenannten Antrieben besondere Bedeutung zu.

In der nächsten Zukunft wird es sich vor allem entscheiden, ob bei Güterzuglokomotiven auf die Kupplung der Triebachsen und den Gruppenantrieb zu Gunsten des Einzelachsantriebes wird verzichtet werden können, der hier in Form des Antriebes mit Tatzenlagermotoren am aussichtsreichsten scheint.

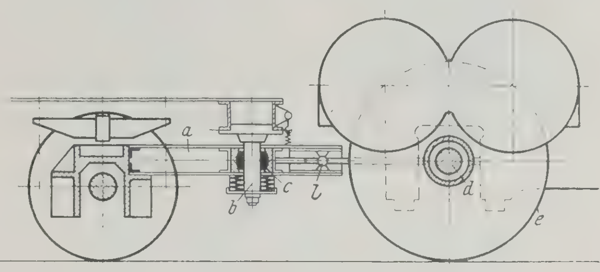
Laufwerk

Man kann behaupten, daß das Laufwerk, worunter die Vereinigung von Rahmen und Radsätzen verstanden sei, eine besondere, den elektrischen Lokomotiven angepaßte Durchbildung überhaupt erst in dem Entwicklungsabschnitt der letzten 10 Jahre erfahren hat. Denn solange es sich um elektrische Lokomotiven mit Kuppelachsen handelte, lagen die Verhältnisse gleich oder fast gleich wie bei Dampflokomotiven und die von dort her bekannten Bauformen des Rahmens, der Achslager, der Laufachsen, der Drehgestelle usw., konnten unverändert übernommen werden. Mit der Einführung des Einzelachsantriebes aber haben sich vielfach teils vereinfachende, teils erschwerende Bedingungen ergeben.

Bei den Achslagern z. B. fielen die hin- und hergehenden Beanspruchungen weg, so daß die Abnutzung wesentlich kleiner wurde und auf die Anwendung von Nachstellkeilen verzichtet werden konnte, allerdings unter Voraussetzung reichlicher Schmierung.

Der Rahmen

Der beim Einzelachsantrieb mit Hohlwellen- und Federkupplung unvermeidliche Außenrahmen sollte so ausgebildet werden, daß namentlich die kraftübertragenden Teile des Antriebes gut zugänglich bleiben. Bei den 2 Do 1-Lokomotiven der Reihe E 2101 und den



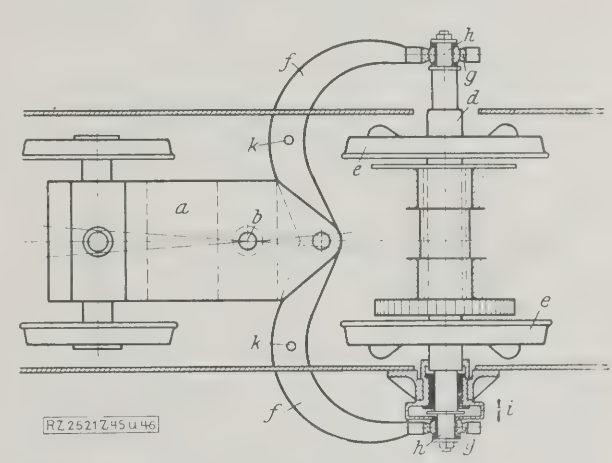


Abb. 45 und 46
Krauß-Helmholtz-Drehgestell.
Bauart *Kleinow*
(AEG)

a Deichsel
b Drehzapfen
c Drehzapfenlager
d Triebachse
e Triebräder
f Bügel
g Pendelrollenlager
h Zapfen für *g*
i Spiel am Hauptlager
k Aufhängepunkte des Bügels am Rahmen
l kugliges Gelenk

1 Do 1-Lokomotiven der Reihen E 1701 und E 1710 der Deutschen Reichsbahn, s. Abb. 26 und 27 S. 683, hat *W. Kleinow* den Rahmen als Fachwerkrahmen[23]) ausgebildet, der aus einem durchgehenden Obergurt besteht und einem von den Lagerausschnitten unterbrochenen Untergurt mit senkrechten Verbindungstegen. In den von den Gurten und Verbindungstegen gebildeten Feldern sind Doppelschrägen angeordnet, wodurch bei eingelegten und auch herausgenommenen Achsgabelstegen ein vollkommen tragfähiger Gitterträger geschaffen wurde. Obergurt und Untergurt vereinigen sich gegen die Fahrzeugenden zu einem Stück, an das beidseitig der aus einem U-förmig gebogenen Blech bestehende Pufferträger mittels Winkeleisen angeschraubt wird.

Drehgestelle

Bei den Trieb- und Laufachsen wieder zwang der tiefe Schwerpunkt der meisten Formen des Einzelachsantriebes, insbesondere aber des Antriebes mittels Tatzenlagermotoren die verschiedensten Formen von Drehgestellen auszuführen, um den Anschnittwinkel beim Befahren von Gleiskrümmungen zu vermindern. Eine Anzahl bemerkenswerter Neukonstruktionen wurden geschaffen.

[23]) DRP Nr. 425 118 (AEG).

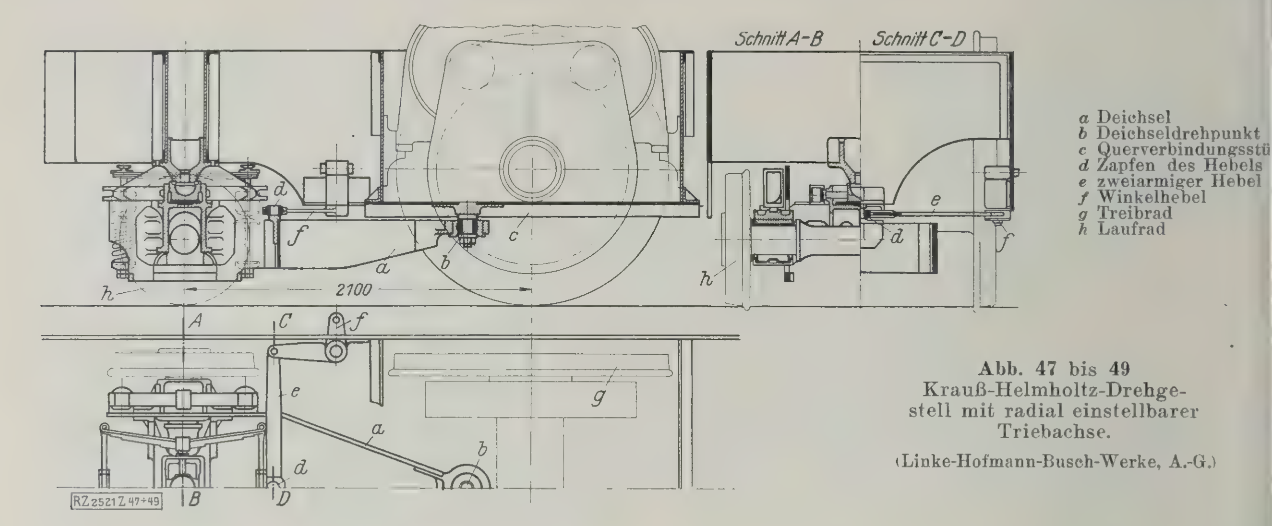


Abb. 47 bis 49
Krauß-Helmholtz-Drehgestell mit radial einstellbarer Triebachse.
(Linke-Hofmann-Busch-Werke, A.-G.)

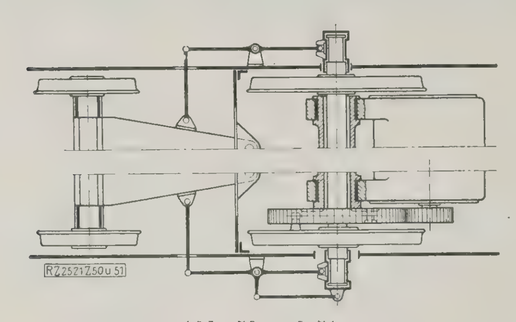


Abb. 50 und 51
Krauß-Helmholtz-Drehgestell (oben) mit seitenbeweglicher, (unten) radial einstellbarer Triebachse.
(B B C — *E. Eugster*)

Was zunächst das *Krauß-Helmholtz*-Drehgestell anbelangt, so ist dieses bei allen Hohlwellenantrieben infolge der Unzugänglichkeit der Triebachse in unveränderter Form nicht ausführbar. Die Bergmann Elektrizitätswerke, A.-G., haben zur Umgehung dieser Schwierigkeit vorgeschlagen, die Hohlwelle aus zwei getrennten Teilen bestehen zu lassen, die dazwischen Platz für ein drittes Achslager (Halslager) lassen, an dem die Deichsel angreift.

W. Kleinow hat das Drehgestell in der Weise abgeändert, Abb. 45 und 46, daß die am Drehzapfen *b* im Hauptrahmen mittels Drehzapfenlager *c* drehbar gelagerte Deichsel *a* die Triebachse *d* mittels eines die Triebräder *e* umfassenden Bügels *f* erfaßt, und zwar an besonderen Gleit- oder Pendelrollenlagern *g*, in denen die Triebachse mit besonders verlängerten Zapfen *h* zusätzlich gelagert [...] Der Zweck dieser Konstruktion besteht darin, daß [...] Achse nicht mit den Hauptachslagern verschoben w[...] wobei namentlich bei gebremster Achse große Reibun[...] kräfte zwischen den ungeschmierten rauhen Fläc[...] der Achslagergehäuse und der Achslagerführungen [...] überwinden wären, sondern nur mit den Zusatzlager[...] im Spiel *i* der Hauptlager zwischen den glat[...] dauernd geschmierten Achslager-Laufflächen[24]). [...] Bügel *f* ist bei den Punkten *k* noch am Rahm[...] federnd aufgehängt. Um die verschiedenen Bewegun[...] der Deichsel *a* gegenüber dem Drehzapfen *b* und [...] Bügel *f* zu ermöglichen, sind die Drehzapfenlager *c* [...] Gelenk *l* kugelig ausgebildet.

Die bisher behandelten Bauarten des *Krauß-Helmho*[...] Drehgestells erlauben wohl eine Seitenverschiebbarkeit [...] Triebachse, eine radiale Einstellung der Achse nach [...] Krümmungsmittelpunkt des Gleises aber nur in ganz [...] ringem Maße. Um diese zwecks Verkleinerung des [...] schneidwinkels zu erzielen, haben zuerst die Linke-H[...] mann-Busch-Werke A.-G., Breslau, nach Abb. 47 bis 49 v[...]

[24]) DRP Nr. A 50 704 und A 51 121, Schweiz. Patent Nr. 128[...] (AEG), Österreich. Patent Nr. 111302. — In Gebrauch bei den 11[...] Lokomotiven Reihe E 1701 und E 17 101 der Deutschen Reichsb[...]

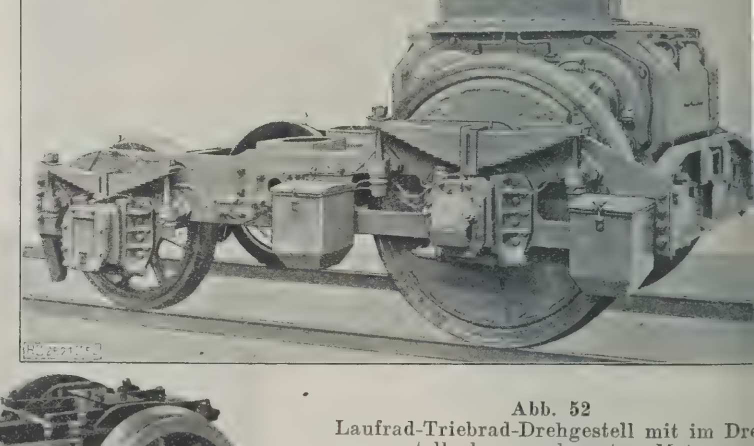


Abb. 52
Laufrad-Triebrad-Drehgestell mit im Dre[...]gestellrahmen gelagertem Motor.
(A. G. vorm. Skodawerke, Pilsen)

Abb. 53
Laufrad-Triebrad-Drehgestell mit im Hauptrahmen gelagertem Motor.
(B B C — *J. Buchli*)

geschlagen, die Laufachsdeichsel mit den Achslagern der Triebachse durch einen Gelenkmechanismus derart zu verbinden, daß die Triebachse ebenfalls eine ihrem Abstand von der Mittelsenkrechten proportionale Winkelablenkung erfährt[25]). Der feste Drehpunkt *b* der Deichsel *a* ist auf einem starren Querverbindungsstück *c* des Fahrzeugrahmens gelagert. Mit der Deichsel fest verbunden schwingt um den Zapfen *d* ein zweiarmiger Hebel *e*, der unter Zwischenschaltung von Winkelhebeln *f* an den beiden Achslagern der Triebachse *g* angreift. Die Einrichtung bewirkt, daß in Kurven infolge der seitlichen Verschiebung der Laufachse *h* in radialer Richtung des Krümmungshalbmessers die Deichsel derart abgelenkt wird, daß hierdurch die Triebachse um eine gedachte senkrechte Achse so gedreht, daß sie ebenfalls in die Richtung des Krümmungshalbmessers fällt.

Abb. 50 und 51 zeigt zwei Anordnungen, bei denen die in der Gleiskrümmung ausschwenkenden (Bissel)-Laufachse mittels eines einfachen Hebelmechanismus die Triebachse entweder nur seitlich verschiebt (oben), oder sie gleichzeitig auch radial einstellt (unten)[26]). Schließt man das Hebelgestänge auch an weitere Triebachsen an, so können auch diese von der Laufachse aus zwangläufig in die radiale Lage gebracht werden.

Unter völligem Verzicht auf Seitenverschiebbarkeit der Triebachse zugunsten der Radialeinstellung läßt sich die Triebachse mit der Laufachse zu einem eigenen Drehgestell vereinigen, d. h. Triebachse und Laufachse sind in einem gemeinsamen Gestell gelagert, wobei der der Triebachse zugeordnete Motor in diesem Gestell, Abb. 52[27]), oder namentlich bei Vorhandensein einer allseits beweglichen Kupplung zwischen Motor und Triebachse vorteilhafter im kräftigeren Hauptrahmen fest gelagert sein kann[28]), Abb. 53. Der Drehzapfen ist dicht hinter der Triebachse angeordnet. Der Vorteil dieser Anordnung besteht jedenfalls in der praktisch tangentialen Einstellung der Spurkränze, deren Abnutzung infolgedessen vermindert wird, von Nachteil aber ist der Umstand, daß zwischen Triebachse und Schiene lediglich Haftreibung besteht[29]).

Abb. 54 und 55 zeigt im Schnitt eine verbesserte Form[30]) dieser Drehgestellbauart, der folgende Überlegung zu Grunde liegt: Da der der Triebachse zugeordnete Motor im Hauptrahmen gelagert ist, so muß der Seitenausschlag dieser Achse begrenzt werden, um zu verhindern, daß sie in den Hauptrahmen schlägt. Damit nun aber die Laufachse gleichwohl den Schienen in den Krümmungen folgen kann und von der Triebachse, die nur einen bestimmten Ausschlag gestattet, an ihrem Ausschlage nicht gehemmt wird, so ist sie gegenüber dem Drehgestellrahmen seitlich auf einer Kreisführung verschiebbar angeordnet, und zwar durch Ausbildung als Adamachse. Der Drehgestellrahmen *a* ist mittels Kugelzapfens *b*, der am Träger *c* befestigt ist, mit dem Hauptrahmen *d* gelenkig verbunden. Der Hauptrahmen stützt sich auf den Drehgestellrahmen mittels des Zapfens *e*, dessen Pfanne im Drehgestellrahmen *a* seitlich verschiebbar gelagert ist. Die Laufachse ist in einer Doppel-Achskiste *f* gelagert, die in den mit dem Drehgestell starr verbundenen Führungen *g* läuft. Doppelachskiste und Führungen sind nach Halbmessern *r* gekrümmt, mit *h* als Mittelpunkt. Zapfen *e* wird mittels der Federn *i*, die Laufachse mittels der Federn *k*, die unter der Laufachse an der Doppelachskiste angreifen, zurückgestellt.

Eine neuartige verbesserte Ausführungsform eines zweiachsigen (amerikanischen) Drehgestelles zeigt Abb. 56

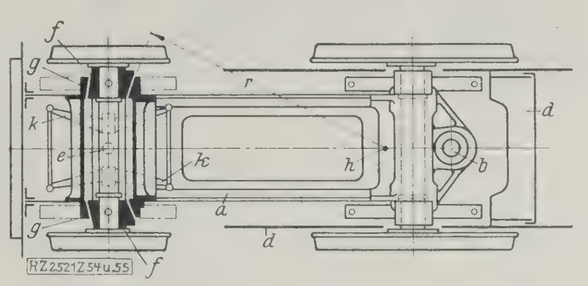


Abb. 54 und 55.
Laufrad-Triebrad-Drehgestell mit Adamlaufachse und im Hauptrahmen gelagertem Motor.
(Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik — M. Weiß)

a Drehgestellrahmen
b Kugelzapfen
c Träger am Hauptrahmen
d Hauptrahmen
e Zapfen gegen *a*, seitlich verschiebbar
f Doppelachskiste
g Führungen für *f*
h Mittelpunkt der Krümmung
i Rückstellfeder des Zapfens *e*
k Rückstellfedern der Laufachse
r Halbmesser der Krümmung

und 57. Die Rückstellvorrichtung ist dabei so ausgebildet, daß sie das Drehgestell bei Fahrt in der Geraden in die Mittellage zurückzudrehen sucht und damit dessen Schlingerbewegung verhindert oder mindestens stark dämpft, bei Fahrt in der Krümmung aber selbsttätig unwirksam wird[31]). Der am Hauptrahmen befestigte Drehzapfen *a* aus Stahlguß trägt an seinem unteren Ende einen gleichschenkligen Hebel *b*, der nur in der Längsrichtung der Lokomotive um Achse *c* schwingen kann. Die Hebelenden ruhen mit halbkugelförmigen Abstützungen *d* in Kugelpfannen *e*. Die Pfannen sind im entsprechenden Stahlgußgehäuse *f* des Drehgestellrahmens *g* seitlich verschiebbar, so daß das Drehgestell sich entsprechend den Kurvenausschlägen verschieben und verdrehen kann. Auf die Hebel *b* des Drehzapfens wirkt nun die Rückstellvorrichtung, bestehend aus den Hebeln *h* und Federn *i*, ein, Abb. 58 und 59.

Die Zunahme der Rückstellung gegen Verdrehung um den Drehzapfen bei Fahrt in der Geraden erfolgt mit ziemlicher Steilheit nach dem Federdiagramm, Abb. 59, ungefähr nach Kurve *a*, wobei *c* die Vorspannung, *d* die größte seitliche Drehgestellverschiebung und *e* den größten Federdruck bedeutet. Der Federdruck wird mittels der Rückstellvorrichtung, bestehend aus Kniehebeln, Federn und auf schiefen Flächen laufenden Rollen auf ein ungefährliches Maß gebracht, deren Wirkungsweise aus den eingetragenen Hebelstellungen in Ruhe (*c*, *d*) und beim größten Ausschlag *e* des Drehgestelles von 150 mm (*c'*, *d'*), sowie bei den verschiedenen Federlängen in beiden Drehgestellen (*f*, *f'*) ersichtlich ist.

Bereits vor dem Kriege war das sogenannte *Krauß-Lotter*-Drehgestell bekannt und wiederholt ausgeführt worden. Es besteht aus der Verbindung eines zweiachsigen (amerikanischen) Drehgestelles mit der benachbarten Triebachse, die sich in Abhängigkeit von der Auslenkung des Drehgestells in der Kurve seitlich verschieben kann. Dem gleichen Zweck dient das von *K. v. Kandó* angegebene Drehgestell[32]), Abb. 60, nur daß hier an den Bewegungen der Laufachse die b e i d e n dem Drehgestell zunächst liegenden Triebachsen teilnehmen. Diese tragen Lager für die Kugelzapfen des Verbindungsbalkens *a*, an dessen

[25]) DRP Nr. 412 346 (Linke-Hofmann-Werke, A.-G.).
[26]) DRP angem. A 52 909 (A.-G. Brown-Boveri & Cie.)
[27]) Schweiz. Patent Nr. 107 119 (Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur).
[28]) Die Bezeichnung Drehgestell ist also für die Anordnung *Krauß-Helmholtz* nicht ganz zutreffend. Es handelt sich hierbei vielmehr um eine Bisselachse, deren Deichselende, statt wie sonst drehbar im Hauptrahmen gelagert zu sein, an der Triebachse gelenkig angreift.
[29]) DRP Nr. 390 341 (von *J. Buchli* der A.-G. Brown, Boveri & Cie. angegeben). — Ausgeführt bei den 1Do1-Lokomotiven (Reihe 7000) der Japan. Staatsbahnen, (Reihe 3001) der Niederländisch-Indischen Staatsbahnen und bei der 2Co1-Lokomotive Nr. 4000 $\frac{EA}{1}$ der Great-Indian-Peninsula-Bahn.
[30]) DRP Nr. 457 432 (von *M. Weiß* der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik angegeben). — Angewendet bei den 2Do1-Lokomotiven (Reihe 10 901) der Schweizerischen Bundesbahnen.

[31]) DRP Nr. 422 433 (Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur). — In Gebrauch bei den 2Do2-Lokomotiven (Reihe E 501) der Paris-Orléans-Bahn und der 2Co1- und 2Co2-Lokomotive (Nr. 4000 $\frac{EA}{1}$ und 4002 $\frac{EC}{1}$) der Great-Indian-Peninsula-Bahn.
[32]) Angewendet bei den 2B-B2-Lokomotiven (Reihe E 401) der Paris-Orléans-Bahn.

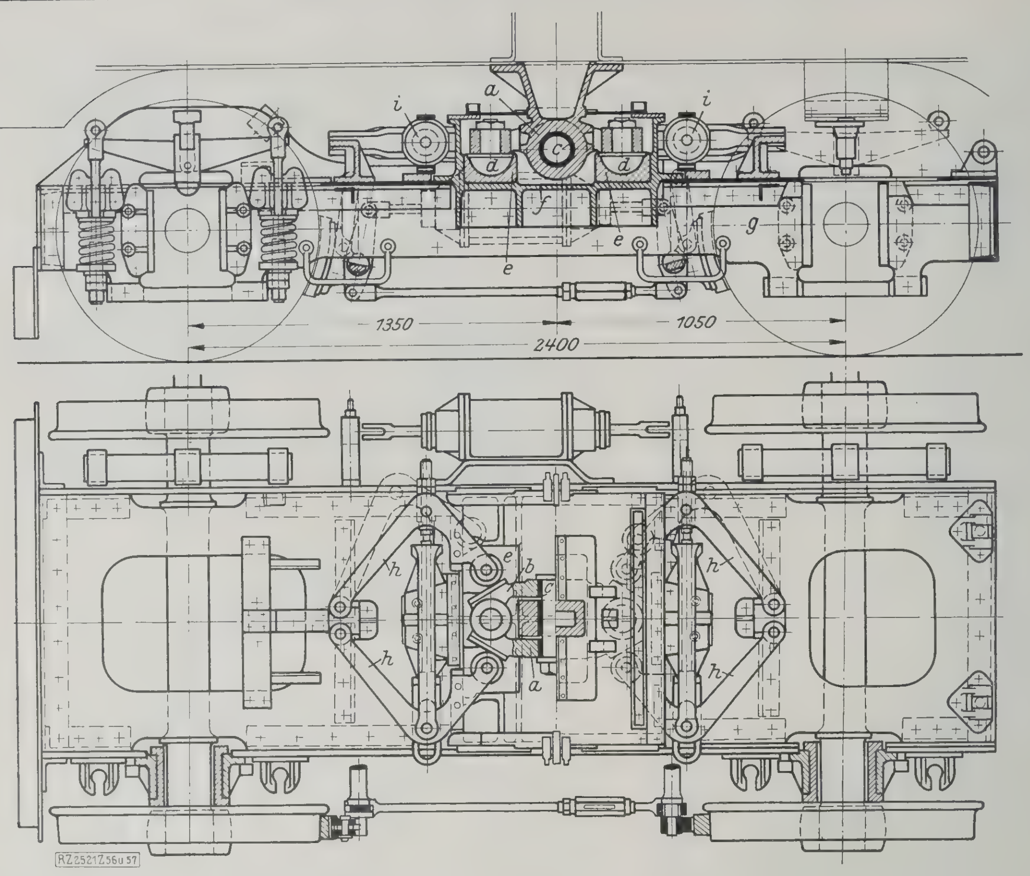


Abb. 56 und 57 Zweiachsiges (ame kanisches) Dreh- gestell (Ausführun der Schweizerisch Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur).

a Drehzapfen
b Hebel
c Schwingachse für
d halbkugelförmige Abstützungen
e Kugelpfannen
f Stahlgußgehäuse
g Drehgestellrahme
h Rückstellhebel
i Federn

Abb. 58. Schema der Rückstellvorrichtung nach Abb. 56 und 57.

c, *d* Hebelverhältnisse für Ruhestellung
c', *d'* desgl. bei größter Drehgestellverschiebung
f Federlänge für Ruhestellung
f' desgl. bei größter Drehgestellverschiebung
e größte Drehzapfenverschiebung
e' „ Hebelausladung

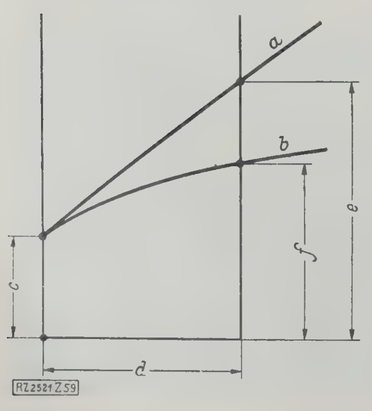


Abb. 59 Diagramm der Rückstellkräfte bei der Rückstellvorrichtung des zweiachsigen Drehgestells nach Abb. 56 und 57.

a Kurve der Rückstellkraft
b Federdruck unter Wirkung der Rückstellvorrichtung
c Vorspannung
d größte seitliche Drehgestellverschiebung
e größter Federdruck
f Federdruck bei größter Drehgestellverschiebung

Mitte die Dreieckstange *b* angreift. Das Verbindun stück *c* der Dreieckstange ist um den Zapfen *d* drehb während die Drehgestelldeichsel *f* in den Augen *e* d Stange *b*, die Langlochbohrungen enthalten, eingreift. D Deichsel *f* besteht aus einem Stück mit dem Querriegel auf den sich die Rückstellfeder *h* abstützt.

Elektrische Ausrüstung[35a])

Fahrmotoren

Bei den

Lokomotivmotoren für einphasigen Wechselstrom

ist im elektrischen Entwurf zunächst zwischen zwei v schiedenen Bauformen zu unterscheiden. Die ei ist gekennzeichnet durch geringen Kraftfluß, niedr induzierte Spannung in den von den Bürsten kurzgeschlos nen Ankerspulen und demgemäß niedrige Klemm spannung, große Stromstärke und schwerfällige Steu rungseinrichtungen. Die andre weist umgekehrt groß Kraftfluß, hohe induzierte Spannung in den von d Bürsten kurzgeschlossenen Ankerspulen, damit größe Klemmspannungen und niedrigere Stromstärke auf. Um d

[35a]) Über weitere Einzelteile der elektrischen Ausrüstung wird einem der nächsten Hefte berichtet.

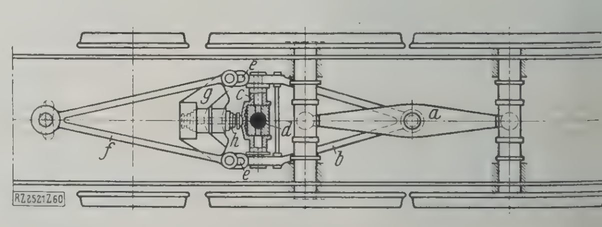


Abb. 60 Drehgestell, Bauart *K. v. Kandó.*

a Verbindungsbalken der Triebachsen
b Dreieckstange
c Verbindungsstück
d Zapfen
e Augen
f Drehgestell-Deichsel
g Querriegel
h Rückstellfeder

infolge des größeren Kraftflusses in den von den Bürsten kurzgeschlossenen Spulen entstehenden Kurzschlußströme zu begrenzen, werden Widerstandverbinder zwischen Ankerwicklung und Kommutator vorgesehen und in der Bauart von Brown, Boveri & Cie. zu einem besonderen Körper zusammengebaut[36]), der die Abfuhr der erzeugten Verlustwärme erleichtert. Die neuere Praxis sucht unter Verzicht auf Widerstandverbinder, die sich in der erwähnten Bauart zwar gut bewährt haben, das Mittel zwischen beiden Entwürfen zu halten und die Motoren namentlich durch hohe Polzahl, d. h. hochübersynchrone Nenndrehzahl in der Klemmenspannung und Stromstärke den Entwürfen mit Widerstandverbindern nahezubringen.

Im mechanischen Aufbau ist als Neuerung die bei größeren Lokomotivmotoren namentlich in Deutschland viel angewendete Lagerung der Motoren, d. h. der Motorständer in einer mit dem Lokomotivrahmen fest verschraubten Stahlgußschale, der sogenannten Motorwanne, bemerkenswert, die eine wesentliche Versteifung des Rahmens bildet und nötigenfalls auch die Lager der Vorgelegewelle enthält, Abb. 61.

Mehr und mehr finden Wälzlager in Form von Rollenlagern Eingang, und zwar sowohl bei Tatzenlagermotoren, Abb. 62, als auch bei halbhoch gelagerten Lokomotivmotoren verhältnismäßig großer Leistung.

Eine besondere konstruktive Durchbildung erfuhren die Motoren mit senkrechter Welle. Bei den 1 Do 1-Lokomotiven (Reihe 1570) der Österreichischen Bundesbahnen z. B. ruht der Motor, Abb. 63 und 64, auf einem eigenen Stahlgußstück, dem sogenannten Antriebgehäuse, das zwischen die Rahmenplatten eingelassen ist. Die Welle ist dreifach gelagert. Das oberste Halslager ist mit dem Spurlager im Spurlagerkopf zusammengebaut, das zweite sitzt oberhalb des Ritzels im unteren Motorschild, das dritte unterhalb des Ritzels im Antriebgehäuse. Als Spurlager dient ein als Doppelspurlager gebautes Kruppsches Segmentlager, das außer dem Läufergewicht auch den in einer Fahrtrichtung nach unten wirkenden Axialschub der Kegelräder aufzunehmen hat. Der Läuferkörper ist auf der Welle zwischen Anschlägen verdrehbar; er überträgt das Drehmoment über eine aus Blattfedern bestehende dämpfend wirkende Kupplung auf die Welle. Das Öl im Spurlager und in den beiden dem Motor zugehörigen Halslagern wird mittels einer eigenen von der Motorwelle über Kegelräder angetriebenen Drehkolbenschmierpumpe ständig in Umlauf versetzt.

Bei den 1 Do 1-Lokomotiven (Reihe 1670) der Österreichischen Bundesbahnen, s. Abb. 39, wurde der Antrieb unter Verwendung von Zwillingsmotoren insofern abgeändert, s. Abb. 37 und 38, als das Spurlager nach unten verlegt und die Motorwelle geteilt wurde, um auch hier den Motoranker im Falle eines Schadens mechanisch abtrennen zu können. Man löst zu diesem Zweck die die beiden Wellenstränge verbindende Flanschkupplung durch eine Öffnung im Antriebgehäuse, worauf der ganze Anker des beschädigten Motors mittels zweier Abdrückschrauben gehoben werden kann. In dieser Stellung läßt sich der gesamte Motor einschließlich Ständer abheben. Da hierbei der untere als Ritzelwelle bezeichnete Motorwellenstrang in der Maschine bleibt, bleibt auch die Einstellung der Zahnräder unverändert. Zur Federung des Antriebes wurde zwecks Raumersparnis eine auf Drehung beanspruchte, in der hohlen Motorwelle untergebrachte Federwelle eingebaut. Allerdings sind hier auch unter Verzicht auf die bequeme Zugänglichkeit die Kommutatoren ritzelseitig, d. h. unten angeordnet.

Die Lokomotivmotoren für Gleichstrom weisen in der Bauart als Tatzenlagermotoren, abgesehen von der künstlichen Belüftung, keine grundlegenden Unterschiede oder Neuerungen gegenüber den Motoren der Triebwagen der Straßen- und Überlandbahnen auf, aus denen sie konstruktiv entwickelt wurden. Im elektrischen Entwurf bestehen sogar trotz der höheren Spannung geringere Schwierigkeiten, da wenigstens bei Regelspur größere Eisenbreiten möglich sind, die gestatten, mit einer Windung je Kommutatorlamelle und sogar mit der hinsichtlich Stromwendung zuverlässigeren Parallelwicklung auszukommen.

Bei größeren Leistungen wird die Bauart mit sechs Polen bevorzugt, bei der die Ankerrückwirkung auch bei Nutzbremsbetrieb noch leicht beherrscht werden kann.

[36]) DRP Nr. 283 433 (Brown Boveri & Cie. A. G. — *L. Modrow.*)

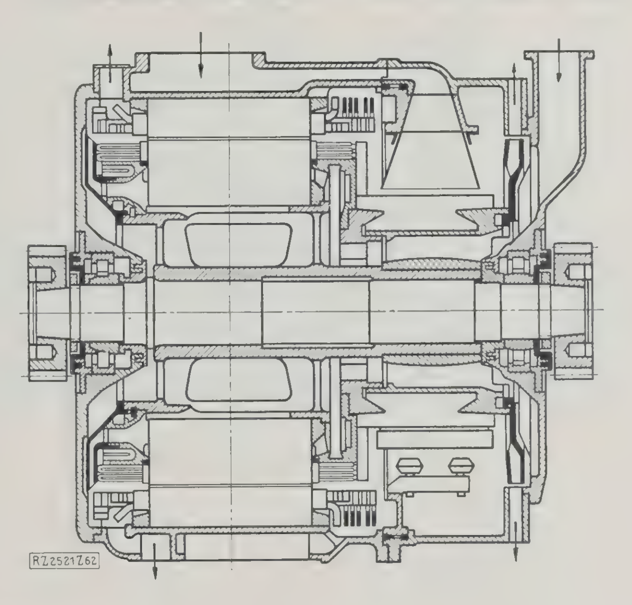


Abb. 62
Tatzenlager-Einphasenmotor mit Rollenlagern der 1 Bo - Bo 1-Schnellzuglokomotive, Reihe E 1801, der Deutschen Reichsbahn.
(Siemens-Schuckertwerke A.-G.)

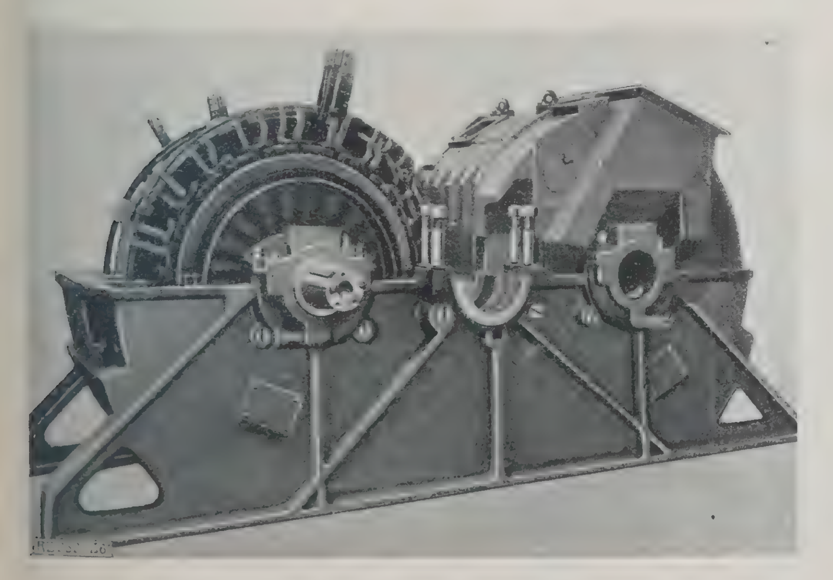


Abb. 61
Einphasen-Zwillings-Lokomotivmotor mit Motorwanne der 2 D 1-Güterzuglokomotiven Reihe E 7901 der Deutschen Reichsbahn.
(Pöge-Elektrizitäts-A.-G.)

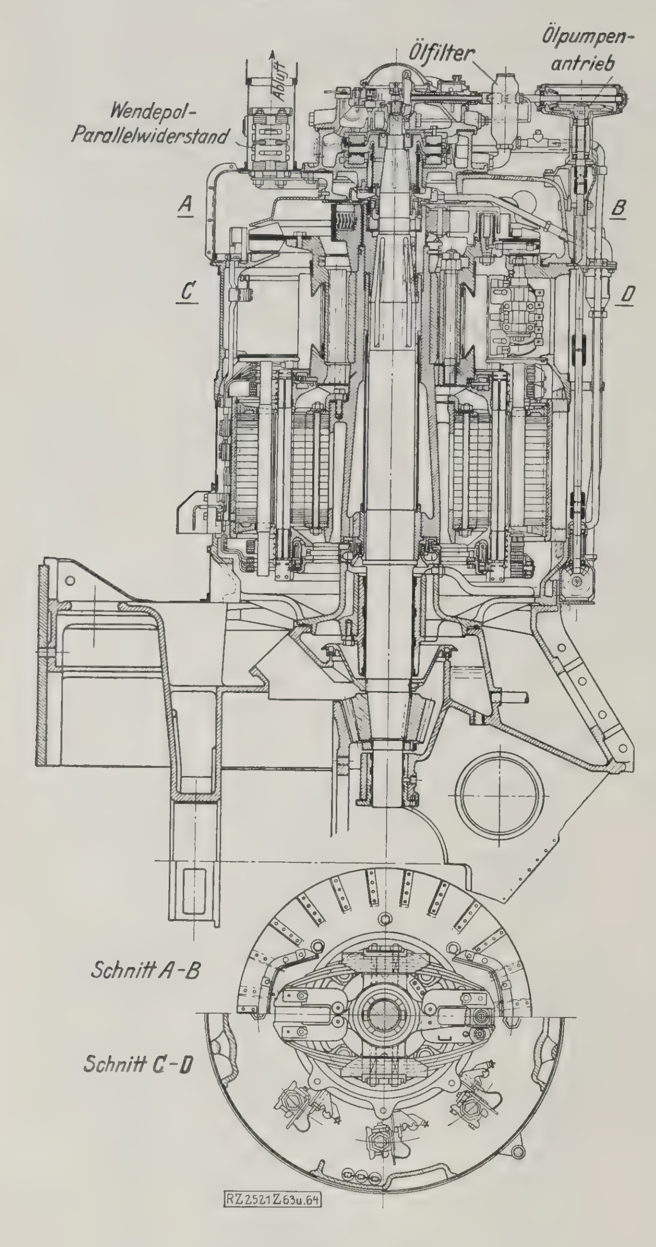


Abb. 63 und 64 Einphasen-Lokomotivmotor mit senkrechter Welle der 1 Do 1-Schnellzuglokomotiven, Reihe 1570, der Österr. Bundesbahnen.

(Österr. Siemens-Schuckert-Werke)

Vierpolige Entwürfe bedingen neben einer größeren A ladung der Ankerspulenköpfe aus dem gleichen Gru einen verhältnismäßig großen Luftspalt und daher ei größeren Aufwand an Feld-Amperewindungen oder zwingen zur Anordnung einer verteilten Kompensati wicklung, Abb. 65 und 66. Im mechanischen Aufbau die Verwendung von einteiligen Gehäusen und La schilden mit Rollenlagern zur Regel geworden, für sowohl Öl- wie Fettschmierung verbreitet ist, wäh für die Zahnradvorgelege Ölschmierung vorherrscht. Entwurf der letzteren ist man bei Lokomotiven we des größeren Raddurchmessers wesentlich weniger be als bei Triebwagen mit ihren durch die Einsteighöhe grenzten Triebraddurchmessern.

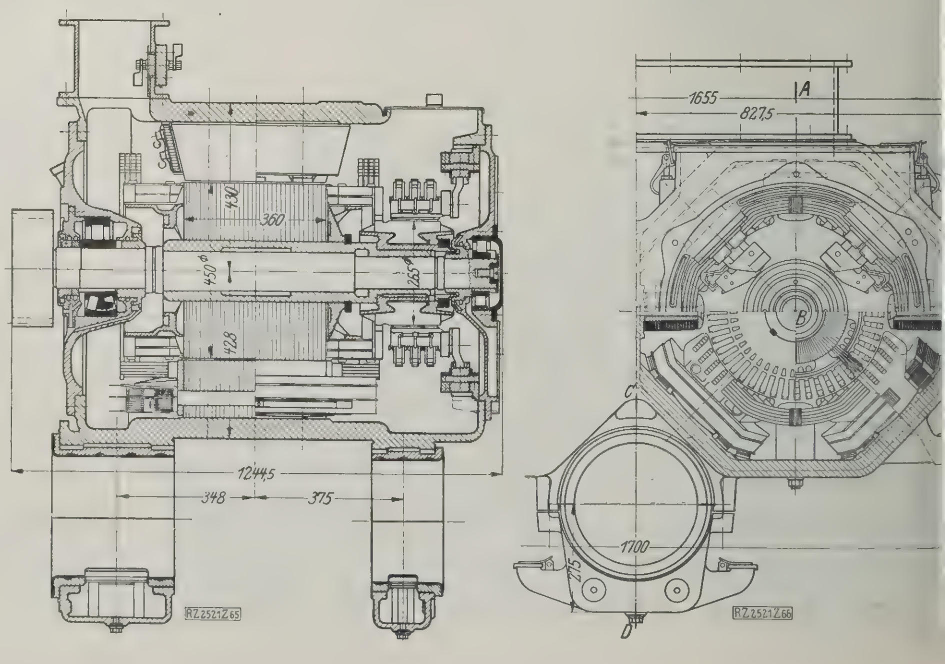
Halbhoch im Rahmen gelagerte Schnelläufer un scheiden sich im Aufbau kaum wesentlich von ortfe Gleichstrommotoren. Häufig werden namentlich in V bindung mit Einzelachsantrieb Zwillingsmotoren mit meinsamem großen Zahnrad benutzt, die innerhalb e bestimmten Leistungsbereiches zusammen leichter fallen als ein Motor gleicher Summenleistung, da inf der Leistungsteilung höhere Drehzahlen möglich s Dieses Vorteils halber wird die doppelte Zahl von La stellen und Kommutatoren in den Kauf genommen.

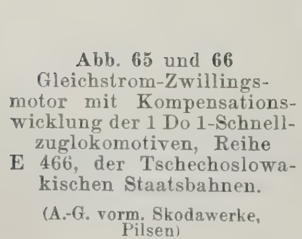
Bei den

Drehstrom-Lokomotivmotoren

ist die Bauart der Vorkriegzeit mit außenliegenden Sch ringen und hohler Welle verlassen worden. Die Sch ringe werden trotz ihrer durch die Polumschaltung dingten großen Zahl innen angeordnet. Abb. 67 und zeigt einen der Motoren der 1 D 1-Schnellzuglokomo Gruppe E 432, der Italienischen Staatsbahnen, s. Abb im Schnitt. Im Gegensatz zu den Ausführungen Vorkriegzeit ist hier die Ständerwicklung in drei Stu d. h. auf zwölf, acht und sechs Pole umschaltbar, um hinsichtlich Blindstromverbrauch ungünstige Kaska schaltung nur in einer Polzahl (acht) ausführen müssen. Umgeschaltet wird von zwölf auf acht bei unveränderter Phasenzahl (drei). In sechspol Schaltung werden die Statoren der beiden Mot zweiphasig nach *Scott* geschaltet, um einen Zwischentr formator zur Änderung der Phasenzahl zu vermeiden. hier verwendete Ständerwicklung[37]) bedingt 53 freie W lungsenden. Die Läuferwicklung ist eine geschlos Gleichstrom-Zweischichtwicklung, die nach *Creedy* 48 Punkten aufgeschnitten ist und so mittels 13 Sch ringe von einem zwölfpoligen Drehfeld zweiphasig, einem achtpoligen dreiphasig und von einem sechspol vierphasig induziert wird. [B 252]

[37]) Italienisches Patent Nr. 250 806 (*G. Fianchi*).




Abb. 65 und 66 Gleichstrom-Zwillingsmotor mit Kompensationswicklung der 1 Do 1-Schnellzuglokomotiven, Reihe E 466, der Tschechoslowakischen Staatsbahnen.

(A.-G. vorm. Skodawerke, Pilsen)

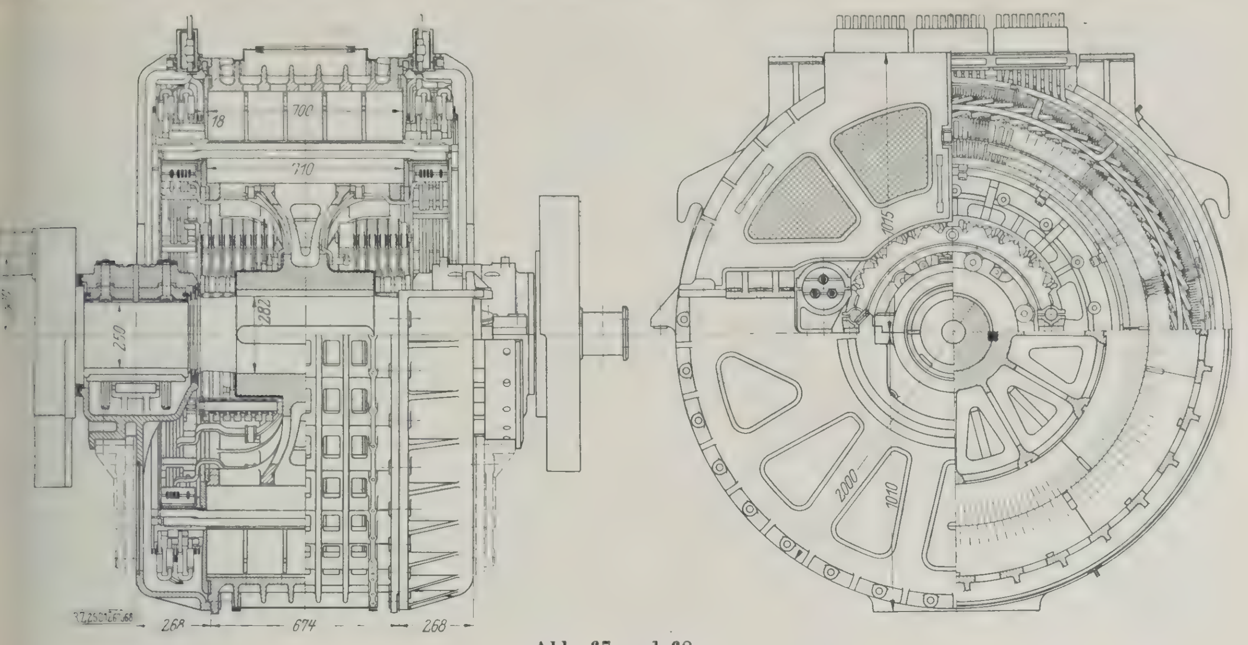


Abb. 67 und 68
Drehstrom-Lokomotivmotor der 1 D 1-Schnellzuglokomotiven, Gruppe E 432, der Italienischen Staatsbahnen.
(Servizio Materiale e Trazione delle Ferrovie dello Stato.)

...traßenbahn-Gelenkwagenzüge, Bauart Niesky

Der Gelenkwagenzug besteht aus ...wei Triebwageneinheiten und einem ...on diesen getragenen Mittelteil, ...bb. 1. Die Triebwageneinheiten ...blicher Bauart sind für sich voll...ommen betriebfähig, während der ...ittelteil die Kupplung zwischen ...iesen beiden Endwagen ersetzt. In...olge der Längeneinteilung des ...uges wird der in den Gleiskrüm...mungen zur Verfügung stehende ...ichtraum weitgehend ausgenutzt, ...a beim Einfahren in die Krümmun...en der Mittelteil nach außen bis an ...ie Grenze des Lichtraumquerschnit...es ausgeschwenkt wird. Die Einzel...eile des Wagenzuges können sich ...egeneinander nach allen Rich...ungen bewegen, außer in der Längsrichtung des Zuges. ...igengewicht und Nutzlast des Mittelteils werden durch die ...is in die Kopfstücke der Endwagen hinein verlängerten ...ußeren Langträger *a*, Abb. 2 bis 6, des Mittelteils übertragen, während die Längskräfte und die Fliehkräfte von dem Gelenkbolzen *b* aufgenommen werden. Zur freien Bewegungsmöglichkeit gleitet der aus Stahl hergestellte Gelenkbolzen in einer Bronzebüchse *c*, deren Außenfläche als

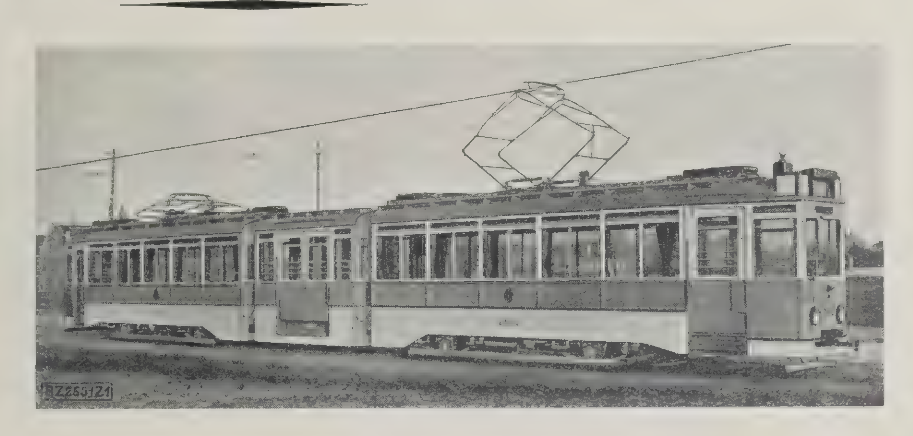


Abb. 1. Straßenbahn-Gelenkwagenzug, Bauart Niesky.

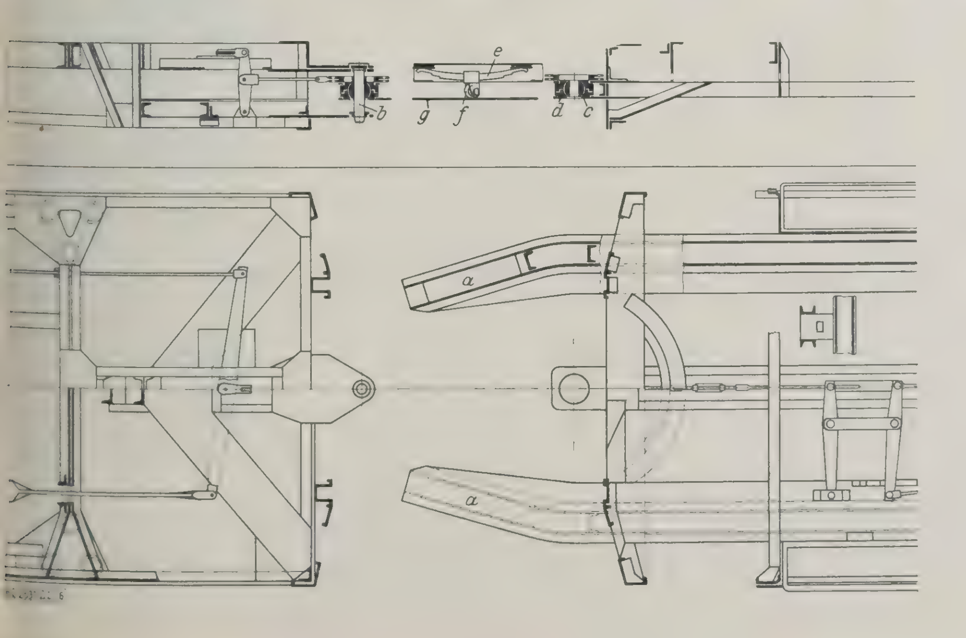


Abb. 2 bis **6**
Gelenkwagenzug.
Anordnung und Schnitt durch Gelenkteil.
Schnitt durch die Tragrollenkonstruktion.

a verlängerter äußerer Langträger
b Gelenkbolzen
c Bronzebüchse
d Gußkörper
e Blattfedern
f Tragrolle
g Gleitflächen des Endwagens

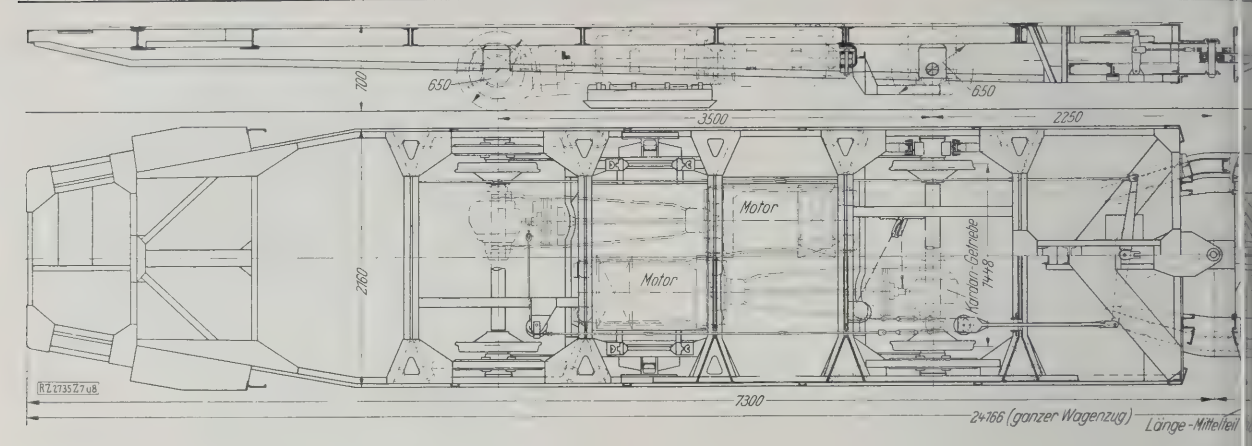


Abb. 7 und 8. Gelenkwagenzug. Vorderer Triebwagenteil und Mittelteil.

Kugel ausgebildet und ihrerseits wieder in Gußkörpern *d* drehbar gelagert ist. Das Ganze stellt also ein in einer Richtung festgelegtes Kardan-Gelenk dar.

Damit die senkrechten Kräfte weich und elastisch übertragen werden und sich die Wagen in Krümmungen, insbesondere S-Kurven, leicht einstellen, sind unter den Federbunden der Blattfedern *e* Rollenlager angeordnet, auf denen die eigentliche Tragrolle *f* läuft. Dank dieser Anordnung wälzen sich die Wagenteile reibungslos aufeinander ab. Die Gleitflächen *g* des Endwagens sind aus Chromnickelstahl hergestellt, so daß sich die Rollen nicht einfressen. Infolge des guten gegenseitigen Spiels der Wagenteile in Gleiskrümmungen, bei Gleisunebenheiten usw. und infolge der Lagerung des Mittelteils auf den Endwagen sind die Schlingerbewegungen, die man vielfach bei Zweiwagenzügen antrifft, nur gering und der Lauf des Gesamtzuges außerordentlich ruhig.

Das Kastengerippe, Abb. 7 und 8, ist nach einer dem ausführenden Werk geschützten Sonderbauart „Hohlsäule, Bauart Niesky" hergestellt. Im Mittelteil des Wagenzuges sind 30 Stehplätze, in den beiden äußern Wagenteilen je 30 Sitzplätze und einschließlich der Plattformen je 14 Stehplätze vorhanden. Das Gewicht des betriebsfertigen Zuges beträgt 28 000 kg, das Gewicht der elektrischen Ausrüstung 7000 kg.

Die elektrische Ausrüstung wurde vom Sachsenwerk, Licht- und Kraft, A.-G., Niedersedlitz, geliefert. Die vier Achsen des Zuges werden einzeln von einem mit Eigenbelüftung und Rollenlager ausgestatteten Hauptstrommotor der Tatzenlagerbauart angetrieben. Die Stundenleistung eines Motors beträgt 33 kW bei Gleichstrom von 500 V und 800 U/min. Die Bremsausrüstung des Gelenkzuges ist dreifach. Vorgesehen sind eine elektrische Kurzschlußbremse, eine durchgehende auf vier Kniehebelbremsen — Bauart Bergische Stahlindustrie, Remscheid, — wirkende Ausgleich-Handbremse und eine Schienenbremse, Bauart *Jores*. Die Schienenbremsschalter führen den einzelnen Bremsmagnetgruppen den Strom derart zu, daß jeweils die Magnete des Endwagens zuerst ansprechen.

Die verkehrstechnischen Vorteile des Gelenkwagens bestehen in dem bei gleicher Zuglänge erhöhten Fassungsraum, in der Verkürzung der Haltestellen-Aufenthalte, da gleichzeitig aus- und eingestiegen werden kann, der großen Anfahrbeschleunigung und Reisegeschwindigkeit, da alle vier Achsen angetrieben sind. Der ganze Wagenzug bildet einen durchgehenden Raum, so daß u. U. ein Schaffner den ganzen Zug bedienen kann. [M 2531]

Elektrische Zugförderung auf der Mailänder Nordbahn

Die zweigleisigen Strecken Mailand – Saronno (22 km) und Bovisa – Meda (19 km) der Ferrovie Nord Milano, Abb. 1, deren Netz 250 km lang ist, werden für elektrischen Betrieb umgebaut. Die Strecken in der Umgebung von Mailand dienen dem Nah- und Fernverkehr, während die andern Strecken, die die Sommerfrischen im Hügellande nördlich von Mailand (Como, Varese und Langensee) erreichen, nur von Fernzügen befahren sind. Bis jetzt wurde das ganze Netz nur mit Dampflokomotiven betrieben. Infolge der Bewegung, die in den letzten Jahren auch in Mailand für eine Erweiterung der Stadt nach den Vororten hin entstanden ist, ergab sich die Notwendigkeit, den Nahverkehr auf den Strecken in der Umgebung von Mailand zu verstärken. An den nun für elektrischen Betrieb bestimmten beiden Hauptlinien Mailand – Saronno und Bovisa – Meda liegen wichtige Knotenpunkte. Die Strecke Mailand – B… (5 km) erhält die größte Verkehrsdichte (rd. 90 Züge tä… in beiden Richtungen, den Nahverkehr inbegriffen).

Mit Rücksicht auf die hohen Kosten sah man … ab, die Fern- von den Nahzügen durch den Bau einer … gleisigen Linie zu trennen, da die Strecke Bovisa – Ma… im Einschnitt und als Untergrundbahn bis mitten i… Stadt führt. Um unter solchen Umständen den Fernve… durch den Nahverkehr nicht zu behindern, beschloß ma… die Nahzüge den elektrischen Betrieb zu wählen, und sie … beschleunigen, daß sie die Strecken Mailand – Saronno… Mailand – Meda in derselben Zeit zurücklegen werden … die Fernzüge. Die Wagen werden mit breiten Türen … sehen, die den Aufenthalt in den Bahnhöfen auf das kü… zu beschränken gestatten.

Die Strecken werden mit Gleichstrom von 3000 V … trieben. Die Züge werden aus Trieb- und Schleppw… bestehen; der Endschleppwagen des Zuges erhält … Führerstand, so daß die Wagen in den Endbahnhöfen … umgestellt zu werden brauchen.

Der Triebwagen hat eine gesamte Länge von 2… mit 89 Sitzplätzen; das Gewicht beträgt 53 t, vier T… motoren von zusammen 740 PS Leistung gestatten, eine … geschwindigkeit von 100 km/h zu erreichen. Es ergibt … ein Gewicht von 72 kg für 1 PS und von 595 kg auf … Sitzplatz. Auch die durchgehenden Güterzüge werden … trisch betrieben, und zwar um einen wirtschaftlichen … gleich für die im elektrischen Vorortverkehr auftrete… Belastungsspitzen, besonders morgens und abends … schaffen. Für diesen Zweck bestellte die Ferrovie Nor… lano bei der italienischen Firma Compagnia Genera… Elettricità vier Lokomotiven von je 1400 PS. Sie haben … Achsen, die einzeln von einem 350 PS-Motor angetr… werden.

Mailand [M 2843] Ing. *Tito Scot…*

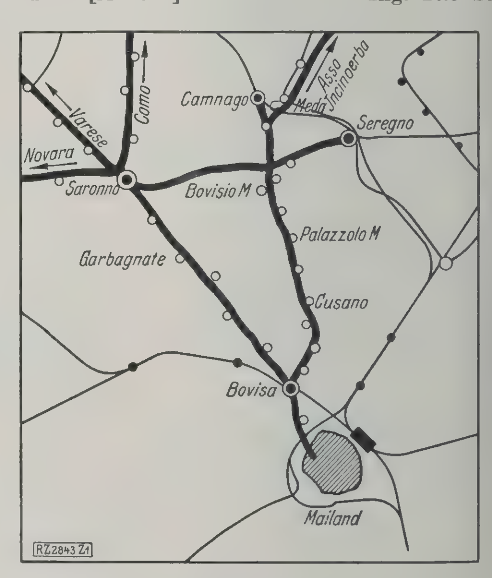


Abb. 1
Plan der Mailänder Nordbahn und benachbarter Eisenbahnlinien.
▬ Eisenbahnnetz der Ferrovie Nord Milano
— Staatsbahnen und Nebenbahnen



Portalträger bei Melbourne für Längsaufhängung der Fahrleitung mit doppelter Isolation für Gleichstrom.

Fahrleitungen für Vollbahnen

Von Reichsbahnoberrat NADERER, München

(Hierzu Bildbl. 3 und 4)

Bauformen: Quer- oder Einfachaufhängung, Längs- oder Vielfachaufhängung, senkrechte, halb windschiefe und windschiefe Verspannung; Einfluß der Witterung auf die Anordnung der Verspannung und den Abstand der Maste. Einzelteile: Isolatoren, Leiter und Klemm-Mittel, Nachspanner, Maste für die freie Strecke und Bahnhöfe.

Netzschaltung: Speiseschaltung; Anordnung der Umspann- und Umformeranlagen als Stützpunkte; Schutzstrecken; Streckenschaltung.

ie Fahrleitungen unterscheiden sich von den gewöhnlichen Leitungen, die der elektrischen Kraftertragung dienen, dadurch, daß sich bei ihnen der Ort r Kraftabnahme zeitlich fortwährend ändert, während sonst unverändert bleibt. Hieraus folgt, daß zur raftabnahme bewegliche Einrichtungen dauernd mit den ahrleitungen in Berührung sein müssen: die Stromnehmer. Das innige Zusammenarbeiten dieser beiden eile der Kraftübertragung wirkt sich nicht bloß auf die ormgebung für die Stromabnehmer aus, sondern auch f die Bauform der Fahrleitung.

Bei der ersten elektrischen Bahn der Welt ordnete *erner von Siemens*[1]) die Fahrleitung als hochkant gelltes, von einer Bürste bestrichenes Flacheisen vischen den Fahrschienen an, Abb. 1. Diese Ausfühngsform bezeichnen wir heute als „S t r o m s c h i e n e". insichtlich ihrer grundsätzlichen Anordnung hat sie ch im Laufe der Entwicklung bei den mit Gleichstrom, hweren Zugeinheiten und auf eigenem Bahnkörper beiebenen Stadt- und Vorortbahnen bis auf den heutigen ag technisch und wirtschaftlich behauptet; nur Querhnitt, Verlegungsform und Verlegungsort der Stromhiene wurden im Laufe der Zeit den höheren Spannunn, der stärkeren Belastung, der größeren Geschwindigit angepaßt. Im Gegensatz hierzu blieb andern Anrdnungen, so z. B. der in Sonderfällen aus ästhetischen ründen in Städten gewählten sogenannten „U n t e r - i t u n g", bei der die Stromzuführung unterhalb der ahrschienen in Schlitzkanälen angeordnet oder bei der r Strom von zwischen den Fahrschienen in bestimmten Abständen verlegten Kontaktstellen (Knöpfen) abgenommen wurde — Teilleiterbetrieb — eine größere Ausbreitung versagt. Denn die Technik befreit sich im Laufe der Entwicklung von allen, wenn auch noch so geistvollen Ausführungsformen, die ihr ohne Rücksicht auf das Endziel und die Wirtschaftlichkeit aufgezwungen werden. Im Kampfe mit der einfachen, betriebsicheren, billigen „O b e r l e i t u n g" die etwas später aufkam, mußte die Unterleitung, bis auf ganz wenige Ausnahmen, das Feld räumen. Die Oberleitung beherrscht heute — abgesehen von dem verhältnismäßig engen Anwendungsgebiet der Stromschiene[2]) — wegen ihrer technischen und wirtschaftlichen Vorzüge das gesamte Gebiet der Stromzuführung bei elektrischen Bahnen. Der nachfolgende Überblick befaßt sich daher nur mit der Oberleitung.

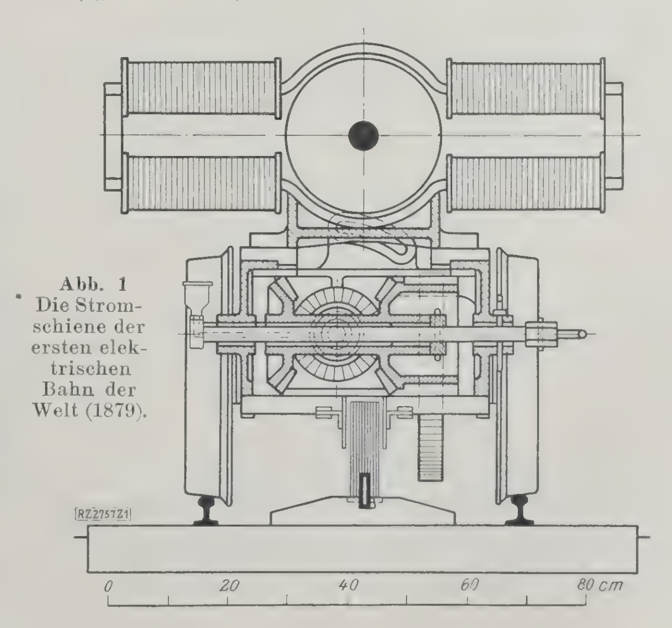


Abb. 1 Die Stromschiene der ersten elektrischen Bahn der Welt (1879).

[1]) Siehe Originalbericht *Werner von Siemens:* Verhandlungen des ereines zur Beförderung des Gewerbefleißes; Bericht über die Sitng vom 9. Juni 1879; Sitzungsberichte 58. Jahrg. S. 117.

[2]) s. Z. Bd. 72 (1928) S. 894.

Bauformen

Von der Stromart an sich wird die Bauform nicht entscheidend beeinflußt, nur hinsichtlich der Zahl und des Querschnittes der Leiter wirkt sie sich aus. Bei Drehstrombahnen sind immer zwei elektrisch voneinander getrennte Leiter nötig; denn eine solche Oberleitung ist zweiphasig. Bei Gleichstrom sind zwei elektrisch getrennte Leiter nur in Ausnahmefällen erforderlich, nämlich wenn die Fahrschienen nicht als Rückleitung benutzt werden oder es sich um Dreileiteranlagen mit zwei Oberleitungen handelt; bei stark belasteten Gleichstrombahnen ist häufig zur Einhaltung der unteren Grenze des Spannungsabfalles der Fahrdrahtquerschnitt so groß zu nehmen, daß er auf zwei elektrisch getrennte Leiter aufgeteilt werden muß: ist diese Maßnahme noch nicht ausreichend, um die Verluste in den nötigen Grenzen zu halten, so werden am Fahrleitungsgestänge besondere Verstärkungsleitungen ausgelegt. Wechselstrombahnen haben nur e i n e n Fahrdraht; wo starke Steigungen den Spannungsabfall übermäßig erhöhen, werden auch bei Wechselstrom-Fahrleitungen Verstärkungsleitungen an den Masten angebracht.

Die Höhe der Fahrdrahtspannung beeinflußt die e l e k t r i s c h e n Baubedingungen, denen im allgemeinen mittels entsprechend hoher Isolation und durch bestimmte Abstände zwischen spannungführenden und geerdeten Teilen genügt wird. Fahrgeschwindigkeit, Temperaturunterschiede und Windstärke wirken sich auf die m e c h a n i s c h e n Baubedingungen aus. Gerade diese sind es aber, die hauptsächlich die äußere Bauform der Fahrleitungen bestimmen, und zwar ist die Fahrgeschwindigkeit vor allem maßgebend. Denn die Beziehungen zwischen Stromabnehmer und Fahrleitung stellen bei einer Geschwindigkeit von 28 m/s, entsprechend 100 km/h, wesentlich andere Anforderungen an die Lage des Fahrdrahtes als bei mäßiger Fahrgeschwindigkeit (40 bis 50 km/h), wie sie Straßenbahnen, Nebenbahnen usw. aufweisen. Der Stromabnehmer muß nämlich dauernd mit dem Fahrdraht in Berührung bleiben, also ihrem jeweiligen Durchhange folgen. Dies ist bei hoher Geschwindigkeit im Hinblick auf die zu beschleunigende Masse des Stromabnehmers nur dadurch zu erreichen, daß die Veränderungen in der Höhenlage des Fahrdrahtes möglichst gering gehalten werden; man braucht nur zahlreiche Aufhängepunkte des Fahrdrahtes vorzusehen. Für niedrige Geschwindigkeiten genügen demnach wenige Aufhängepunkte.

Aufhängung

Q u e r - o d e r E i n f a c h a u f h ä n g u n g

Solange die Stromabnehmer der wechselnden Fahrdrahthöhe zu folgen vermögen, also bis zu Geschwindigkeiten von etwa 45 km/h, genügt es, den Fahrdraht in der geraden Strecke ungefähr alle 40 m an Masten mit Auslegern oder an Querspannwerken aufzuhängen, wie dies bei Kleinbahnen oder bei Straßenbahnen gebräuchlich ist. Hier wird in neuerer Zeit, um die Anzahl der Maste und der Verankerungen an Gebäuden zu verringern, häufig auch in g e r a d e r Strecke das Querspannwerk polygonartig gestaltet, eine Form, die bei Krümmungen zur Festlegung des Fahrdrahtes quer zur Gleisachse seit l… üblich ist, Abb. 2 und 3. Neben den geringeren A… kosten wird infolge der vermehrten Aufhängepunkt… Fahrdrahtes auch ein technischer Vorteil erreicht, d… besseren Gleiten des Stromabnehmers besteht.

Für Vollbahnen kommt die Quer- oder Einfa… hängung nur in Ausnahmefällen an jenen Stellen zu … wendung, wo ganz mäßige Geschwindigkeiten vorko… z. B. für Fahrleitungen vor den Einfahrten in Schu… über Privatanschlußgleisen und dergl.

L ä n g s - o d e r V i e l f a c h a u f h ä n g u n g

Haben die Aufhängepunkte — wie bei der ge… lichen Queraufhängung, s. Abb. 2, — einen Abstan… 35 bis 40 m, so belastet das ganze Gewicht dieser … drahtlänge den Aufhängepunkt. Dieses Gewicht is… Vielfaches vom Anpressungsdruck des Stromabnehme… Fahrdraht; in seiner Beziehung zum Stromabnehme… also ein solcher Aufhängepunkt als starr anzusehen. G… der Stromabnehmer am Aufhängepunkt vorbei, so m… den plötzlichen Richtungswechsel in der Höhenlag… Fahrdrahtes, vom Ansteigen zum Senken, überwinde… Bruchteilen einer Sekunde — bei hohen Fahrgeschwi… keiten — muß die Masse des Stromabnehmers auf d… steigenden Seite des starren Aufhängepunktes besc… nigt, auf der gegenüberliegenden verzögert we… diesem plötzlichen Wechsel der Winkelgeschwind… kann jedoch seine Masse nicht folgen. Der S… abnehmer schlägt daher an den sich senkenden … des Fahrdrahtes an und klappt von diesem ab, … dies nicht schon infolge seiner Trägheit am a… genden Ast des Fahrdrahtes geschehen ist. Die F… solcher kurzzeitigen Stromunterbrechungen äußern si… Lichtbögen, die frühzeitig das Schleifstück des S… abnehmers und den Fahrdraht zerstören und sich auc… die Betriebsicherheit der Motoren und sonstigen elektri… Einrichtungen ungünstig auswirken können. Die … teile der Queraufhängung werden vermieden, wenn … halb des Fahrdrahtes ein Seil (Tragseil) ausgelegt … an dem beliebig oft der Fahrdraht aufgehängt w… kann. Auf die Aufhängepunkte trifft dann nur ei… ringer Teil des Fahrdrahtgewichts, so daß der Fahr… auch an der Aufhängestelle gegenüber dem Anpress… druck des Stromabnehmers nachgiebig ist. Eine s… Anordnung der Fahrleitung bezeichnet man als L… oder Vielfachaufhängung.

Da das Tragseil seinem Zwecke nach im allgem… nicht zur Kraftübertragung benutzt wird, kann ein … stoff von höherer Festigkeit als der des Kupfers (Br… Stahl) verwendet werden; man kann also die Tra… stützpunkte erheblich weiter auseinanderrücken a… der gewöhnlichen Queraufhängung.

Das Tragseil erleidet nun seinerseits infolge W ä r m e s c h w a n k u n g e n Durchhangsänderu… die um so geringer sind, je größer der Durchhang is… dem das Tragseil ausgelegt wird. Dieser Vorteil … jedoch nur in mäßigem Umfange ausgenutzt werde… sich der Abstand des Fahrdrahtes vom Tragseilstützp… die sogenannte Systemhöhe, auf die Länge der Tra… richtungen über Boden und damit auf die Baukosten …

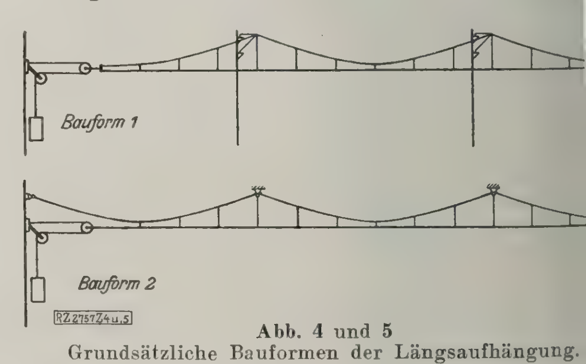


Abb. 4 und 5
Grundsätzliche Bauformen der Längsaufhängung.

40,00 40,00
70,00
RZ2757Z2u3

Abb. 2 und 3 (links)
Queraufhängungen der Fahrleitung.

wirkt. Der Einfluß der Durchhangänderungen des Tragseiles auf die Höhenlage des Fahrdrahtes kann beseitigt werden, wenn die Zugspannung im Tragseil möglichst unverändert gehalten wird. Dieses Ziel versucht man mittels selbsttätiger Nachspannung des Tragseiles zu erreichen.

Die bisher zur Ausführung gekommenen Bauformen der Längsaufhängung lassen sich im wesentlichen in zwei Hauptgruppen unterteilen:

Bauform 1: das Tragseil wird gemeinsam mit dem Fahrdraht oder jede dieser beiden Leitungen für sich nachgespannt, Abb. 4,

Bauform 2: nur der Fahrdraht wird nachgespannt, das Tragseil aber fest an den Stützpunkten gelagert, Abb. 5.

Eine Abart der Bauform 2 verzichtet auf die Nachspannung auch des Fahrdrahtes; dabei gleichen sich die infolge der Wärmeschwankungen auftretenden Zugspannungen des Fahrdrahtes und des Tragseiles gegenseitig aus, indem beide mechanisch starr in einander übergehen.

Längsaufhängungen beider Bauformen wurden bisher in umfangreichem Maß ausgeführt. Zur ersten Hauptgruppe gehört z. B. die Einheitsfahrleitung der Österreichischen Bundesbahnen, bei der Tragseil und Fahrdraht mittels eines gemeinschaftlichen Gewichtes nachgespannt werden; für das Tragseil ist verzinkter Stahldraht von 35 mm² Querschnitt mit mindestens 70 kg/mm² Bruchfestigkeit verwendet, der Fahrdraht aus Kupfer hat 100 mm² Querschnitt. Den verschiedenen Wärmedehnungszahlen von Eisen und Kupfer ist durch Einbau einer entsprechenden Hebelanordnung, Abb. 6, Rechnung getragen. Im Gegensatze hierzu gehört die Einheitsfahrleitung der Deutschen Reichsbahn zur zweiten Hauptgruppe der Längsaufhängungen.

Das Bestreben, eine möglichst gleichmäßige Höhenlage des Fahrdrahtes bei hohen Fahrgeschwindigkeiten zu erreichen, führte zur Längsaufhängung mit Hilfstragdraht, einer Bauform, die die Siemens-Schuckertwerke auch bei Umstellung von Vollbahnstrecken vor Festsetzung der Einheitsfahrleitungen angewendet haben. Bei dieser Bauart verläuft im Abstande von 120 mm über dem Fahrdraht ein Hilfstragdraht, an dem alle sechs bis sieben Meter der Fahrdraht mit Klemmen aufgehängt ist, die in ihrem oberen, den Hilfstragdraht umfassenden Teil als Schlaufen ausgebildet sind, so daß sie sich beim Anheben des Fahrdrahtes durch den Stromabnehmer längs verschieben können, wenn die Nachspannung des Fahrdrahtes dies erfordert. Der Hilfsdraht ist am Tragseil mittels Hängedrähte in doppelt so großem Abstande als der Fahrdraht am Hilfstragdraht aufgehängt. Tragseil und Hilfsdraht werden nicht nachgespannt. Die Erfahrung zeigte nun, daß der Hilfstragdraht auch für hohe Geschwindigkeiten entbehrt werden kann. Diese Erkenntnis war die Grundlage für die grundsätzliche Anordnung der Einheitsfahrleitung der Deutschen Reichsbahn: mit nachgespanntem Fahrdraht und festgelagertem Tragseil, Abb. 7; der Abstand der Aufhängepunkte wurde hier zu 12,5 m gewählt, um bei 6,25 m mittlerer Höhenlage des Fahrdrahtes im Falle seines Bruches mit Sicherheit den Kurzschluß herbeizuführen.

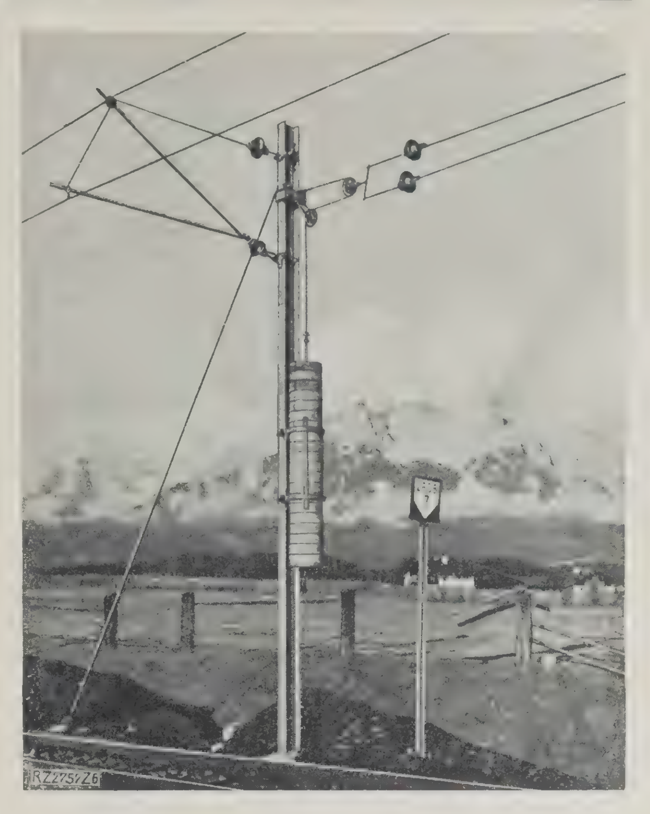
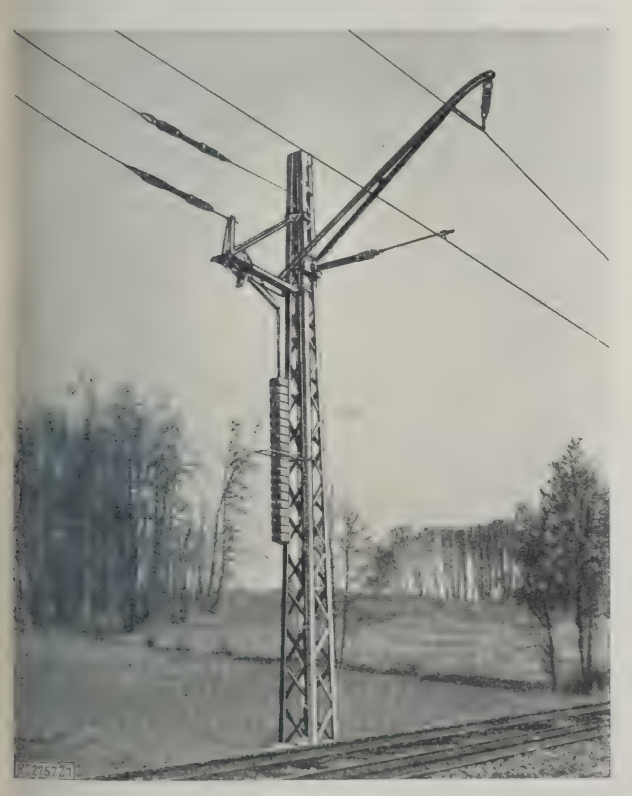


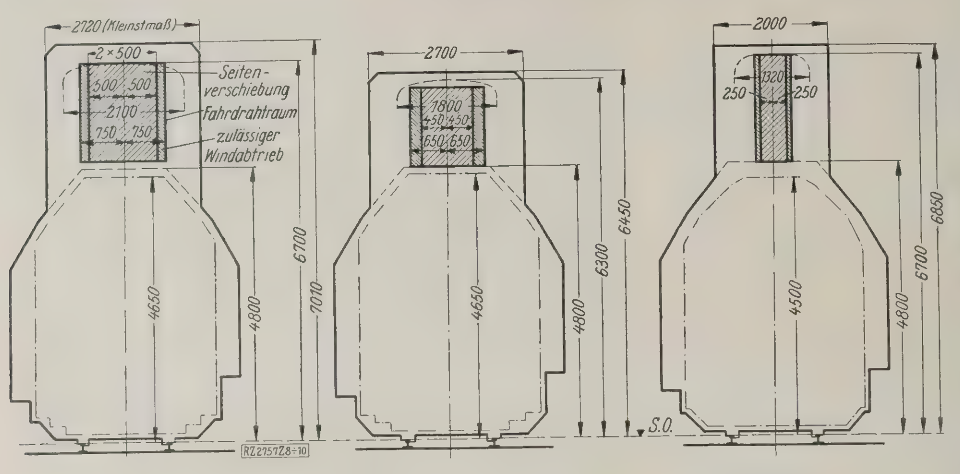
Abb. 6
Gemeinsame Nachspannung von Fahrdraht und Tragseil.
Einheitsfahrleitung der Österreichischen Bundesbahnen.


Abb. 7. Das Ende des Tragseils ist fest abgefangen.
Fahrdrahtnachspanner mit Bruchsperre bei der Einheitsfahrleitung der Deutschen Reichsbahn (Strecke Rosenheim - Salzburg).

Wenn auch die Längsaufhängungen der Bauform 1, namentlich beim Gebrauch von Drehauslegern, die die wagerechte Bewegung des Kettengebildes auf einer zur Gleisebene gleichlaufenden Bahn ermöglichen, gemäß theoretischen Überlegungen zweifellos die Forderungen nach einer unverändert bleibenden Lage der Fahrleitung am ehesten erfüllen, so zeigen doch die im vergangenen strengen Winter gewonnenen Erfahrungen mit der Einheitsfahrleitung der Deutschen Reichsbahn, daß trotz den über die Berechnungsgrundlagen hinausgehenden, außergewöhnlich tiefen Temperaturen sich die Verzerrung des Kettenwerkes bei festgelagertem Tragseil noch in Grenzen bewegte, die die Betriebsabwicklung nicht gefährdeten.

Verspannung

Im engsten Zusammenhang mit der Bauform der Aufhängung steht Art und Stärke der Verspannung, die die Höhen- und Querlage des Fahrdrahtes zur Gleisspur festlegt. Ist die Fahrgeschwindigkeit auf die Aufhängung von grundlegendem Einfluß, so wirken sich auf die Verspannung zwei andere Größen aus: die Temperatur



Deutsche Reichsbahn Österreich Schweiz

Abb. 8 bis 10 Fahrdrahtraum elektrischer Bahnen.

Abb. 11 Einfluß der Zugspannun[g] im Fahrdraht auf den Mastabstand.

schwankung (Eislast), von der die Höhenlage, und die Windstärke, von der die Lage quer zur Gleisachse abhängig ist. Beide Lagen müssen aber den Arbeitsbedingungen des Stromabnehmers genügen. Von diesen Bedingungen sind maßgebend: der höchste Arbeitsbereich des Abnehmers für die obere Grenzlage des Fahrdrahtes, die Schleifstückbreite des Stromabnehmers für die äußerste Grenze der Fahrdrahtquerlage. Die untere Grenzlage des Fahrdrahtes ist durch das lichte Raummaß der Bahnanlage im allgemeinen, durch das zugelassene Lademaß + Sicherheitsabstand im besonderen bestimmt. Liegen also Bauform und Arbeitsbedingungen des Stromabnehmers für eine Bahnanlage fest, so sind damit die Grenzen des Fahrdrahtraumes umrissen. Nur innerhalb dieser Grenzen dürfen sich die Folgen der Temperaturschwankungen und der Windstärken auswirken. Abb. 8 bis 10 zeigen die Ausmaße des Fahrdrahtraumes der elektrischen Vollbahnen in Deutschland, Östereich und der Schweiz.

Der Mastabstand

Die Verspannung muß so durchgeführt sein, daß der Fahrdraht in allen Fällen innerhalb des Fahrdrahtraumes bleibt. Mit dieser Forderung wird auch der Mastabstand vom Fahrdrahtraum abhängig; denn die Mastteilung wird zunächst beeinflußt einerseits von der Zugspannung im Fahrdraht und im Tragseil, anderseits von dem mit dem Fahrdrahtraum festgelegten höchstzulässigen Windabtrieb. Außerdem ist im Zusammenhange mit dem Windabtrieb noch das Maß für die an den Stützpunkten gewählte, von der Stromabnehmerbreite abhängige Seitenverschiebung zur Gleisachse (Zickzack) bestimmend für den Mastabstand.

Für die gerade Strecke ($R = \infty$), gleichmäßigen Zickzack ($b_2 = -b_1$ in m) und einen größten Windantrieb von e'_{max} ($= 0{,}75$ m) können diese ziemlich verwickelten Beziehungen annähernd erfaßt werden durch die Formel[3]):

$$\frac{l}{2} = \sqrt{\frac{Z}{W}\left(e'_{max} + \sqrt{e'^2_{max} - b^2_1}\right)},$$

worin l die Mastteilung in m, Z den Kettenzug (Fahrdraht- plus Tragseilspannung) in kg, W den Winddruck

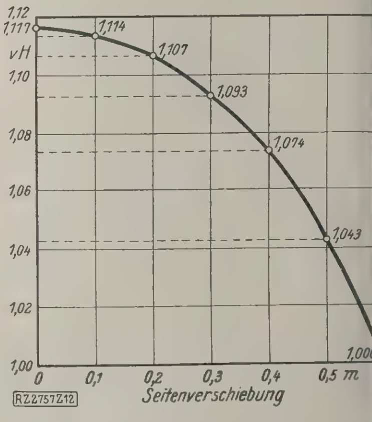


Abb. 12 Einfluß der Seitenverschiebung des Fahrdrahtes auf den Mastabstand.

auf das Kettenwerk in kg/m bedeutet. In welcher Wei[se] der Mastabstand, z. B. bei der Längsaufhängung mit fe[st] gelagertem Tragseil abhängig ist von der Zugspannu[ng] im Fahrdraht und von der Größe der Seitenverschiebun[g,] zeigt Abb. 11 und 12, wobei ein größter Windabtri[eb] der Fahrleitung von 0,75 m aus der Gleisachse (Einheit[s]fahrleitung der Reichsbahn) zugrunde gelegt ist.

Die einschneidenden Auswirkungen der Win[d]belastung wurden erst im letzten Jahrzehnt genau e[r]kannt; die ersten Ausführungen der Längsaufhängung[en] hatten denn auch Mastteilungen auf gerader Strecke b[is] zu 100 m bei einer Fahrdrahtzugspannung von 500 b[is] 600 kg. Entgleisungen der Stromabnehmer bei verhältni[s]mäßig geringer Windstärke führten in solchen Fällen z[u] empfindlichen Betriebstörungen; der Einbau von Zwische[n]masten erwies sich als unabweisbar; denn selbst b[ei] einem Fahrdrahtzuge von 10 kg/mm² darf für den Fah[r]drahtraum der Reichsbahn, s. Abb. 8, und eine Seitenve[r]schiebung von 0,5 m die Mastteilung nach oben angefüh[r]ter Formel nur etwa 73 m in gerader Strecke betrage[n.] Für die Betriebsicherheit der Fahrleitungskette spi[elt] demnach deren Verspannung im besonderen hinsichtli[ch] ihres Verhaltens bei Wind eine große Rolle; dies[e] immer mehr zu verbessern, hat man denn auch in d[en] letzten Jahren wiederholt versucht. Ein Mittel hier[zu] bietet sich in der

Art der Verspannung

des Tragseiles im Verhältnis zu jener des Fahrdraht[es.] Hierbei sind drei Möglichkeiten gegeben:

die lotrechte Verspannung, bei der d[as] Tragseil von einem Stützpunkt zum andern die gleic[he] Seitenverschiebung wie der Fahrdraht erhält,

die halbwindschiefe Verspannung, b[ei] der das Tragseil zwischen den Stützpunkten keine Seite[n]verschiebung hat, also lotrecht über der Gleisachse fo[rt]laufend angeordnet wird und

die windschiefe Verspannung, bei der d[as] Tragseil mit einer zum Fahrdraht gegenläufigen Seite[n]verschiebung an den Stützpunkten ausgelegt wird.

[3]) s. a. Glasers Annalen, Jubiläums-Sonderheft vom 1. Juli 1927 S. 199 u. 200.

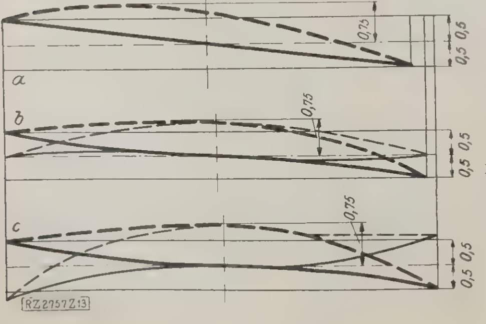


Abb. 13 Lotrechte (a), halbwindschiefe (b) und windschiefe (c) Verspannung zwischen Tragseil und Fahrdraht im Grundriß.

– – – abgetriebene Lage des Kettenwerkes



Abb. 14. Längsaufhängung mit doppelter, räumlich getrennter Isolation für Tragseil und Seitenhalter, lotrecht verspanntem Hilfstragdraht und Langseil.
Strecke Salzburg-Reichenhall (1916).



Abb. 15. Einfache Isolation mit drehbaren Rohrauslegern, lotrechter Verspannung und selbsttätig nachgespanntem Fahrdraht.
Riksgränsbahn in Schweden.



Abb. 17. Halbwindschief verspannte Längsaufhängung mit Schrägausleger, Kappenisolatoren mit selbsttätig nachgespanntem Fahrdraht für 15 kV an Streckmasten, Bauart *Jucho*.
Strecke Landshut-Regensburg.



Abb. 16. Weitspann-Fahrleitung mit Stützisolatoren und Zwischenmasten.
Deutsche Reichsbahn in Schlesien.

Naderer: Fahrleitungen für Vollbahnen



Abb. 18. Halbwindschief verspannte Längsaufhängung mit zwei Fahrdrähten, Schrägauslegern und Kappenisolatoren für Gleichstrom von 1500 V.
Staatsbahn Java.



Abb. 19. Windschiefe Längsaufhängung mit Motorisolatoren.
Güterverbindungsbahn München-Ost-Feldmoching.

Naderer: Fahrleitungen für Vollbahnen



Abb. 39. Eisenbetonmaste und Eisenbetonausleger zum Tragen der Längsaufhängung mit lotrechter Verspannung und doppelter Isolation.
Doppelbahn München–Landshut.



Abb. 40. Längsaufhängung mit doppelter Isolation, zwei Fahrdrähten (Gleichstrom, 1500 V), Verstärkungsleitung, unter den Schwellen verbundenen Masten bei schlechtem Untergrund.
Strecke Delft–Schiedam, Holland.



Abb. 41
Querseil-Tragwerke für die Längsaufhängung im Verschiebebahnhof München-Ost mit geerdeten Richtseilen und Rohrstützen für Seitenhalter.



Abb. 42
Querseil-Tragwerke mit spannungführenden Richtseilen und Knüppelisolatoren.

Abb. 13 veranschaulicht diese drei Verspannungsarten n Grundriß. Die windschiefe Anordnung der Hänge-rähte wirkt dem Windabtrieb entgegen; die Untersuchun-en hierüber zeigen, daß bei der halbwindschiefen Ver-annung der Mastabstand um etwa 5 vH, bei der wind-hiefen um etwa 7 vH größer genommen werden kann als i der lotrechten Verspannung, weil die Windsteifigkeit er windschief verspannten Kettengebilde höher ist als die er lotrecht verspannten. Die windschiefe Anordnung wird atürlich um so wirksamer, je kleiner die Systemhöhe der ängsaufhängung genommen wird. Ist das Tragseil nicht arr an den Stützpunkten befestigt, sondern an Hängeisola-ren aufgehängt, die ausschwingen können, so wird die indfestigkeit der Kette etwa um 10 vH vermindert. Soll her eine mit Hängeisolatoren ausgerüstete Fahrleitung nähernd die gleiche Sicherheit gegen Windabtrieb auf-eisen als eine Kette mit völlig festgelagertem Tragseil id lotrechter Verspannung, so sind entweder die Mast-stände zu verringern oder die windschiefe Verspannung t zu wählen.

Einzelteile der Fahrleitung

Isolatoren

Mit dem Isolationszustand der Fahrleitung hängt die etriebsicherheit einer Bahnanlage unmittelbar zusammen. enn das Versagen der Isolation läßt den der elektrischen etriebsform anhaftenden Nachteil der Abhängigkeit von er Kraftübertragung in seiner vollen Schärfe auswirken. ie Wahl einer den Anforderungen des Eisenbahnbetriebs jeder Hinsicht gerecht werdenden Isolation ist dem-ach von größter Wichtigkeit. Auf Grund dieser Er-enntnis führte man bei den vor und unmittelbar nach dem eltkriege auf den elektrischen Betrieb umgestellten recken häufig eine doppelte, räumlich getrennte Isola-on aus, Abb. 14 (Abb. 14 bis 19 s. Bildblatt 19). Für e Festlegung des Tragseils und des Fahrdrahtes sind in esem Falle zusammen sechs Isolatoren nötig.

Stützisolatoren

Die hohen Kosten hierfür sowie die Nachteile der ntereinander geschalteten Isolatoren veranlaßten bald en Übergang zur einfachen Isolation; ein Bei-iel hierfür ist die Fahrleitung der Riksgräns-ahn in Schweden, Abb. 15, bei der Stützisolatoren be-utzt wurden. Solche Isolatoren, in zweischerbiger Aus-ihrung, baute man auch in Deutschland erst vor kurzem af einem Abschnitt der in Schlesien[4]) elektrisch betrie-enen Bahnen ein, Abb. 16. Der Abschnitt wurde außer-em versuchsweise mit einer Weitspann-Fahrlei-ung ausgerüstet, bei der die Tragseilstützpunkte alle 20 m in der Geraden angeordnet sind. Da das Ketten-erk bei Wind weit über den Fahrdrahtraum hinaus ab-etrieben würde, ist es bei dieser Anordnung nötig, in der itte der Spannweite Fahrdraht und Tragseil festzulegen, nd zwar mittels eines Seitenhalters, der an einem erhältnismäißg schwachen Mast befestigt ist und der das ettenwerk um das Maß der Seitenverschiebung (0,5 m) n den Zwischenmast heranzieht, s. Abb. 16. Der Zickzack es Fahrdrahtes wechselt also alle 60 m; das Tragseil liegt n Stützpunkt über der Gleismitte, am Zwischenmast über em Fahrdraht. Die Verspannung ist also halbwindschief, er nur einseitig. Da die Systemhöhe wegen der großen pannweite sehr groß wird (4 m), hat die halbwindschiefe erspannung auf die Windsteifigkeit keinen großen Ein-uß; dessen bedarf es auch nicht, da die für den Abtrieb er Fahrleitung maßgebende Mastteilung nur 60 m beträgt. uch die Schweizerischen Bundesbahnen haben Stützisola-ren für die Längsaufhängung und für den drehbaren eitenhalter häufig benutzt, wobei auch in Krümmungen pannweiten bis zu 100 m mit zwei Abzugmasten inner-alb dieser Teilung vorkommen.

Hängeisolatoren

Einen weiteren Fortschritt in der Entwicklung der ahrleitungsisolatoren brachten die hängenden (Kappen-) olatoren. Ihre Verwendung bereitet am Tragseilstütz-nkt keine Schwierigkeiten; der Seitenhalter dagegen, der n Zickzack des Fahrdrahtes festlegt, ist entsprechend uszugestalten, weil er in der geraden Strecke abwech-selnd auf Zug und Druck beansprucht wird. Kappen-isolatoren zugleich mit Schrägauslegern, Abb. 17 und 18, machen das äußere Bild der Fahrleitung gefälliger als die älteren Ausfüherungsformen. In beiden Abbildungen ist eine Längsaufhängung mit halbwindschiefer Ver-spannung mit Kappenisolatoren und Schrägauslegern dargestellt, in Abb. 17 für Wechselstrom mit 15 kV, in Abb. 18 für Gleichstrom mit 1500 V und zwei Fahr-drähten; da der Querschnitt der Fahrdrähte mit je 107 mm² nicht ausreicht, wurde als Tragseil ein Kupfer-seil von 150 mm² ausgelegt.

Die Kappenisolatoren, bei denen das Porzellan auf Druck beansprucht wird, sind nicht durchschlagsicher, da-gegen sind es die Knüppelisolatoren, die sich aus diesem Grunde besonders für einfache Isolation eignen. Der Isolierkörper wird bei ihnen jedoch auf Zug bean-sprucht; die Benutzung solcher Isolatoren im Fahrlei-tungsbau war zulässig, seit es gelang, ein Porzellan mit besonders hoher spezifischer Zerreißfestigkeit herzustellen; Versuche ergaben im Mittel eine solche Festigkeit von 290 kg/mm²; dies führt bei 60 mm Strunk-Dmr. zu einer Zugfestigkeit von über 8000 kg. Eine mehr als aus-reichende Sicherheit gegen Bruch läßt sich demnach durch entsprechenden Querschnitt leicht erreichen, ohne daß das Gewicht des Isolators besonders hoch wird. Auch die Biegefestigkeit der Knüppelisolatoren ist recht ansehn-lich; sie geht bis über 500 kg/cm².

Nur das Verhalten der Knüppelisolatoren gegen plötz-liche Erwärmung, wie sie bei Überschlägen eintritt, ist noch unbefriedigend. Mittels Hörnerableitungen läßt sich der Nachteil mildern, wenn man nicht vorzieht, solche Iso-latoren mit großen Schirmen zu versehen, die den Kriechweg vergrößern. Ein Beispiel hierfür bietet der „Einheits-isolator" der Österreichischen Bundesbahnen, s. Abb. 6, und der in eine Versuchstrecke bei München mit wind-schiefer Aufhängung eingebaute Motorisolator, Abb. 19. Solche Bauformen sind verhältnismäßig teuer, weil sie wegen des Schirmes einen großen Brennraum erfordern; dieser wird kleiner und der Isolator billiger, wenn an Stelle eines großen Schirmes eine Reihe von Rillen angeordnet werden; Abb. 20 zeigt den auf Grund mehrjähriger Erfahrungen ausgebildeten Querschnitt eines Rillenisolators; in die Fahrleitung nach Abb. 7 sind solche eingebaut. Die Rillen sind zur Vergrößerung und Unter-brechung des Kriechweges mit Tropfkanten versehen; die Überschlagspannung dieser Isolatoren unter Regen mit 100 μ S/cm Leitfähigkeit des Wassers beträgt nach Ver-suchen über 70 kV. Auch aus Steatit hergestellte Knüppel-Isolatoren wurden eingebaut; dieser Baustoff hat den Vor-zug wesentlich höherer Biegefestigkeit, ist aber gegen Licht-bogen empfindlicher als Porzellan.

Leiter und Klemmen

Als Fahrdrahtbaustoff wird fast ausnahmslos Kupfer ver-wendet. An Stelle des früher gebräuchlichen Querschnittes in 8-Form wird in neuerer Zeit der kreisrunde Querschnitt mit Rillen zum Ansetzen der Klem-men bevorzugt, seit der große Einfluß der Windbelastung auf die Steifigkeit der Ketten er-kannt wurde; denn der Wind-druck auf den achterförmig ausgebildeten Fahrdraht ist, wie eingehende Versuche bei der aerodynamischen Versuchs-anstalt in Göttingen dargetan haben, um etwa 26 vH größer als auf den Rillendraht gleichen Querschnittes. Abb. 21 bis 26 zeigen Querschnittformen; die Österreichischen Bundesbahnen

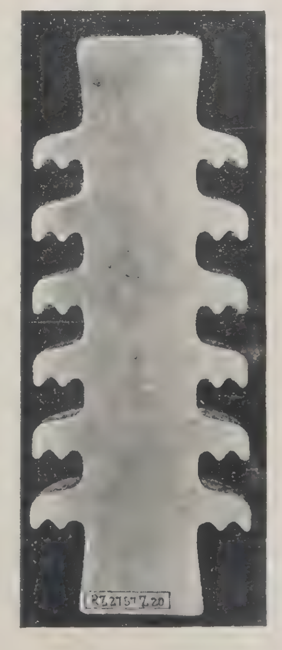
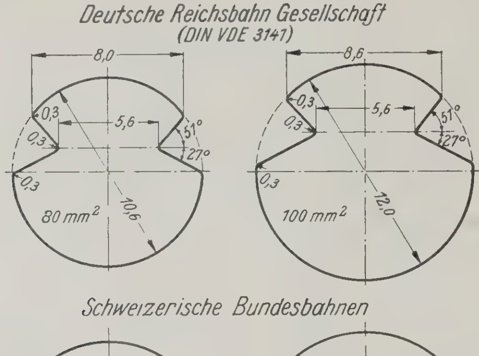
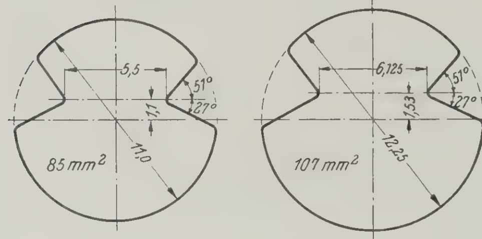


Abb. 20
Querschnitt eines Knüppel-Rillenisolators mit Tropf-kanten.

[4]) „Elektrische Bahnen" Bd. 4 (1928) Juniheft S. 165.





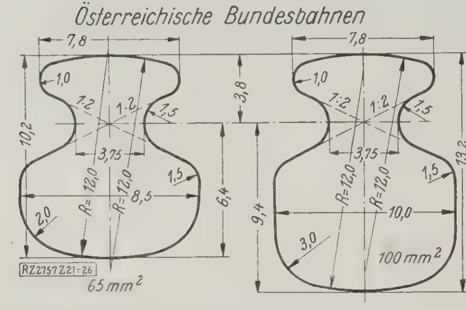


Abb. 21 bis 26
Fahrdraht-Querschnitte.

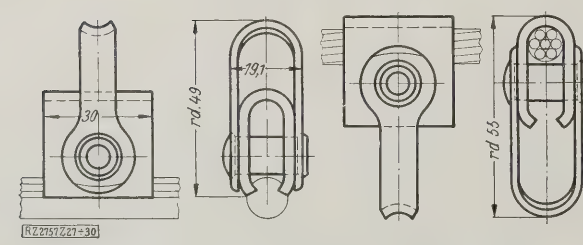


Abb. 27 bis 30. Hängerklemme (Kupfer).

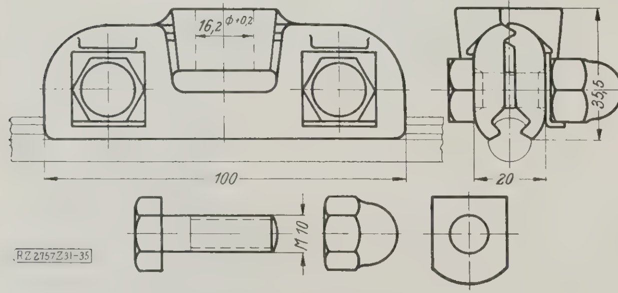


Abb. 31 bis 35. Seitenhalterklemme mit Schraubenbolzen.

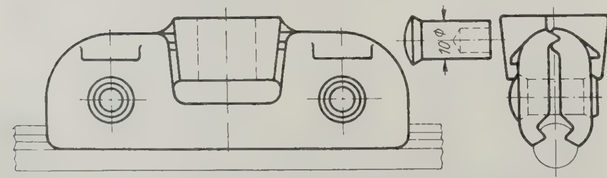


Abb. 36 bis 38. Seitenhalterklemme mit Nieten.

Abb. 27 bis 38
Hänger- und Seitenhalterklemmen.
(Deutsche Reichsbahn)

haben den 8-Querschnitt bei ihrer Einheitsfahrleitu beibehalten; der Querschnitt der Einheitsfahrleitung Reichsbahn entspricht den DIN-Vorschriften.

Eine große Vielgestaltigkeit, die gegenwärtig da der Normung beseitigt wird, brachte die Entwicklung Klemmen, die zweiteilig ausgeführt werden müssen und sehr großer Anzahl gebraucht werden. Als Baust wurde daher früher Preßmessing (M S 60) bevorzugt, mindestens 60 vH Kupfer, 1 vH Blei und dem Rest Zi Solche Preßteile erfordern bei der Herstellung eine glei mäßige und sorgfältige Wärmebehandlung, die Härte d nicht über 120 ° Brinell betragen. Da derartige Klemn nicht selten während des Betriebes brechen, ist Kupfer Baustoff vorzuziehen. Die kupferne Klemme nach Abb. bis 30 kann gleichzeitig für Fahrdraht und Tragseil nutzt werden (Hängerklemme). Seitenhalterklemmen nen zum Festlegen des Fahrdrahtes im Zickzack. Die T werden entweder mit Hilfe von Schrauben mit Kapp muttern, Abb. 31 bis 35, oder mit Rohrnieten, Abb. bis 38, zusammengepreßt.

Als Endklemmen für den Fahrdraht werden vielf Klemmen mit Keil aus Temperguß mit mindestens 8 Dehnung und 35 kg/mm² Bruchfestigkeit eingebaut. A für das Tragseil können Klemmen aus Temperguß nutzt werden; Kerbverbinder mit Schlaufen sind etw teurer, jedoch betriebsicherer. Als Baustoff für das Tr seil wählt man Bronze (65 kg/mm²) oder verzinkt-v bleiten Stahl (70 kg/mm²), der billiger ist als Bronze, a geringere Lebensdauer und einen sehr niedrigen Altst wert hat.

N a c h s p a n n e r

In Abständen von höchstens 1500 m muß der Fahrdr oder wenn auch das Tragseil nachgespannt wird, Kettenwerk mit Hilfe von Gewichten so stark-abgezo werden, daß auch unter den ungünstigsten Verhältnis die Fahrleitung den vorgeschriebenen Fahrdrahtraum ni überschreitet. Eine Nachspannvorrichtung mit Kette u Rolle, s. Abb. 6, benutzen die Österreichischen Bund bahnen bei ihrer Einheitsfahrleitung. Da im Winter Ket und Rillen oft stark vereisen, werden in neuerer Zeit a Hebelnachspanner eingebaut, s. Abb. 7, die sich mit ei Sperre versehen lassen, um das Herabfallen der Gewic bei Bruch des Fahrdrahtes oder eines Isolators zu v hindern.

M a s t e f ü r d i e f r e i e S t r e c k e

Holzmaste zum Tragen des Kettenwerkes werden bei Bahnen von untergeordneter Verkehrsbedeutung o bei Privat-, Anschluß- und Nebengleisen angewendet. häufigsten kommen als Tragmaste sogenannte D o p p e F l a c h m a s t e aus ⊏-Eisen mit einem Anzug von 1 vor, s. Abb. 18 und 19; ⊔⊔-Eisen N P 12 ist bei Ma teilungen bis zu 75 m ausreichend, namentlich wenn Stiele an der Schenkelinnenseite mittels schräg angeo neter Winkeleisen 35 × 35 × 4 versteift werden, st mittels der früher üblichen Flacheisenschnecken zwisch den Schenkeln der ⊔⊔-Eisen. Auch S t r e c k m a s t e , B art *Jucho*, s. Abb. 16 und 17, werden vorteilhaft gebrauc da sie wenige Nietarbeit erfordern, sind sie meist billi als andre Konstruktionen. Dies trifft im besondern Ma zu für die bei den Österreichischen Bundesbahnen ein bauten, vollwandigen, breitflanschigen Differdinger T ger, s. Abb. 6, die, gleich vom Walzwerk in der vor schriebenen Länge hergestellt, keine weitere Bearbeitu erfordern. Trotz ihres höheren Gewichtes — begrün in der schlechten Baustoffausnutzung gegen das ob Ende zu — sind sie billiger als die aus Formeisen sammengenieteten Maste, lassen sich aber schlechter steigen als diese.

Das gleiche ist bei B e t o n m a s t e n der Fall, kreisrunden Querschnitt haben: Schleuderbetonmas Abb. 39[5]); ihr Vorzug liegt in dem Wegfall des Anstrich ihr Gewicht ist verhältnismäßig groß, sie sind daher u ständlicher aufzustellen. Bei günstigen Bodenverhältnis reicht bei solchen Masten eine Druckplatte als Fundam aus. Die Eisenmaste müssen einbetoniert werden. schlechter Untergrund vorhanden, z. B. Moor, dann müss

[5]) Abb. 39 bis 42 s. Bildblatt 4.

die Maste auf Pfähle gesetzt oder auf einem besonderen Schwellenrost verankert werden, um ein Absacken zu verhindern. In solchen Fällen werden bei Doppelbahnen die Ausleger meist miteinander gekuppelt und die Mastfüße mittels zweier Eisenbahnschienen unter den Gleisen fest miteinander verbunden, um den Horizontalschub aufzunehmen, Abb. 40.

An den Nachspannstellen des Fahrdrahtes oder Kettenwerks müssen wegen des einseitigen Zuges kräftigere Maste, z. B. Quadrat-Winkelmaste, s. Abb. 7, aufgestellt oder besondere Verankerungsstreben (Zuganker) an den Flachmasten angebracht werden, s. Abb. 6.

Bahnhofsmaste und Tragwerke

Die Bespannung der in Bahnhöfen nebeneinander liegenden Gleise erfordert zum Befestigen der Fahrleitungen senkrecht zu den Gleisen verlaufende Tragwerke. Da den Weichen und Kreuzungen der Spuranlage sogenannte Luftweichen und Luftkreuzungen der Fahrleitung entsprechen müssen, sind auch Ketten auszulegen, die die Fahrleitung der gleichlaufenden Gleise überschneiden. Auch diese Kettenwerke müssen an den Tragvorrichtungen abgefangen werden. Hierzu eignen sich am besten Tragwerke in Form von Jochen oder Portalen, die die Gleise überspannen. Sie führen jedoch bei größeren Spannweiten zu sehr teuren Bauwerken, namentlich wenn man zwischen den Gleisen (Pendel-)Stützen zum Tragen des eisernen Querbaues vermeiden will, s. Titelbild, das eine Portalträgeranlage in Melbourne (Australien) darstellt. Außerdem besteht selbst bei kleinen Spannweiten der Nachteil, daß die Joche und Portale die Sicht des Lokomotivführers auf die Signale behindern.

In neuerer Zeit werden daher Quertragwerke aus Seilen bevorzugt. Diese erfordern je nach der Zahl der quer zu überspannenden Gleise wegen der mit großem Durchhang auszulegenden Querseile mitunter sehr hohe Maste (Quadrat- oder Rechteck-Maste). Abb. 41 zeigt Quertragwerke aus Bronzeseilen im Rangierbahnhof München-Ost, die bis zu 15 Gleise überspannen und an 20 m hohen Türmen befestigt sind. In solchen Fällen werden vier, bei kleinen Spannweiten zwei Querseile angeordnet. Außerdem sind zum Festlegen des Fahrdraht-Seitenhalters und des Längskettenwerkes noch sogenannte Richtseile — zwei bei kleinen und mittleren, drei bei sehr großen Spannweiten — nötig, die an den Quertragseilen aufgehängt werden, um eine möglichst wagrechte Lage zu erzielen. Sind die Richtseile geerdet, so müssen in die Querverspannung senkrechte Stützen (Rohre), s. Abb. 41, eingebaut werden, die den Seitenhalter mit Isolator tragen und versteifen. Diese Stützen können entfallen, wenn spannungführende Richtseile angeordnet werden; der Seitenhalter ohne Isolation wird dann in einfachster Weise an den Richtseilen mittels Klemmen befestigt. So wird die gesamte Bespannung leichter und durchsichtiger, Abb. 42. Zum Abfangen der für Weichen und Kreuzungen erforderlichen Längsketten müssen, soweit die an den Außenseiten der Bahnhöfe aufgestellten Türme hierzu nicht benutzt werden können, bei der Querseilanordnung besondere (kleine) Maste aufgestellt werden.

Netzschaltung

Von der Kraftquelle bis zur Fahrleitung sind je nach der Art der Stromversorgung der Bahn weitere Kraftübertragungsmittel erforderlich. Oberspannungs-(Fern-) Leitungen, Umspannanlagen (bei Drehstrom und Wechselstrom), Umformeranlagen (bei Gleichstrom und Wechselstrom), Speiseleitungen. Umspann- und Umformeranlagen bilden die Stützpunkte des elektrischen Bahnbetriebes, soweit in den Kraftquellen selbst nicht unmittelbar der Strom mit Fahrleitungsspannung erzeugt und verteilt wird. Von diesen Stützpunkten aus führen Speiseleitungen zum Fahrleitungsnetz.

Die Speiseschaltung

beginnt also an den Sammelschienen der Stützpunkte, denen bei der elektrischen Betriebform eine ähnliche Bedeutung zukommt wie beim Dampfbetrieb den Anlagen des Betriebmaschinendienstes, nämlich die Bereitstellung der Kraftträger für die Zugförderenergie (Kohlenlager, Wasseraufnahmevorrichtungen bei den Betriebwerken). Während diese aber an den Stützpunkten des Dampfbetriebs auf die einzelnen Zugkräfte verteilt werden, sind die Zugkräfte der elektrischen Betriebform dauernd vom Stützpunkt abhängig, da hier die Freizügigkeit der Zugkraft aufgegeben ist.

Diesen unbestreitbaren Nachteil der elektrischen Betriebform zu mildern und auszugleichen, ist in erster Linie Aufgabe der Speiseschaltung.

Anordnung der Stützpunkte (Umformer- und Umspannanlagen)

Zahl, Leistungsfähigkeit und Ausrüstung der Stützpunkte sind so zu wählen, daß die Fahrleitungen auch dann noch gespeist werden können, wenn ein Stützpunkt ganz oder teilweise versagt. Die Sammelschienen der Stützpunkte müssen unterteilt und als Doppelschienen mit Umschaltmöglichkeit ausgeführt sein. An diese Doppelsammelschienen sind die Speiseleitungen über Trennmesser und Ölschalter anzuschließen. Die beiden Fahrleitungen einer zweigleisigen Bahn sollen zur Sicherstellung des eingleisigen Betriebs, oder wenn ausnahmsweise das falsche Gleis zu befahren ist, elektrisch voneinander getrennt sein, und die Fahrleitung jeder Fahrrichtung muß daher für sich gespeist werden. Deshalb sind die Speiseleitungen für eine zweigleisige Bahn aus Sicherheitsgründen an voneinander trennbare Abschnitte der Doppelsammelschienen zu schalten.

Der Abstand der Stützpunkte bei Wechselstrom-Fernbahnen wird in neuerer Zeit erheblich größer gewählt als bei den ersten Umstellungen auf den elektrischen Betrieb. Stützpunktentfernungen bis über 70 km können, wie die Erfahrungen nach dem Kriege lehrten, ohne Anstand beherrscht werden, wenn nicht außergewöhnliche Betrieb- oder Streckenverhältnisse vorliegen und wenn kurzzeitige Spannungsabfälle in der Fahrleitung bis auf etwa 12 kV zugelassen werden. Die Spannungschwankungen und Arbeitsverluste wirken sich weniger stark aus, wenn man zur zweiseitigen Speisung der zwischen zwei Stützpunkten gelegenen Fahrleitungen übergeht. Bei dieser Schaltung hängen die Sammelschienen der Stützpunkte über Speise- und Fahrleitungen zusammen.

Strecken-Kupplungsschalter

Um Störungen im Fahrleitungsnetz nicht auf zu lange Strecken auswirken zu lassen, werden bei der zweiseitigen Speiseschaltung etwa in der Mitte zwischen zwei Stützpunkten Strecken-Kupplungsschalter eingebaut, die selbsttätig den kranken Teil vom Netz abschalten, die zweiseitige Speisung also aufheben, um den gesunden Teil nur einseitig zu speisen. Werden die Stützpunkte von einem Oberspannungsnetz aus versorgt, auf das mehrere Kraftquellen arbeiten, so müssen die Kupplungsschalter mit Relais versehen sein, die dann anzusprechen haben, wenn die Spannungsvektoren der gekuppelten Stützpunkte sich nicht decken, die Stützpunkte also aus irgendeinem Grunde von zwei verschiedenen, nicht synchronen Kraftquellen versorgt werden.

Schutzstrecken

Aus dem gleichen Grunde sind an diesen Stellen Schutzstrecken in die Fahrleitung einzubauen, damit die Stromabnehmer der Triebfahrzeuge die Koppelung der nicht synchronen Netze bewirken. Diese Schutzstrecken, die bei zweiseitiger Speisung in der Regelschaltung unter Spannung stehen, werden mittels besonderer Signale, deren Zeichen international vereinbart sind, dem Führer der Triebfahrzeuge angekündigt; denn die Schutzstrecke ist bei aufgehobener zweiseitiger Speisung spannungslos, kann also in diesem Falle zur Kraftübertragung nicht benutzt werden.

Abschnitte, die nicht zwischen zwei Unterwerken liegen, müssen einseitig gespeist werden, wenn nicht besondere Speiseleitungen bis zum Ende der Strecke ausgelegt sind, was bei wichtigen eingleisigen Bahnen mit Rücksicht auf die Betriebsicherheit unerläßlich ist.

Abb. 43 zeigt die Speiseschaltung der Garmischer Liniengruppe mit dem Strecken-Kupplungsschalter in Tutzing, Oberbayern, für die zweiseitige Speisung. Daß Fahrleitungsnetze besonders ausgedehnter Bahnhöfe für

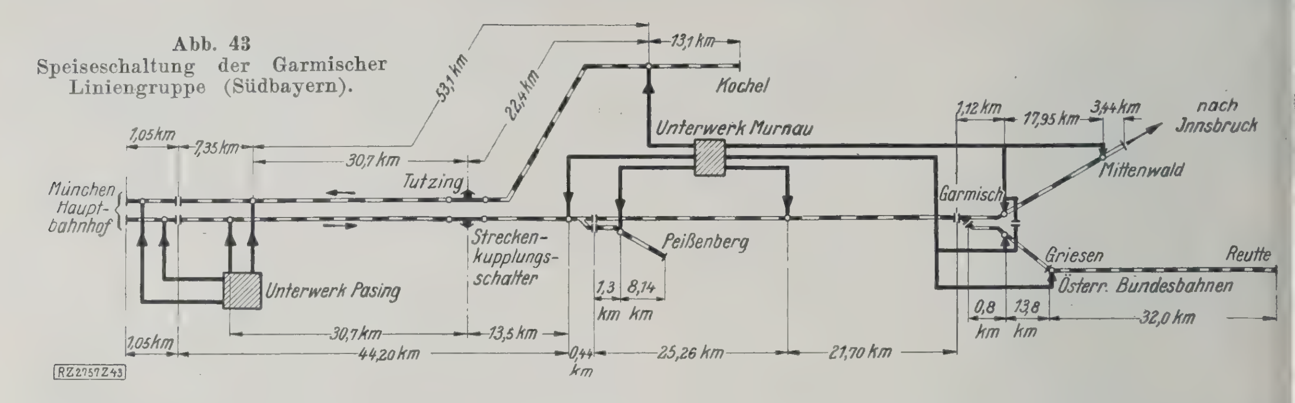


Abb. 43 Speiseschaltung der Garmischer Liniengruppe (Südbayern).

sich gespeist und von den Fahrleitungen der freien Strecken abgetrennt sein müssen, weil die zahlreichen Weichen und Kreuzungen dieser Bahnhöfe leicht Anlaß zu Betriebstörungen und Unfällen geben, hängt mit der Abhängigkeit der elektrischen Zugkraft von der Kraftübertragung aufs engste zusammen.

Streckenschaltung

Bei doppelspurigen Bahnen ist die getrennte Speisung der Fahrleitungen beider Fahrrichtungen ein Gebot der Betriebsicherheit: Ein Schaden auf der einen Fahrrichtung soll sich auf die andre nicht auswirken. Werden die Fahrleitungen beider Fahrrichtungen zur Verhütung eines übermäßigen Spannungsabfalles nebeneinander geschaltet, so sind selbsttätige Querkupplungsschalter einzubauen, die bei Störungen in einer Fahrrichtung diese Verbindung sofort aufheben. Der Betrieb fordert aber ferner noch, daß die Ausdehnung des gestörten Abschnitts so klein wie nur möglich ist.

Nach diesem Ziel strebt man mit der Streckenschaltung. Sie muß eine rasche, enge Eingrenzung gestörter Fahrleitungsabschnitte ermöglichen. Deshalb werden die Speiseleitungen über Schalter an die Fahrleitung angeschlossen, die Fahrleitungen der freien Strecken zu beiden Seiten der Haltestellen abschaltbar eingerichtet, die Fahrleitungen großer Bahnhöfe in voneinander abtrennbare Gruppen unterteilt und über Gleisen, die besonderen Zwecken dienen, z. B. über Ladegleisen, im Regelschaltzustand geerdet.

Da die zweiseitige Speiseschaltung bei Störungen selbsttätig aufgehoben wird, muß es möglich sein, nach Abtrennen des gestörten Abschnittes (entweder freie Strecke zwischen zwei Bahnhöfen, ein Bahnhof selbst oder Gruppen eines Bahnhofes) den verbliebenen betriebstüchtige[n] Teil, der in der Regel eine viel größere Ausdehnung al[s] der gestörte Abschnitt hat, unter Spannung zu halten un[d] dem Betriebe so rasch wie möglich dienstbar zu machen. Zu diesem Zweck sind in allen Bahnhöfen, in denen Überholungsgleise vorhanden sind und Züge gegebenenfalls au[f] das falsche Gleis umgeleitet werden müssen, Schalter anzuordnen, die die Fahrleitungen beider Fahrrichtunge[n] aushilfsweise zu verbinden gestatten. Mittels dieser Querkupplungen können die gestörten Abschnitte bei zweigleisigen Bahnen zeitweise überbrückt werden, bei eingleisige[n] geschieht das mittels der Speiseleitungen, s. Abb. 43. Um dies ohne großen Zeitverlust durchführen zu können, werden die Schalter häufig für elektrische ode[r] mechanische Fernbedienung eingerichtet oder, wi[e] bei den Österreichischen Bundesbahnen, auf einem i[n] nächster Nähe des Fahrdienstleiters befindlichen Schaltgerüst für Handbedienung zusammengezogen. Unentbehrlich zur raschen Eingrenzung von Störungen ist ein[e] unabhängige Fernsprechverbindung zwischen Stützpunk[t] (Unterwerkwärter) und jenen Bediensteten der Bahnhöfe, die die Streckenschalter zu bedienen haben.

Strecken- und Speiseschalter sind die einzigen Abwehrmittel, die im Betriebe dem Fahrleitungstechniker im Kampfe mit den Tücken der Kraftübertragung zur Verfügung stehen. Störungen werden hauptsächlich hervorgerufen durch Gewitter (Blitzschlag), große Vögel, die di[e] Isolatoren überbrücken, schadhafte Stromabnehmer de[r] Triebfahrzeuge und nicht zuletzt durch die säurehaltigen Rauchschwaden der Dampflokomotiven — namentlich be[i] Nebel und Rauhreif — in Bahnhöfen, wo gemischter Betrieb unvermeidlich ist. [B 2757]

Elektrische Industrielokomotiven

Im Bergbau unter Tage tritt die elektrische Oberleitungslokomotive immer mehr an die Stelle von Seilbahnen, Benzol- und Druckluftlokomotiven. Die AEG baut elektrische Industrielokomotiven für Leistungen von 3 kW bis 640 kW. Im Steinkohlen- und Kalibergbau wurden bei 250 V Gleichstromspannung und Spurweiten von 450 bis 625 mm die Leistungen bis auf 62 kW gesteigert. Das Lokomotivgewicht beläuft sich auf 5 bis 10 t. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt rd. 12 km/h, die Zuggewichte betragen 30 bis 80 t. Neuerdings werden vollkommen schlagwettergeschützte Akkumulatorenlokomotiven gebaut, die bis an die Gewinnungsstelle der Kohle heranfahren können.

Der Erzbergbau erfordert bei 700 mm Spurweite Lokomotiven bis zu 420 kW Leistung und 50 t Gewicht. Im Braunkohlenbergbau braucht man große vierachsige Drehgestellokomotiven bis zu 640 kW Leistung, deren niedrige, langgestreckte Bauart dem Baggerdurchfahrtsprofil angepaßt wird. In Hüttenwerken sind Lokomotiven für gemischten Betrieb am geeignetsten, und zwar wählt man auf den Hauptverschiebebahnhöfen und den Rampen Oberleitung, unter Kranbahnen und in Hallen Akkumulatoren als Stromquelle. Derartige Regelspurlokomotiven wiegen 36 bis 72 t und haben bis zu 660 kW Motorleistung. Schmalspurlokomotiven werden gewöhnlich nur als reine Akkumulatorenlokomotiven ausgeführt.

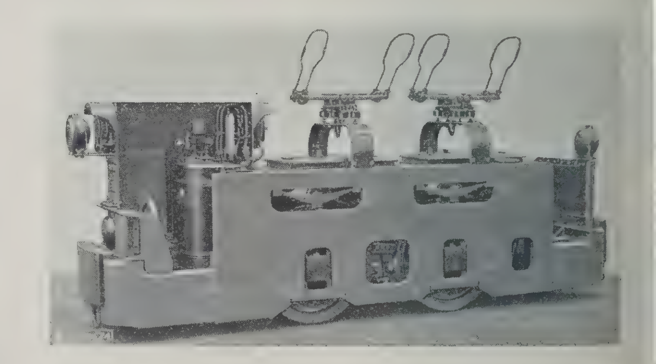


Abb. 1. Elektrische Industrielokomotive.

In Kokereien und Zechen befördert man Löschwagen mit elektrischen Lokomotiven; die Leistungen betragen bei etwa 16 t Gewicht 50 bis 70 kW. Man benutzt hier ausnahmsweise auch Drehstrom zum Betrieb, da es sich meist um eine kurze, geradlinige Strecke ohne Gleiskrümmungen und Weichen handelt. [M 2831]

Berlin *Ohl*

Selbsttätige Steuerung von Zügen der Berliner Hoch- und Untergrundbahn

Von Dir. *BURGHARDT*, *Berlin*

Die Mängel der Handsteuerung veranlaßten zur Einführung der selbsttätigen Zugsteuerung. Bei dem gewählten System wird der untere Teil der Fahrerschalterwalze, der die Stromkreise zum Betätigen der einzelnen Motorschützen und der übrigen Schaltapparate steuert, durch einen kleinen Schaltmotor angetrieben. Den Schaltschritt regelt der Stromwächter, der vom Motorstrom durchflossen wird. Die Handkurbel weist durch ihre jeweilige Stellung die Endstufe an, die der untere Walzenteil erreichen kann.

Das Anwachsen des Berliner Schnellverkehrs veranlaßte im Jahre 1927 die damalige Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen, Berlin, ihren Wagenpark zu vergrößern. Sie entschloß sich, die neu zu beschaffenden Züge mit einer selbsttätigen elektrischen Zugsteuerung auszurüsten. Diese Steuerung wurde mit den Siemens-Schuckertwerken, A.-G., Berlin, gemeinschaftlich ausgearbeitet.

Bisher wurde die Zugsteuerung derart mit der Hand bedient, daß der Zugfahrer die Schaltkurbel im führenden Triebwagen, wie beim Straßenbahn-Fahrschalter, von Stufe zu Stufe weiterschaltete und auf diese Weise die Schaltschützen der Triebwagen betätigte und die Motoren schaltete. Das Einschalten hing also von der Geschicklichkeit des Fahrers ab, und hierbei waren die nachteiligen Folgen unzulässig hoher Stromstöße und zu langen Verweilens auf einzelnen Widerstandsstufen unvermeidlich. Zur Behebung der Mängel, die der Handsteuerung anhaften, forderte man von der selbsttätigen Steuerung, daß sie unbeeinflußt vom Zugfahrer stoßfrei und mit geringen Verlusten anzufahren gestattet, ohne aber anderseits die Motoren zu überlasten. Außerdem wurde verlangt, daß man von der selbsttätigen Zugsteuerung, die im Regelfall benutzt werden sollte, im Bedarfsfall auf Handbedienung übergehen könne.

Die Wagenzüge bestehen höchstens aus acht vierachsigen Drehgestellwagen, und zwar aus vier Triebwagen mit je vier Motoren und vier Beiwagen; Trieb- und Beiwagen wechseln in der Reihenfolge ab; an den Zugenden sind stets Triebwagen mit Fahrerstand, während die Mitteltriebwagen zum Teil keinen Fahrerstand enthalten. Ausgerüstet sind die Triebwagen mit Gleichstrom-Hauptschlußmotoren von je 60 kW Stundenleistung bei 910 U/min und 750 V Klemmenspannung. Die Motoren treiben über eine Zahnradübersetzung von 1 : 5,53 die Triebräder von 850 mm Dmr. an; sie haben Selbstlüftung und sind mit Rollenlagern für die Ankerwelle versehen. Die in ein Drehgestell eingebauten beiden Motoren sind ständig parallel, die Motorgruppen untereinander werden über die Anfahrwiderstände in Reihe und parallel geschaltet, und zwar mittels elektromagnetisch betätigter Einzelschützen. Diese werden vom Fahrerschalter des führenden Triebwagens aus gesteuert, nachdem die in allen Triebwagen des Zuges eingebauten elektromagnetisch betätigten Fahrtwender vom gleichen Fahrerschalter aus auf die gewünschte Fahrtrichtung eingestellt sind.

Während nun bei den früheren Ausführungen die Schaltwalze des Führerschalters mit der Schaltkurbel fest verbunden war, ist bei den Schaltern für selbsttätige Steuerung im Regelfalle die Walze frei beweglich und wird erst abhängig von der Stellung der Kurbel von einem kleinen Motor auf die angewiesene Stufe gebracht, wobei sie die Schützen und damit die Triebmotoren in der beabsichtigten Folge schaltet. Der Schaltmotor *a*, Abb. 1, treibt über Schnecke *b*, Stirnradvorgelege *c* und ausrückbare Klauenkupplung *d* die Schaltwalze *e* an. Die Kupplung wird mittels eines Kolbens, der sich in dem

Abb. 1 Führerschalter für selbsttätige Zugsteuerung.

a Schaltmotor
b Schneckengetriebe
c Stirnradvorgelege
d Klauenkupplung
e Schaltwalze
f Druckluftzylinder
g elektrisch betätigtes Ventil
h Nase an der Kurbel
i Fenster in der Schalterplatte
k Stift
l Kurvenscheibe
m Sperrstück
n federnder Stift

Druckluftzylinder *f* bewegt und von dem elektrisch betätigten Ventil *g* gesteuert wird, eingerückt und schaltet sich selbsttätig aus; der Motor wird abgeschaltet, sobald die Walze die Stellung erreicht, die ihr von der Schaltkurbel angewiesen ist. Beim Ausschalten der Kurbel wird die Schaltwalze mittels einer Nase *h* auf die Nullstellung zurückgenommen. Die Drehung der Schaltwalze wird auf eine unter der Schalteroberplatte sitzende Nummernscheibe übertragen; unter einem Fenster *i* in der Schalterplatte erscheinen die Nummern, die der jeweiligen Stellung der Schaltwalze entsprechen, so daß das Nachschalten der Walze hinter der Kurbel beobachtet werden kann. Bei Störungen im selbsttätigen Betrieb kann mittels eines Stiftes *k* die Schaltwalze unmittelbar mit der Achse der großen Kurbel gekuppelt werden, so daß einfache Handsteuerung möglich ist; die Klauenkupplung zwischen Motor und Getriebe bleibt dann ausgerückt.

Die Schaltkurbel ist mit einem Totmannknopf versehen, der einen Springkontakt bewegt. Beim Niederdrücken des Knopfes wird auf diese Weise über eine Steuerstromschütze der Steuerstrom an die Schaltwalze des führenden Triebwagens gelegt, während beim Loslassen der Steuerstrom unterbrochen wird. Ist der Totmannknopf einmal losgelassen, so muß die Schaltkurbel in die Nullstellung zurückgedreht werden, ehe man wieder einschalten kann.

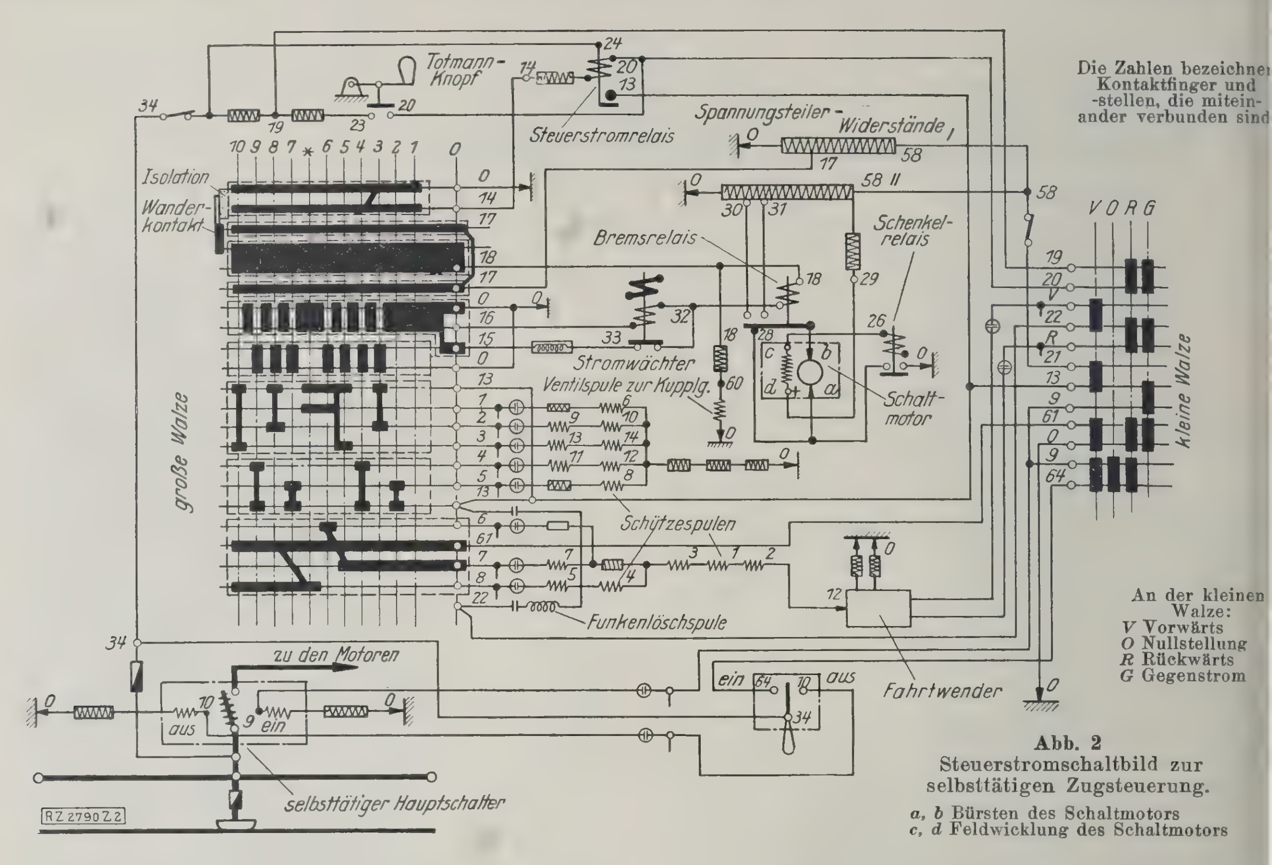


Abb. 2
Steuerstromschaltbild zur selbsttätigen Zugsteuerung.
a, b Bürsten des Schaltmotors
c, d Feldwicklung des Schaltmotors

Bei Einstellung der Fahrtrichtungswalze auf „Rückwärts" oder „Gegenstrom" (Gefahrbremse) ist das Niederdrücken des Totmannknopfes nicht erforderlich. Er wird daher in diesem Falle durch das Sperrstück m in Verbindung mit der Kurvenscheibe l gegen Niederdrücken verriegelt. Der federnde Stift n, der beim Drücken des Totmannknopfes zurückgeschoben wird, bleibt also im Eingriff mit dem oberen Walzenteil, d. h. für diese Fälle ist nur Handsteuerung vorgesehen.

Die Steuerstromschaltung

und im besonderen die selbsttätige Arbeitsweise des Führerschalters sind aus dem vereinfachten Schaltbild, Abb. 2, ersichtlich. Der Schaltmotor ist mit Nebenschlußwicklung versehen, seine Betriebspannung von 110 V wird einem Spannungsteiler-Widerstand entnommen. Um bei Stromunterbrechung im Nebenschlußkreis den Anker vor Überlastung zu schützen, ist der Ankerstrom über die Kontakte des Schenkelrelais geführt, dessen Magnetwicklung im Schenkelstromkreis liegt. Gesteuert wird der Motor von einem Bremsrelais, das seinerseits einmal von den Kontakten 15 und 0 oder 16 und 0 der Schaltwalze abhängig ist und das andre Mal von der Stellung des Stromwächters beeinflußt wird. Der Stromwächter gestattet den Fluß des Steuerstroms über das Bremsrelais und damit das Weiterschalten der Schaltwalze nur dann, wenn die Triebmotoren eine derartige Umdrehungszahl erreicht haben, daß der sie durchfließende Strom auf einen bestimmten Wert gesunken ist.

Die Schaltwalze des Führerschalters besteht aus zwei Teilen, einem kleinen obenliegenden, der aus den Schleifringen 0 und 14, sowie dem Wanderkontakt besteht, und einem großen darunter liegenden Teil. Der obere Teil ist mit der Fahrkurbel fest verbunden, seine Achse geht durch die hohle Welle des unteren Walzenteils hindurch. Der untere Walzenteil nimmt an der Kurbeldrehung nicht teil, sondern wird über das schon erwähnte Vorgelege vom Schaltmotor angetrieben; er besteht seinerseits aus zwei Gruppen, die verschiedenen Zwecken dienen. Die erste Gruppe, die Kommandowalze, umfaßt die von den Fingern 15 bis 18 bestrichenen Schleifringe und dient dazu, im Verein mit Bremsrelais und Stromwächter stufenweise zu schalten. Die zweite Gruppe, die Steuerwalze, umfaßt die von den Fingern 1 bis 8, 13 und bestrichenen Ringe; mit ihrer Hilfe werden die Schütz des Zuges gesteuert.

Wird die Schaltkurbel gedreht, so laufen nun d Finger 0 und 14 auf die entsprechenden Schleifringe a und gleichzeitig verbindet der Wanderkontakt die von ih bestrichenen Schleifringe 17 und 18 elektrisch mitei ander, während der Walzenteil von Ring 17 an abwä zunächst noch in Ruhe bleibt. Das hat zur Folge, d die oben erwähnte Klauenkupplung einrückt; gleichzeit beginnt der Schaltmotor zu laufen und dreht, falls d Stromwächter dies erlaubt, die Walze stufenweise d Kurbel nach. Sobald die Walze diese eingeholt hat, blei der Motor stehen und die Kupplung rückt wieder aus.

Beim Einschalten mit heruntergedrücktem Totman knopf springt infolge Kontaktschlusses an den Fingern und 0 das Steuerstromrelais ein und speist über den B lag 13, 21 an der Fahrtrichtungswalze (klei Walze) drei Stromkreise, nämlich:

1. den Spannungsteilerwiderstand 58, 31, 30, 0, der d Teilspannung für den Anker des Schaltmotors liefe
2. den Vorschaltwiderstand 58, 29 für das Feld d Schaltmotors und das Schenkelrelais und
3. den Spannungsteilwiderstand 58, 17, 0, der die Te spannung für Bremsrelais und Stromwächter liefe

Hat man die Kurbel z. B. in einem Zug bis Stellung gedreht, so stellt sich in dem Augenblick, in dem d Wanderkontakt die beiden Schleifringe 17 und 18 verbi det, folgender Relaisstrom ein: Vom Anschluß 17 d Spannungsteilers über die Finger und Beläge 17 und nach der Spule des Bremsrelais und von dort über die g schlossenen Kontakte des Stromwächters, den induktiv Vorschaltwiderstand 33, 15 und die Finger und Beläge 1 0 nach Erde; gleichzeitig stellt sich auch der Zweigstro 18, 60, 0 ein, der das Ventil der Kupplung erregt, so da diese einrückt. Das Bremsrelais zieht seinen Anker a und legt den Anker des Schaltmotors an die Zapfspa nung 31, 0. Da das Feld bereits erregt ist, läuft d Schaltmotor an und dreht die Schaltwalze von der Scha stellung 0 der Kurbel nach. Kurz nach Verlassen d Nullstellung läuft an der Kommandowalze Finger 15 a und dafür Finger 16 auf, d. h. es wird an Stelle des Wide

andes 33, 15 die Hebe-
ule 32, 16 des Strom-
ächters eingeschaltet,
daß dieser seinen
ker anzieht und seine
uhekontakte 32, 33
fnet.

Die Schalterstellun-
n 1 und 2 werden, um
eit zu sparen, über-
haltet, ohne anzuhal-
n, weil auf diesen
ellungen die auftre-
nden Stromstärken der
riebmotoren noch un-
r dem am Stromwäch-
r eingestellten Werte
egen. Ist Stufe 3 er-
icht, so gleiten die
inger 16 und 0 von
m von ihnen bestriche-
n Belag der Kom-
andowalze ab, so daß
r Anker des Brems-
lais abfällt. Infolge-
ssen wird die Strom-
leitung zum Anker
s Schaltmotors unter-
ochen, und der Anker
ird mit Hilfe des Ruhekontaktes am Bremsrelais durch
urzschlußbremsung stillgesetzt. Infolge der Unterbrechung
s Relaisstromkreises wird zwar auch die Hebespule des
romwächters stromlos, sein Anker wird aber trotzdem
ch von der vom Strom der Triebmotoren durchflossenen
romspule festgehalten, weil inzwischen die unteren Teile
r Schaltwalze die Schaltstellung 3 erreicht haben
d die Schützen 1, 2, 3, 7, 9 und 10 eingesprungen sind.
rst wenn nach genügender Beschleunigung dieser Strom
s zu dem am Stromwächter eingestellten Wert gesunken
t, fällt der Anker des Stromwächters ab und schließt
ine Ruhekontakte. Das hat sofortiges Wiederanspringen
s Bremsrelais zur Folge, der Schaltmotor läuft wieder
und dreht die Walze nach Schaltstellung 4, dort hält
wieder an und so wiederholt sich das gleiche Spiel, bis
e Walze schließlich die Kurbel auf Schaltstellung 10 ein-
holt hat, dann laufen die Schleifringe 17, 18 unter dem
anderkontakt ab und so kommen das Bremsrelais, der
romwächter und der Schaltmotor zur Ruhe. Gleichzeitig
ird auch der Strom zur Ventilbetätigung unterbrochen,
e Kupplung rückt aus und trennt die Verbindung zwi-
hen Schaltmotor und Walze. Diese bleibt, von der Sperr-
heibe festgehalten, auf der Schaltstellung 10 stehen.

Wie bereits erwähnt, wird die Hilfsspannung für den
etrieb des Schaltmotors dem Spannungsteiler
, 0 entnommen, und zwar am Zapfpunkt 31; dieser ist,
enn der angezogene Anker des Bremsrelais den Strom
ber die Motorbürste *b* schließt, gleichbedeutend mit
unkt 30, weil der dazwischenliegende Widerstandsteil 30,
kurzgeschlossen ist. Wenn der Schaltmotor infolge
bfallens des Bremsrelaisankers abgeschaltet wird, so wird
r Kurzschluß aufgehoben und der Strom fließt über den
pannungsteiler. Der Leerlaufstrom des Spannungsteilers
ird so auf einen geringen Wert begrenzt.

Das Bremsrelais, Abb. 3, ist mit rasch und
cher arbeitendem Klappanker versehen und hat magne-
sche Funkenlöschung.

Der Stromwächter, Abb. 4, ist mit besonderer
orgfalt durchgebildet, weil von seiner Arbeit das sichere
ortschreiten der selbsttätigen Steuerung abhängt. Der
ortschaltstrom läßt sich in gewissen Grenzen verändern.

Beim Ausschalten läßt der Fahrer den Tot-
annknopf los — dabei wird der gesamte Steuerstrom
bgeschaltet — dann führt er die Kurbel auf Schaltstel-
ng 0 zurück und nimmt dabei mittels einer Nase die
alze mit. Man kann aber auch, falls dies erforderlich,
e Triebmotoren auf eine Stufe geringerer Fahrgeschwin-
gkeit schalten, ohne auszuschalten. In diesem Falle
reht der Fahrer die Schaltkurbel und mit ihr auch die

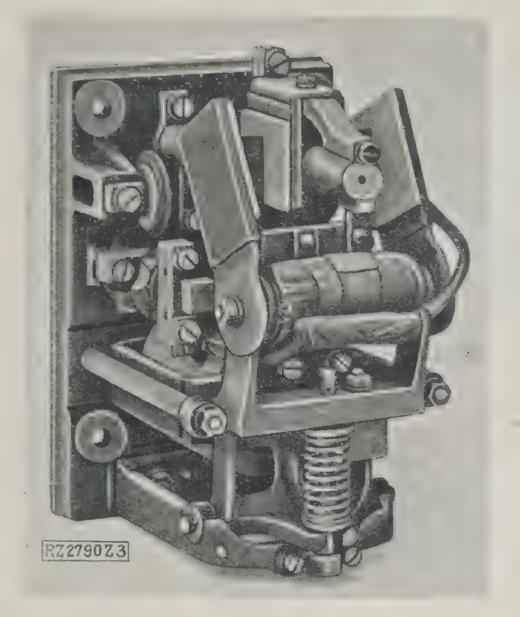
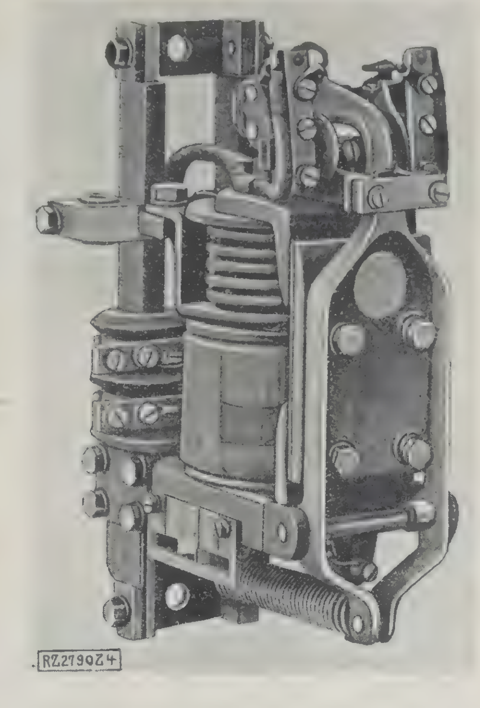


Abb. 3
Bremsrelais zur selbsttätigen Zugsteuerung.



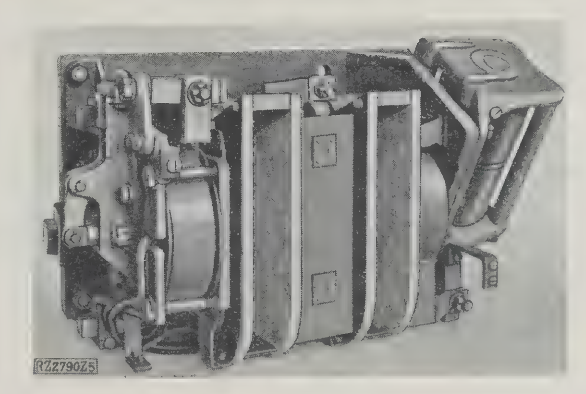


Abb. 4 (oben)
Stromwächter zur selbsttätigen Zugsteuerung.

Abb. 5 (unten)
Selbsttätiger Hauptschalter.

Walze von der Stufe hoher Fahrgeschwindigkeit auf die Stufe, die der gewünschten niedrigeren Geschwindigkeit entspricht, z. B. schaltet er von der Parallelstufe auf Reihe. Hierbei muß der Totmannknopf niedergedrückt bleiben.

In besondern Fällen ist das selbsttätige Fortschalten des Schalters nicht erwünscht, es soll vielmehr bewußt eine Überbeanspruchung der Triebmotoren eintreten, z. B. beim Abschleppen eines beschädigten Zuges. Hierbei wird die Handsteuerung benutzt, wofür der Schalter entsprechend eingerichtet ist. Mit der Hand gesteuert wird auch, wenn die selbsttätige Steuerung gestört ist. Ist der Schaden elektrischer Natur, so muß der kleine Trennschalter 21, 58 geöffnet werden, um den Schaltmotor mit allem Zubehör abzuschalten.

Für Rückwärtsfahrt und Gegenstromschaltung bedient man sich stets nur der Handsteuerung; stellt man die Fahrtrichtungswalze auf „Rückwärts" oder „Gegenstrom", dann wird die Schaltwalze mit der Schaltkurbel zwangläufig verbunden, der Steuerstrom ist nicht mehr von der Betätigung des Totmannknopfes abhängig, es wird vielmehr die Steuerstromschütze über die Umgehungsverbindung 19, 20 an der Fahrtrichtungswalze erregt. Durch diese Umgehungsleitung wird auch ein Teil des Vorschaltwiderstandes der Steuerstromschützen überbrückt, so daß diese sehr schnell anspringt, was besonders auf der Stellung „Gegenstrom" von Bedeutung ist.

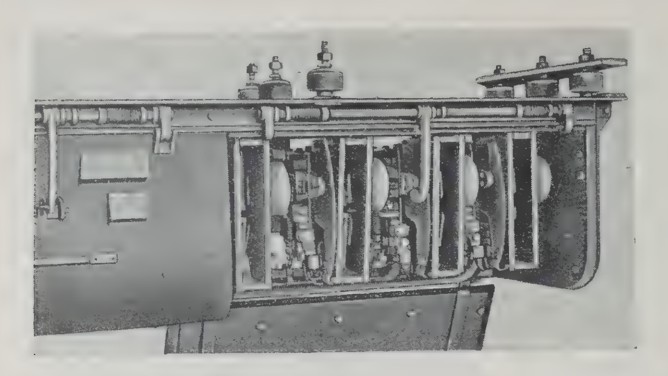


Abb. 6. Schutzkasten mit Einzelschützen.

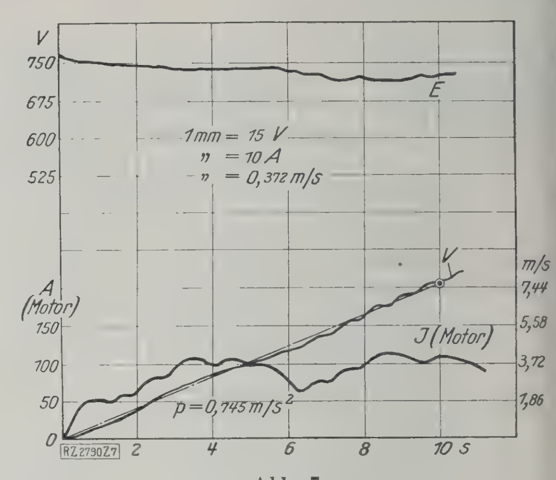


Abb. 7
Anfahrschaulinien der selbsttätigen Zugsteuerung.

Der Steuerstrom fließt bei Gegenstrom genau so wie bei Rückwärtsfahrt, jedoch wird außerdem noch die durchgehende Steuerleitung 9, die die Einschaltspulen der selbsttätigen Hauptschalter bedient, über die Kontakte der Fahrtsenkrechten Federspiels der Treibachsen in der Schrägrichtungswalze in den Stromkreis einbezogen, so daß die Hauptschalter festgehalten werden; dadurch wird deren Unterbrechung für den Gefahrfall verhindert.

Die Hauptschalter, Abb. 5, haben Fern-Ein- und -Ausschaltung und doppelten Funkenabriß. Sie sind so gebaut, daß sie in kürzester Zeit ausschalten. Die elektromagnetischen Schützen sitzen, isoliert aufgehängt, je sieben in einem Schutzgehäuse, Abb. 6.

Die Schaulinien für die Anfahrt eines mit der sel tätigen Zugsteuerung ausgerüsteten Zuges auf wagere ter Strecke, wobei eine Anfahrbeschleunigung von 0,745 m erzielt wurde, zeigt Abb. 7. [B 2790

Straßenbahn-Leichtgewichtsmotor

Der Leichtgewichtsmotor, Abb. 1, wurde 1928 von der AEG für die Berliner-Verkehrs-A.-G. gebaut. Die Motoren sind für die neuen Dreiwagenzüge der Berliner Straßenbahn mit Schützensteuerung und je zwei Motoren für den Wagen bestimmt. Die bedeutende Verminderung des Gewichtes, z. B. gegenüber einem Straßenbahnmotor von etwa gleicher Leistung der Bauart 1911, ist aus der folgenden Zahlentafel zu ersehen:

	Stundenleistung bei 550 V		Gewicht des Motors mit Zubehör	Gewicht des Ankers mit Ritzel	Gehäusebauhöhe	Mittenabstand
	kW	U/min	kg	kg	mm	mm
Bauart 1911	39	560	1180	275¹)	594	360,5
Leichtgewichtsmotor	40	820	910	225¹)	466	250

¹) Mit Ankerwelle für Getriebebremse.

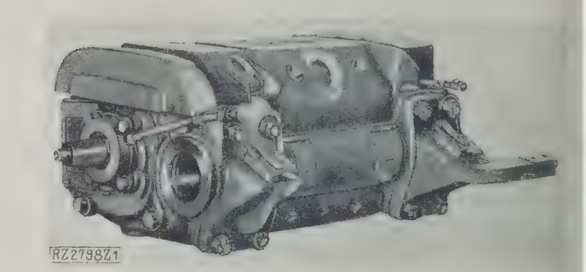


Abb. 1. Straßenbahn-Leichtgewichtsmotor.

Die neuen Motoren sind mit Selbstlüftung ausgerüstet; der Lüfter ist auf der Kommutatorseite angeordnet. Die Kühlluft gelangt von einer am oberen Gehäuseteil befindlichen, besonders geschützten Stelle in das Innere. Die Rollenlager sind mittels Labyrinthe geschützt. Um die Haupt- und Hilfsfeldspulen gut befestigen zu können, hat man an den Auflageflächen der Spulen im Gehäuse Bearbeitungsansätze vorgesehen, so daß sich Gußungenau keiten beseitigen lassen und genaue Abstände zwischen A lagefläche der Spule am Pol und am Gehäuse erreicht w den. Die Ankerwellen bestehen aus hochwertigem, v gütetem Chromnickelstahl.

Eines der wichtigsten Teile der neuen Leichtgewich motoren ist das aus hochwertigem Stahl und mit gehärte Zahnflanken hergestellte Getriebe. Infolge des gerin Winkels der Schraubenräder von 6° 17′ ist die Axi kraft verhältnismäßig klein. Die Ritzel bestehen aus Chro nickelstahl und die Achszahnräder aus Elektrosondersta Eine Neuerung bedeutet auch die Auswechselbarkeit Kohlenführungstasche, sie läßt sich nach Lösen von v Schrauben herausnehmen. Als Getriebebremse ist auf Kollektorseite eine Zangenbremse nach einer Sond konstruktion der Berliner Verkehrs-A.-G. angeordnet.

Berlin [M 2798] *Meck*

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
. 73 SONNABEND, 25. MAI 1929 Nr. 21

Das neue Fernamt in Berlin

Von Oberpostrat O. KUHN, Abteilungsdirigent im Reichspostzentralamt, Berlin

as neue, am 18. Mai 1929 in Betrieb nommene Fernamt Berlin, eines der ößten der Welt, ist sowohl wegen seiner liederung als auch wegen seiner Raumrteilung und besonders wegen seiner chnischen Einrichtungen bemerkenswert, i denen die neuesten Erfahrungen der eutschen Reichspost verwertet worden sind.

Abb. 1
Ansicht von der Winterfeldtstraße.

Entwicklung der Berliner Fernamtseinrichtungen

Im November 1906 wurde der erste Teil des bisgen Berliner Fernamtes auf dem Grundstücksblock nzösische-, Oberwall-, Jägerstraße eröffnet, dessen im een Stock gelegener Betriebssaal 132 Fernplätze um-. Wenige Jahre später fand eine Erweiterung des es durch Hinzunahme eines Saales im dritten Geß mit 166 Arbeitsplätzen statt. Die Zahl der zum Be eingeführten Fernleitungen betrug im Frühjahr l rd. 380. Die außergewöhnlich starke Zunahme der verbindungen infolge Aufschwungs des Fernsprechehrs nach Beendigung des Krieges, die Fortschritte n Verfahren, die Fernleitungen besser auszunutzen[1]), e neuzeitlichen Anforderungen an die Technik r Fernamtseinrichtungen (Verteiler, Ringübertragerelle, Spulengestelle, Fernsprechverstärker) führten h nach Kriegsende die Deutsche Reichspost zu dem chluß, ein neues Fernamt in einem eigens dafür ustellenden Gebäude zu schaffen. Auch die z. T. verbrauchten und unvollkommenen technischen Einrichtungen sowie die ungünstigen Raumverhältnisse, insbesondere die unzureichenden Nebenräume, ließen die schleunigste Erneuerung des Amtes geboten erscheinen. Aber noch ehe ein geeignetes Grundstück erworben werden konnte, zwangen die Verhältnisse bereits zu umfangreichen Erweiterungen des vorhandenen Fernamtes im alten Gebäude. Glücklicherweise ließ sich infolge Verlegung des Haupttelegraphenamtes vom Grundstücksblock Französische-, Oberwall-, Jägerstraße in den Neubau in der Oranienburger Straße eine Reihe von Räumen dem Fernverkehr nutzbar machen. Im Jahre 1922 wurde in ihnen eine Fernamtserweiterung um 178 Arbeitsplätze und im Jahre 1923 eine nochmalige um 162 Fernplätze vorgenommen. Da diese Erweiterungen wegen Raummangels größtenteils unter Beibehaltung der vorhandenen Leitungseinführungen, der Verteilereinrichtungen usw. ausgeführt werden mußten, waren die Um- und Erweiterungsbauten des Amtes selbstverständlich nicht zureichend.

Im Jahre 1921 gelang es der Deutschen Reichspost, im Westen Berlins, und zwar in der Winterfeldtstraße 28 bis 30, für den Bau des neuen Fernamtes ein geeignetes Grundstück zunächst zu pachten, das später erworben wurde. Es führt südlich nach der Pallasstraße zu, hat an der Winterfeldtstraße eine Breite von 90,55 m, an der Flucht nach der Pallasstraße zu eine Breite von 79.46 m und eine Tiefe von durchschnittlich 131 m. Die

---

[1]) Vergl. auch *Kruckow*: „Technische Entwicklung in der Deutschen spost", Z. d. V. d. I. Bd. 71 (1927) S. 737, und *K. W. Wagner*: „Forthte im elektrischen Nachrichtenwesen im Jahre 1927 in Deutsch- Z. d. V. d. I. Bd. 72 1928) S. 743.

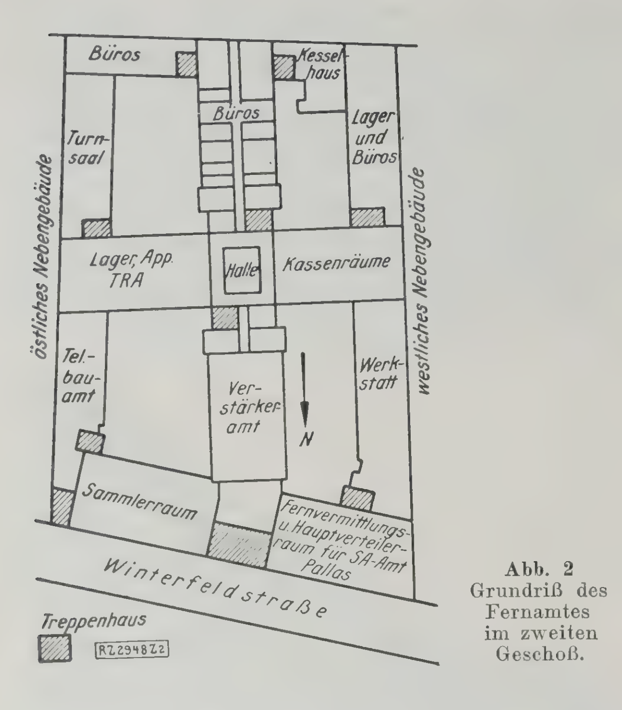


Abb. 2 Grundriß des Fernamtes im zweiten Geschoß.

Bodenfläche beträgt rd. 11135 m². Auf diesem Grundstück ist ein aus einem Kreuzbau mit vier Gebäudeflügeln bestehendes Hauptgebäude errichtet worden, an dessen Nordflügel das Vordergebäude in der Winterfeldtstraße anstößt, s. Titelseite. Außerdem sind, an den Ost- und den Westflügel beiderseitig rechtwinklig anschließend, je ein niedrigeres Nebengebäude und nach der Pallasstraße zu, rechtwinklig zum Südflügel, ein Hintergebäude vorhanden. Den Grundriß des Amtes im zweiten Geschoß zeigt Abb. 2.

Gliederung der Gebäude des neuen Fernamtes

Das Vordergebäude besteht in seinem mittleren Teil aus sechs Geschossen von normaler Höhe (3,30 bis 3,50 m), die beiden Seitenteile haben je vier Geschosse gleicher Höhe und je ein Geschoß von annähernd doppelter Höhe (rd. 6,80 m). In der Front zurückgerückt, ist auf das 6. Geschoß ein Doppelgesc aufgesetzt, dessen mittlerer Teil zwei niedrigere schosse enthält. Vor dem eingerückten Geschoß ist Dachgarten angelegt.

Das Mittelstück des Kreuzbaues hat z Geschosse von normaler Höhe, das 2. und 3. Gesc sind als eine Halle mit einem Glasdach ausgebaut. übrigen Geschosse dieses Mittelstücks bilden ei offenen Lichtschacht mit Umgängen in jedem Stockw An das Kreuzstück schließen sich an allen vier Flüg Treppenhäuser an. Ferner führt ein doppelter Uml aufzug (Paternosterwerk) an der Südseite hoch.

Die an den Kreuzbau anstoßenden Nord- u Südflügel bestehen aus je vier Geschossen norm Höhe, auf die je zwei Stockwerke von doppelter H aufgesetzt sind.

Die Ost- und Westflügel sind so gebaut, im unteren Teil, anschließend an den Kreuzbau, z Geschosse normaler Höhe in Breite und Tiefe von et über einem Drittel der Gebäude vorhanden sind, währ die übrigen knappen zwei Drittel drei niedrigere schosse enthalten als Unterstand für Räder und Kleiderablagen. Auf die beiden unteren Geschosse je drei hohe Geschosse aufgebaut.

Das östliche Nebengebäude besteht aus Geschossen verschiedener Höhe (rd. 2,65 bis 3,40 m).

Das westliche Nebengebäude wird teilw aus drei niedrigen Geschossen verschiedener Höhe teilweise aus einem doppelt hohen Geschoß sowie ei normal hohen gebildet.

Das sogenannte Hintergebäude endlich s sich aus vier Geschossen verschiedener Höhen (rd. bis 3,60 m, z. T. 5,25 m) zusammen, nach Westen zu s der Schornstein des Heizkraftwerkes und an diesen s das etwas niedrigere Kesselhaus an.

Sämtliche Gebäudeteile sind unterkellert.

Die Außenseiten des Vorderhauses und der Kreuz sind fast durchweg, die der Gebäudeflügel des Kr baues in den oberen hohen Stockwerken und die Hinterhauses in den beiden oberen Stockwerken rotbraunen Klinkersteinen ausgeführt, die unteren schosse dieser Gebäudeteile sind verputzt.

Raumverteilung

Die Verteilung der wichtigeren Betriebs- und Ne räume zeigt die untenstehende Übersichtstafel.

Tafel der Raumverteilung

Geschoß	Vordergebäude	Kreuzbau	Nordflügel	Südflügel	Ostflügel	Westflügel
Keller	Kabeltunnel, Kabelaufteilungskeller	Kessel für die Heizung	Kabeleinführung	Kessel für die Stadtrohrpost	Vorrats- und Ölkeller	Keller für die Hausverwaltung usw.
1.	Einfahrten, Eingänge, Büroräume, Pförtnerwohnung	Kessel für die Zettelrohrpost	Verteilerraum des Fernamtes (496 m²)	Maschinenraum (rd. 450 m²)	Durchfahrt 1a Raum für Räder 1b, 2a, 2b Kleiderablagen	Durchfahrt 1a, 1b, 2a Kleiderablage
2.	Sammlerraum (512 m²) Fernvermittlungs- und Hauptverteilerraum des SA-Amtes Pallas	Halle	Verstärkersaal (530 m²)	Büroräume	Lagerraum, Meßräume	2b Erholungsraum Kassenräume, Büroräume
3.	Maschinenraum (528 m²), Ladewärterraum, SA-Amt Pallas (586 m²)		Durchgangssaal (460 m²), Relaisgestellraum	Büroräume		
4.	Amtsvorsteherwohnung, Wähler für Meldeamt, und für Haus- und Überwachungsamt, Unterlagerungs- und Wechselstromtelegraphie	—	Wählerraum f. d. Fernvermittlungsverkehr	Relaisraum für das Schnellverkehrsamt	Fernbetriebssaal (537 m² + 90 m² Empore)	Fernbetriebssaal (532 m² + 90 m² Empore)
5. 6.	Zwei Fernbetriebssäle (z. Zt. dem Postscheckamt überlassen)	—	Meldeamt (533 m² + 90 m² Empore)	Schnellverkehrssaal *) (435 m²)	Fernbetriebssaal (z. Zt. dem Postscheckamt überlassen)	Fernbetriebssaal (503 m² + 90 m² Empore)
7.	Erfrischungsräume, Küche	—	Verfügbarer Saal (z. Zt. dem Postscheckamt überlassen)	Betriebsüberwachungsamt, Untersuchungs- und Beschwerdestelle *)	Fernbetriebssaal (z. Zt. dem Postscheckamt überlassen)	Fernbetriebssaal (z. Zt. dem Postscheckamt überlasse
8.	(Mitte) Küche					

*) Die Säle im 5. bis 6. und 7. bis 8. Geschoß des Südflügels sind wegen der Nottreppenanlage rd. 6 und 11 m kürzer als die unteren Gescho

Auf den Kreuzbauflügeln sind größten-ils Dachgärten vorgesehen. In jedem der hen Betriebsäle ist in halber Höhe an der irnseite nach dem Kreuzbau zu durch Ein-ehen einer Decke von der Breite der Säle d. 16,25 m) und von rd. 5,6 m Tiefe eine npore von rd. 90 m² Grundfläche gebildet rden. Die Nutzfläche sämtlicher Gebäude-le beträgt 29 870 m².

Technische Einrichtungen

Im Gebäude des neuen Fernamts werden ßer den eigentlichen Fernamtseinrichtun-n noch untergebracht: das Verstärkeramt, s Selbstanschluß (SA)-Amt Pallas, das hnellverkehrsamt und vorübergehend — n die für spätere Erweiterungen vorge-henen Räume auszunutzen — einzelne Be-ebszweige des Postscheckamtes. Für die rsorgung des gesamten Gebäudes mit cht und Kraft sowie für die Beheizung ein besonderes Heizkraftwerk errichtet rden.

Heizkraftwerk

Kesselhaus

Das Heizkraftwerk ist nach neuzeit-hen Grundsätzen und Erfahrungen ausge-hrt[2]). Vorhanden sind im Kesselhaus i Kessel von je 100 m² Heizfläche. In em können stündlich 2 bis 2,5 t Dampf von 15 at und hr als 300 °C erzeugt werden. Der Dampf dient zum triebe von Turbinen und einer Dampfmaschine. Nach ner Entspannung in den Maschinen wird er zum Heiz-rieb verwendet, und zwar in der Weise, daß er im genstrom durch Warmwasserbereiter geleitet und in niedergeschlagen wird; das erwärmte Wasser ßt in das Heizrohrnetz. Das Kondensat aus den rmwasserbereitern läuft in die Kessel zurück. Die mpfkesselfeuerungen werden selbsttätig beschickt, und h die Asche und Schlacke wird selbsttätig wegbefördert.

[2]) Weitere Einzelheiten siehe Oberpostbaurat *Kasten* „Das erste zkraftwerk der Deutschen Reichspost", Arch. f. Post u. Telegraphie 55 (1927) S. 293.

Nebengebäude Ost	Nebengebäude West	Hintergebäude	
Lager für das Telegraphenbauamt und Fernamt	Keller f. d. Hausverwaltung u. das Selbstanschluß(SA)-Amt	Vorratskeller	
Lager für das 'elegraphenbauamt, Kleiderablagen	Kleiderablagen	Brausebad	
Büro für das 'elegraphenbauamt, Turnsaal	Kleiderablagen	—	
.T. Trockenböden	Büro, Lagerraum, Apparatewerkstatt	Büros;	Heizkesselhaus (172 m²)
—	—	Unterrichtsräume	
—	-	—	
—	—	--	

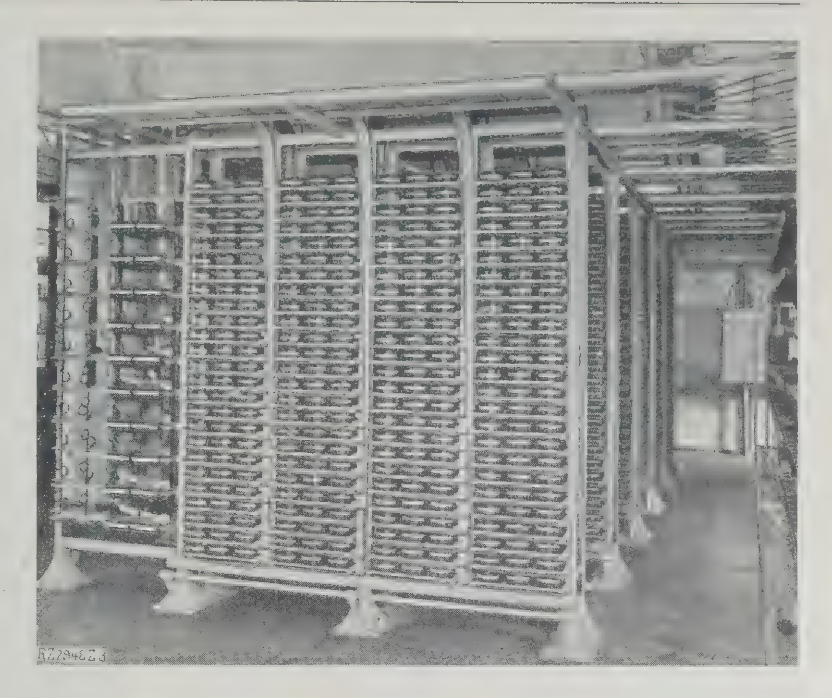


Abb. 3
Ringübertragergestelle im Verteilerraum.
Die Gestelle stehen senkrecht zum Verteiler.

Maschinenraum im Südflügel

Der hochgespannte Dampf dient zum Antrieb zweier Dampfturbinen von je 400 PS Leistung, die mit Drehstrommaschinen gekuppelt sind. Ihre Leistung beträgt je 250 kVA bei 400 V. Der Strom dient zur Beleuchtung und zur Kraftversorgung für den Antrieb der Lademaschinen der Amtseinrichtungen, für Fahrstühle, für den Antrieb der Gebläse der Zettelrohrpost usw.

Ferner steht im Maschinenraum eine Kolbendampfmaschine von 200 PS Leistung, die den Luftkompressor — stündliche Leistung 4200 m³ bei durchschnittlich 0,5 at Unterdruck und 1 at Überdruck — für die Stadtrohrpost antreibt. Zur Aushilfe dient ein Elektrokompressor gleicher Leistung. Sein Motor kann mit dem Strom von den Dynamos der Dampfturbinen oder aus dem Netz der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke betrieben werden. Für diesen Zweck und damit auch die Lademaschinen usw. bei Ausschaltung der Turbodynamos weiterlaufen, sind drei Hochspannungstransformatoren aufgestellt worden, die den Netzstrom von 6000 V auf 380 V umspannen. Zwei Transformatoren leisten je 250 kVA und der eine, für den Nachtbetrieb bestimmte, 25/50 kVA. Im Maschinenraum sind endlich noch die drei Gebläse für die Zettelrohrpost untergebracht.

Stromversorgungsanlage für die Amtseinrichtungen

Maschinenraum im Vordergebäude

Für die Aufladung der Batterien zu 60, 24, 12 V usw., die den Betriebstrom für das Fernamt, Selbstanschlußamt, Verstärkeramt usw. zu liefern haben, sind folgende Ladeumformer vorhanden:

2 Umformer für je 600 A bei 62/75 V oder für 500 A bei 89 V,
2 Umformer für 730 A bei 12/15 V oder 650 A bei 17 V,
1 Umformer (als Aushilfe) für 400 A bei 12/17 V oder 200 A bei 24/35 V,
1 Umformer für 230 A bei 24 V oder 160 A bei 35 V,
2 Umformer für 50 A bei 20/27 V,
1 Netzumformer für 10 A bei 220 V sowie
1 Quecksilberdampf-Gleichrichter für 40 A bei 230/325 V.

Die Motoren der Umformer sind für 380 V gebaut. Außerdem sind die erforderlichen Ladeschalttafeln im Maschinenraum aufgestellt.

Sammlerraum

An Sammlerbatterien sind vorhanden:

2 × 31 Zellen + 3 Gegenzellen zu 4752 Ah (Amperestunden) bei dreistündiger Entladung, für das Fernamt, Selbstanschluß-(SA-)Amt usw.;

2 × 12 Zellen + 2 Gegenzellen zu 1080 Ah für Lampenstromkreise, Summermaschine usw. in diesen Ämtern;

2 × 6 Zellen zu 6264 Ah für die Heizung der Verstärkerröhren,

3 × 20 Zellen zu 224 Ah und

2 × 60 Zellen zu 378 Ah für Unterlagerungstelegraphie und

2 × 114 Zellen zu 162 Ah für den Anodenstrom der Verstärkerröhren.

Dazu kommen noch mehrere kleinere Sammlerbatterien, z. B. für Meßzwecke.

Technische Einrichtung des Fernamtes

Kabeleinführung und Kabelaufteilung

Die großen Fernkabel mit den auf weite Entfernung unterirdisch geführten Fernleitungen und die Kabel mit Fernleitungen, die außerhalb Berlins oberirdisch verlaufen (Fernleitungskabel), werden durch den Kabeltunnel in den Kabelaufteilungsraum geführt und hier mit 20paarigen Aufteilungskabeln in Muffen verbunden. Ferner befinden sich im Kabelkeller die Muffengestelle zur Aufteilung der Kabel mit Fernvermittlungs-, Schnellverkehrs- und ähnlichen Leitungen.

Verteilerraum

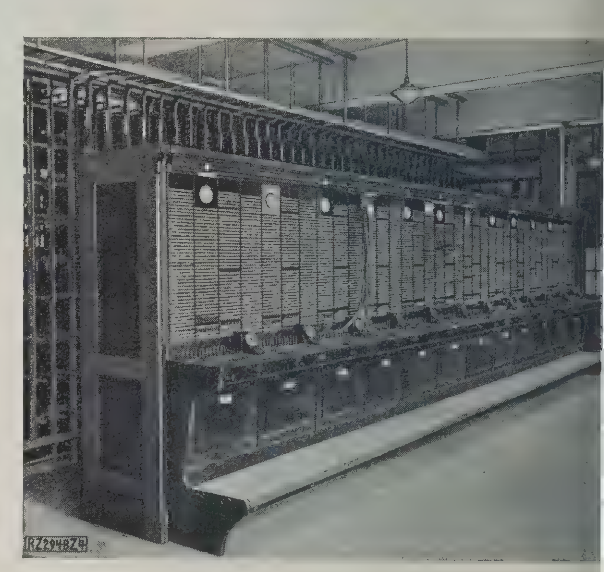
Die Aufteilungskabel der Fernkabel führen zunächst zu Endverschlüssen, die mit einer Einrichtung zur Auftrennung der einzelnen Adern ausgerüstet sind (sogen. Trennendverschlüsse) und sich an einem Verteilergestell befinden. Die Fernleitungskabel enden im Verteilerraum in Kabelendverschlüssen mit Grobsicherungen. Von hier aus sind die in ihnen ankommenden Fernleitungen gleichfalls an den Verteiler verlegt, und zwar an Sicherungsleisten (mit Kohlenblitzableitern und Feinsicherungen). Die oberirdisch eingeführten Fernleitungen haben im obersten Geschoß des Kreuzbaues ihre Sicherungen und laufen von diesen in 20paarigen Kabeln ebenfalls zu den Sicherungsleisten des Verteilers.

Von dem Verteiler aus führen alle Fernleitungen zu Ringübertragern in den rechtwinklig zum Verteiler angeordneten Ringübertragergestellen, Abb. 3. Die Fernkabelleitungen, die gleichzeitig dem Telegraphenbetrieb dienen — Unterlagerungstelegraphie —, verlaufen vorher noch über Zusatzgestelle mit Drosselspulen usw.

Vom Ringübertragergestell führen die Leitun weiter zu den Fernprüfschränken (Klinkenumschalter Abb. 4. In die Fernkabelleitungen, in denen 500periodigem Wechselstrom gerufen werden muß (I tungen mit Unterlagerungstelegraphie, Vierdrahtleit gen usw.) wird jedoch vor dem Fernprüfschrank n ein Rufumsetzer eingeschaltet, bestehend aus zwei V stärkerröhren mit Übertragern und Relais, wodurch Rufstrom von 500 Per./s auf gewöhnlichen Wechseln strom von 25 Per./s oder umgekehrt umgesetzt wird.

An den Fernprüfschränken — aufgestellt sind v Schränke mit je drei Plätzen — werden Meßverbindun zu den Meßschränken hergestellt und einfachere Mess gen unmittelbar ausgeführt.

Von den Fernprüfschränken aus führen die Fe leitungen über einen Verteiler weiter zu den einzel Fernsälen sowie zu dem Durchgangssaal und dem V



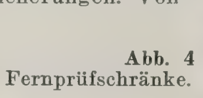


Abb. 4
Fernprüfschränke.

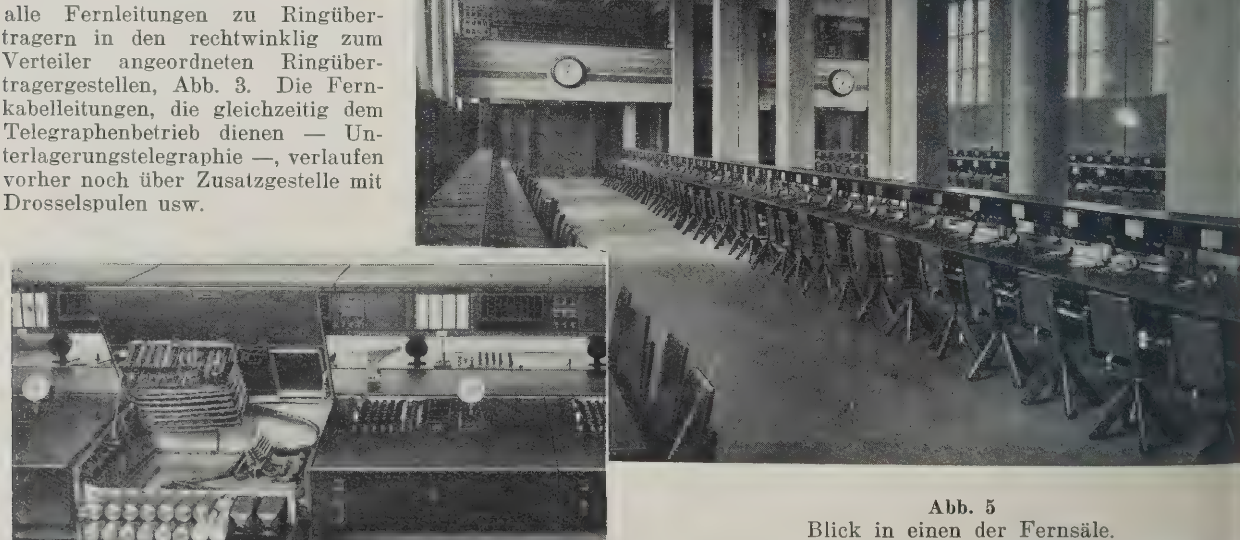


Abb. 5
Blick in einen der Fernsäle.
Im Hintergrund die Empore. Die Umschalter sind in der Forn von Tischen ausgeführt.

Abb. 6 (links)
Arbeitsplätze an den Ferntischen.
Doppeltisch mit einander gegenüberliegenden Arbeitsplätzen. De aufgeklappte Tischplatz läßt die innere Ausführung erkennen. Di Stöpsel und Schnüre der sonst üblichen Klinkenschränke sind durc Umschalter und Tasten ersetzt worden.



Abb. 7
Zuführungsschacht zu den Ferntischreihen.
Der Schacht enthält die Kabel und sonstige Zuleitungen sowie die Fahrrohre der Zettelrohrpost zwischen der Empore und den Ferntischreihen. Die vordere Abdeckung ist abgenommen.

ärkeramt, zu Teilnehmern (vermietete Leitungen) usw. ine besondere Führung ist vorgesehen für Rundfunkitungen, für den drahtlosen Überseeverkehr usw.

Besondere Verteilergestelle dienen zur Zu- und eiterführung der Fernvermittlungsleitungen nach den inzelnen Ortsämtern, den Meldeleitungen von den Ortsmtern zum Meldeamt, den Schnellverkehrsleitungen, den eitungen zum Haupttelegraphenamt, zum Hausamt usw.

Eingeführt sind insgesamt:

8 Fernkabel mit 806 Doppeladern und 1209 Sprechkreisen,
10 Fernleitungskabel mit rd. 500 Doppeladern,
50 Freileitungen,
20 Kabel für Fernvermittlungsleitungen, Dienstleitungen, Meldeleitungen usw. mit rd. 8000 Doppeladern.

In Betrieb werden genommen:

686 Zweidraht- und Vierdrahtleitungen (über Fernkabel),
250 sonstige Fernleitungen (über Fernleitungskabel u. Freileitungen),

usammen: 936 Fernleitungen.

Außerdem sind 450 sonstige Leitungen, z. B. Aushme-Querverbindungen, vermietete Kabeladern, Funkitungen, Börsenleitungen, vorhanden.

Des weiteren werden betriebsmäßig eingeschaltet:

2817 Fernvermittlungsleitungen und
350 Meldeleitungen.

Fernsäle

Die Umschalteinrichtungen für die Abwicklung des ernverkehrs sind in drei Fernsälen, Abb. 5, untergebracht, n denen sich je einer im 3. und 4. Geschoß des Ost- und des estflügels und einer im 5. bis 6. Geschoß des Westflügels findet. Die Säle haben eine Länge von rd. 33 m, eine Breite von 16,25 m (die Zahlen weichen in jedem Saale etwas ab). Ihre Grundflächen betragen 537 m², 532 m² oder 503 m²; dazu kommen die Emporen von je rd. 90 m². Für Erweiterungszwecke stehen noch fünf Säle ähnlicher Abmessungen zur Verfügung (vergl. die Tafel der Raumverteilung). Abweichend von den technischen Einrichtungen der bisher gebauten Fernämter sind an Stelle der schrankförmigen Umschalter solche in Tischform verwendet worden, Abb. 6. Der Grund hierfür ist folgender: Das Vielfachklinkenfeld der Fernvermittlungsleitungen zu den zahlreichen Berliner Ortsämtern würde sich bei seinem großen Umfang im schrankförmigen Oberteil eines Fernschranks schon jetzt nicht so unterbringen lassen, daß die Beamtinnen die einzelnen Klinken noch bequem erreichen könnten. Ferner würden die Kosten für die Klinken und Kabel einen unverhältnismäßig hohen Teil der Anlagekosten ausmachen und sich bei einer Erweiterung noch gewaltig vergrößern. Im weiteren würde die Sprechverständigung infolge der Dämpfung in den langen Kabelstrecken beeinträchtigt werden. Ein Mittel zur Herabsetzung der Kosten und Vermeidung der Nachteile einer solchen Anordnung bietet die Verwendung von Wählern. Die Einrichtung ist so getroffen, daß jeder Fernplatz, auf dem die Fernleitungen in der üblichen Weise an Anrufzeichen (Glühlampen) endigen, für die Herstellung der Verbindungen nur einige Leitungen zur Wähleranlage erhält (Vorbereitungsleitungen). Über diese Leitungen kann die Fernbeamtin durch Betätigen einer Nummernscheibe am Fernplatz die Fernvermittlungsplätze der einzelnen Ämter erreichen, wo die Verbindungen mit den verlangten Teilnehmern hergestellt werden, ferner die Arbeitsplätze des Durchgangamtes (für unverstärkten Verkehr oder die für Schnurverstärkerbetrieb). Da bei diesen Schaltvorgängen die Fernleitungen nur mit den erwähnten Vorbereitungsleitungen zu verbinden sind, wurden die Stöpsel und Schnüre mit den Klinkenfeldern der sonst üblichen Fernschränke bei den Ferntischen durch Umschalter und Tasten ersetzt; infolgedessen erübrigte sich der Oberteil der Fernschränke, und so ging man dazu über, die Abfrage- und Verbindungsorgane — Schalter, Tasten, Anruf- und Schluß- sowie Überwachungslampen — in eine Tischplatte einzubauen. Unter dieser befindet sich ein Kasten zur Aufnahme der erforderlichen Apparate und des Zubehörs (Relais, Spulen, Kondensatoren usw.).

Der Ferntisch besteht im wesentlichen aus einem eisernen Untergestell, auf dem die Tischkasten, in der Regel für sechs Arbeitsplätze, so angebracht sind, daß immer drei Beamtinnen nebeneinander und je zwei einander gegenüber sitzen (Doppeltisch). Außerdem sind noch Ferntische mit drei Plätzen nebeneinander im Gebrauch (Einfachtisch). Die Tische haben einen von Säulen getragenen Aufsatzkasten, in dem die Platzbeleuchtungskörper, Fächer für erledigte Gesprächblätter, Gesprächzeitmesser usw. untergebracht sind. Der Aufsatzkasten befindet sich bei den Doppeltischen in der Mitte über einer Platte, die zwischen je zwei gegenüberliegenden Tischkasten angebracht ist. Bei den Einfachtischen stößt die Platte an den Tischkasten an; über ihr ist ebenfalls der Aufsatz befestigt. Einfach- und Doppeltische sind gebaut worden, damit die Breite der Säle möglichst gut ausgenutzt werden kann.

In jedem der drei Fernsäle sind zwei Doppeltischreihen, und zwar links und rechts von einer doppelten Säulenreihe aufgestellt; längs der Fensterwände zieht sich je eine Einfachtischreihe hin, Abb. 5. Die Plätze der einen dieser Reihen dienen als Sammelplätze in der verkehrsschwachen Zeit oder als Nachtplätze. Die Fernleitungen werden gegebenenfalls auf Anrufglühlampen und Abfrageklinken geschaltet, die im Aufsatzkasten dieser Einfachtische eingebaut sind. Zum Abfragen usw. werden hier Stöpsel und Schnüre — je 8 Stück — benutzt, die im übrigen mit den Umschaltern und Tasten in der Tischplatte — wie an den normalen Fernplätzen — in Verbindung stehen.

Am Anfang jeder Tischreihe führt ein mit durchlochten Blechplatten abgedeckter Schacht, Abb. 7, zu der Empore längs der Saalstirnseite. In dem Schacht sind die Kabel, Fahrrohre der Zettelrohrpost und sonstige Zuleitungen zu den Ferntischen verlegt. In den Tischreihen selbst dient das eiserne Untergestell zur Führung der Kabel usw., und zwar bei Doppeltischen der mittlere Teil

zwischen je zwei gegenüberliegenden Tischkasten, bei Einfachtischen der Unterteil hinten am Gestell. Diese Führung hat den erheblichen Vorteil, daß keine Kabel- und Rohrpostkanäle im Fußboden des Saales hergestellt zu werden brauchen.

Im Fernsaal des Ostflügels des 3. bis 4. Geschosses sind insgesamt aufgestellt

189 ausgerüstete und 3 unausgebaute Fernplätze,
38 Sammelplätze und 12 Aufsichtsplätze,

im Fernsaal des Westflügels desselben Geschosses und im Fernsaal des Westflügels des 5. bis 6. Geschosses je

190 ausgerüstete und 2 unausgebaute Fernplätze,
37 Sammelplätze sowie 12 Aufsichtsplätze.

Auf den Emporen haben die Zwischenverteiler Platz gefunden, die ein Umlegen der Fernleitungen auf die einzelnen Fernplätze ermöglichen, ferner die Gestelle mit den Anrufrelaissätzen, die Sicherungsgestelle, die umlaufenden Spannungssicherungen, die die Beamtinnen gegen Knackgeräusche schützen, ferner die Saalklinkenumschalter und die Verteiler- und Sammelstelle der Zettelrohrpost, Abb. 8.

Meldeamt

Im Meldeamt werden von den Teilnehmern die Anmeldungen auf Ferngespräche entgegengenommen. Die Beamtinnen der Meldeplätze schreiben hierbei die Anschlußnummer des anmeldenden Teilnehmers sowie Ort, Amt und Nummer des verlangten Teilnehmers und die Anmeldezeit auf Gesprächsblätter nieder, die den Fernplätzen zugeleitet werden. Außerdem haben die Beamtinnen Auskunftszettel auszufüllen, wenn ein Teilnehmer eine Anfrage über die Höhe der durch ein Ferngespräch entstandenen Gebühren, über die Rufnummer von Teilnehmern in fernen Orten richtet oder wenn er ein gewöhnliches Gespräch in ein dringendes umzuwandeln wünscht usw. Die eingehenden Anmeldungen usw. werden mit Hilfe einer Wähleranlage selbsttätig auf die Arbeitsplätze verteilt, soweit sie mit einer Beamtin besetzt sind.

Im Meldesaale selbst sind ähnlich wie in den Fernsälen zwei Doppeltischreihen und eine Einfachtischreihe aufgestellt, eine zweite Einfachtischreihe kann als Erweiterung später noch Platz finden. Die Meldetische gleichen hinsichtlich ihrer Bauart den vorher beschriebenen Ferntischen. Nur ist die Ausrüstung der Tischplatten und Tischkasten sowie der Aufsätze dem Zweck des Meldeplatzes entsprechend eingerichtet (1 Umschalter, 1 Taste, 1 Lampe).

Die Einfachtischreihe enthält 38 Meldeplätze, jede Doppeltischreihe $2 \times 38 = 76$, so daß im ganzen 190 Meldeplätze vorhanden sind.

Auf der Empore ist die Hauptverteilstelle für die Gesprächsblätter, die Auskunftsblätter usw. untergebracht, die die Meldesammelstelle, die Leitstelle, die Auskunftsstelle und die Prüfstelle für Staats- und Pressegespräche umfaßt.

Die Meldesammelstelle wird aus drei Tischen mit je zwei nebeneinander und zwei gegenüberliegenden Arbeitsplätzen gebildet; die Leitstelle besteht aus zwei gleichen Tischen mit je vier Plätzen, die Auskunftsstelle aus vier solchen Tischen und die Prüfstelle aus einem Tisch mit vier Plätzen. Die Leitstelle und die Auskunftsstelle dienen in der Nacht gleichzeitig als Meldeplätze.

Fördereinrichtungen für Gesprächsblätter

Das neue Fernamt ist mit einer umfangreichen Zettel-Rohrpostanlage und z. T. mit Förderbändern ausgerüstet, damit die Gesprächanmeldeblätter usw. möglichst schnell von den Meldeplätzen zu den Fernplätzen, der Auskunftsstelle usw. befördert werden[3]). Über jede Doppeltischreihe des Meldeamts führen zwei Förderbänder, die an einer auf der Empore untergebrachten Meldesammelstelle die Anmeldeblätter und Auskunftsblätter abwerfen, Abb. 9. Die Einfachtischreihe ist mit einem solchen Bande versehen. Von der Meldesammelstelle aus gelangen diese Blätter durch Saugluft zu den einzelnen Fernsälen, soweit die Auskunftsblätter nicht durch Saugluft der ebenfalls auf der Empore aufgestellten Auskunftsstelle zuzuführen sind. Zwischen Meldes melstelle und Auskunftsstelle befindet sich die aus z gleichen Tischen bestehende Leitstelle, deren Be tinnen Gesprächsblätter mit Anmeldungen nach weni bekannten Orten mit einem Leitvermerk versehen. Du Rohre mit Saugluft- und Druckluftbetrieb steht die Ha verteilungsstelle mit der im 7. bis 8. Geschoß des S flügels untergebrachten Beschwerde- und Untersuchun stelle in wechselseitiger Verbindung.

In jedem Fernsaal befindet sich auf der Empore e mit Saugluftempfängern ausgerüstete Sammelstelle und e zweiplätzige Rohrpostverteilerstelle, Abb. 8 (für jede Sa hälfte eine Stelle). Von hier aus werden die von der Mel sammelstelle ankommenden Gesprächsblätter durch Dru luft zu den Fernplätzen weiterbefördert. Je ein Druckl fahrrohr versorgt vier Arbeitsplätze der Doppeltischrei und drei Plätze in den Einfachtischreihen mit Blätte Von den Tischreihen aus führen in umgekehrter Richtu Saugluftfahrrohre — für je vier oder zwei Plätze ist Sender vorgesehen — zu der Sammelstelle auf der Emp für die Zuleitung der erledigten Auskunftsblätter, rungsblätter und gegebenenfalls Durchgangsblätter. Qu verbindungen für Druckluftbetrieb gestatten die beschl nigte Zuführung von Irrläufern von einem Fernsaale z andern. Außerdem sind noch Einrichtungen vorhand damit die Rohrpostanlage in der Nacht nur teilweise nutzt zu werden braucht.

Die Zahl der im Meldeamt, Fernamt usw. eingebau Druckluftsender und Druckluftempfänger beträgt je 2 die der Saugluftsender 292 und die der Saugluftempfän 44. Die erforderliche Druck- und Saugluft wird in ein größeren Gebläse mit einer Leistung von 67 m^3/min (40 P bei einem Druckunterschied von 2000 mm W.-S. erzeu Ein gleiches Gebläse dient als Aushilfe. Für die Nachtz und für den Betrieb der Prüfstelle der Staats- u Pressegespräche ist ein kleineres Gebläse von 11,5 m^3/m (7,5 PS) Leistung vorhanden.

An Fahrrohren — rechteckig gezogenes Messingro von rd. 70×10 mm^2 Querschnitt — sind rd. 7000 m verl worden.

Durchgangsamt

Zur Ersparnis von Klinken und Kabeln und zur V ringerung der Dämpfung werden Durchgangsverbindung zwischen zwei Fernleitungen nicht, wie es bisher die Re war, an den Fernplätzen selbst ausgeführt, sondern an b sonderen Durchgangsplätzen. Die Aufzeichnu und Überwachung der Durchgangsgespräche findet dageg an den Fernplätzen statt. Das Durchgangsamt enthält d Plätze — ein großer Vielfachumschalter —, an denen hau

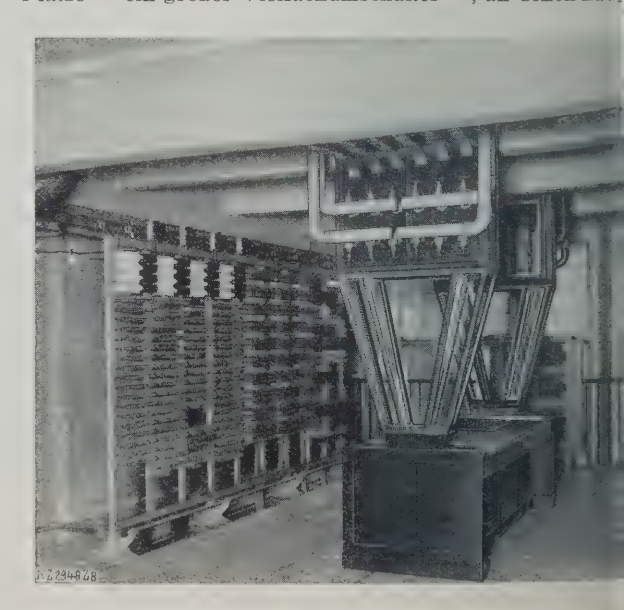


Abb. 8
Blick auf eine der Emporen in den Fernsälen.
Links Sicherungs- und Relaisgestelle, in der Mitte Verteiler- und Sammelstelle der Zettelrohrpost.

[3]) Weitere Einzelheiten siehe *O. Kuhn:* „Zettelrohrposten, Förderbänder und Bandposten in Fernämtern" in Bd. 18 der Telegraphen- und Fernsprechtechnik Bd. 18 (1928) S. 91.

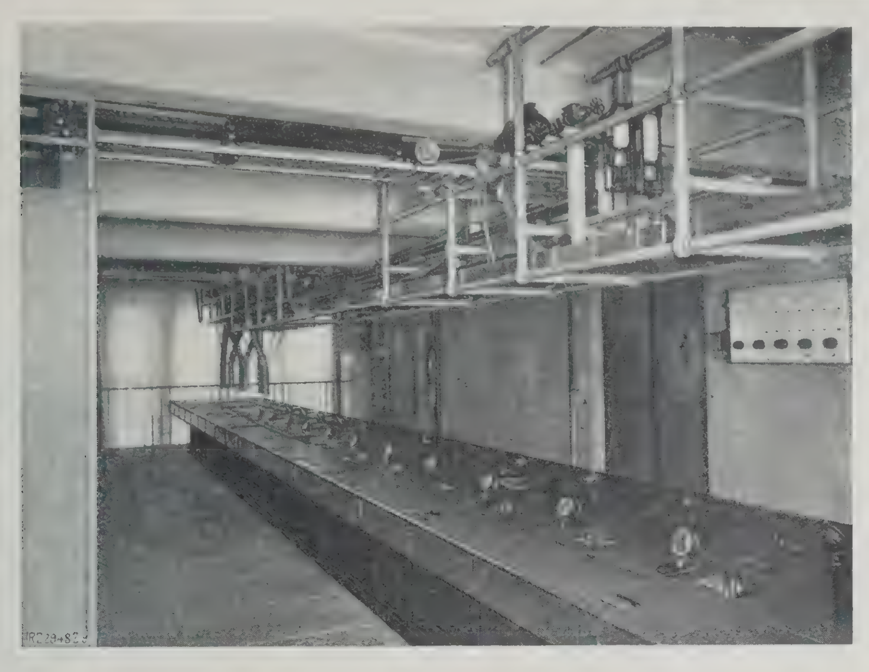


Abb. 9
Hauptverteilstelle für Gesprächszettel (Meldesammelstelle) auf der Empore des Meldeamtes.
Über den Tischen liegen die Förderbänder.

ılich Ferndurchgangsverbindungen ohne Zwischenıltung einer Verstärkereinrichtung (unverstärkter rkehr) und Verbindungen mit Selbstanschlußämtern Berliner Schnellverkehrsnetzes ohne Fernvermittlungsız hergestellt werden.

Ferner sind fünf Umschalter gleicher Art mit insgeıt 15 Plätzen — ausgebaut zunächst 9 Plätze — vorıden, an denen unter Verwendung von Einheitsınurpaaren (10 Stück je Platz) folgende Verbinıgen ausgeführt werden können:

) Verbindungen von Zweidraht- mit Zweidrahtleitungen unter Einschalten eines Schnurverstärkersatzes,
) Vierdraht—Vierdrahtverbindungen ohne Schnurverstärker und
Vierdraht—Zweidrahtverbindungen mit Verstärkersatz, wobei die auf der Vierdrahtseite liegende Verlängerungsleitung eingeschaltet und die auf der Zweidrahtseite liegende ausgeschaltet ist.

Das Vielfachfeld der Durchgangsschränke für den verıkten Verkehr enthält die Klinken für zunächst 1200 ıleitungen, das für den unverstärkten Verkehr für Leitungen. Die 90 Schnurverstärker sind auf 18 fünfıgen Gestellen, die Leitungszusätze und Nachbildungen 600 Zweidraht- und 200 Vierdrahtleitungen auf 20 Geıen untergebracht. Diese Gestelle haben ebenso wie die rderlichen Relais-, Sicherungs- usw. Gestelle ihren lz in der einen Saalhälfte hinter den Durchgangsänken.

Verstärkeramt

In das Verstärkeramt sind diejenigen Leitungen aus den ıelnen Fernkabeln eingeführt, die in Berlin dauernd zuımengeschaltet sind, z. B. Fernleitungen Hamburg—Bres- Hamburg—Prag. Der erste Ausbau umfaßt 60 Zweiıverstärker, 160 Vierdrahtverstärker und 100 Gabeln (Einrichtungen für den Übergang von Vierdraht- auf Zweidrahtleitungen).

Diese Verstärker usw. sind auf 22 Gestellen untergebracht. Dazu kommen noch die erforderlichen Sicherungsgestelle usw. Zu Leitungsprüfungen, Pegel- und Dämpfungsmessungen dienen sechs Meßschränke. Die technische Einrichtung des Verstärkeramts entspricht im übrigen der in den Bezirken üblichen.

Schnellverkehrsamt

Für die Abwicklung des Schnellverkehrs zwischen Berlin und seinen Seitenämtern, z. B. Potsdam, Oranienburg, Birkenwerder, Hoppegarten, Zeuthen, Caputh, Werder, Nauen, Erkner, Königs-Wusterhausen, wird noch ein besonderes Schnellverkehrsamt eingerichtet werden. Es soll rd. 50 Schnellverkehrsplätze (Abfrageplätze) und 8 Zahlengeberplätze (Verbindungsplätze) umfassen.

Hausamt

Dieses Amt dient zur Herstellung der Verbindungen zwischen den einzelnen Dienststellen des Fernamts unter Verwendung von Wählern. Für den Verkehr von und nach außerhalb sind drei Verbindungsschränke aufgestellt worden. Das Amt ist zunächst für 500 Anschlüsse ausgebaut.

Selbstanschlußamt

Das Selbtanschlußamt „Pallas" ist ein Amt gewöhnlicher Bauweise für eine Endaufnahmefähigkeit von 10 000 Anschlüssen. Belegt wird es zunächst mit 5500 Anschlußleitungen.

*

Zum Schluß möge noch erwähnt werden, daß das männliche Personal des Fernamts z. Zt. rd. 200 und das weibliche rd. 1470 Köpfe zählt. An Gesprächsverbindungen werden täglich hergestellt: rd. 30 000 ankommend, 23 000 abgehend, ferner 3500 Durchgangsverbindungen. Außerdem werden rd. 3000 Auskünfte und Beschwerden täglich erledigt. [B 2948]

Asbest und seine Verarbeitung

Von Dr.-Ing. KURT GEISLER, Aachen

Nach einem kurzen Überblick über Zusammensetzung und Vorkommen des Asbestes werden seine Aufbereitung, die Herstellung der Vorgarne, das Spinnen und Verweben der Fäden, die Herstellung von Asbestpappe und Papier, von Dichtungscheiben, Isolierstoffen u. a. besprochen. Die Abbildungen geben besonders Einblick in die Aufbereitung, das Krempeln und den Spinnvorgang.

Asbest ist eine Abart der Hornblende, die im allgemeinen aus $Mg Si O_3$, $Ca Si O_3$, meist auch noch aus $Al_2 O_3$ und $Fe_2 O_3$ besteht. Es sind hauptsächlich zwei Arten von Asbest zu unterscheiden: der Hornblendeasbest und der Chrysotilasbest[1]). Die monoklinen Kristalle sind lang und faserig. Die Fasern sind leicht trennbar, biegsam, weich, filzartig. Auf dieser zuletzt genannten Eigenschaft beruht die Möglichkeit, Asbest zu Fäden zu verspinnen oder ihn zu Asbestfilz und Asbestpappe zu verarbeiten. Die wichtigsten Fundstätten des Asbestes sind neben Tirol und St. Gotthard das Erzgebirge, Reußer Oberland, Bayern bei Hof usw., vor allem Kanada, Sibirien, Ural, Rhodesia, Cypern und Südafrika.

Asbest wird bisher fast ausschließlich im Tagebau gewonnen. Der Asbestgehalt der Gesteine ist recht niedrig. Im allgemeinen nimmt man 5 vH Asbestgehalt als untere Grenze der Wirtschaftlichkeit an. Die reichsten Lager sind die rhodesischen mit bis zu 15 vH Asbest[2]). Der von Gesteinen befreite Asbest besteht nur zu einem geringen Teile aus gut verspinnbaren Fasern. In Kanada ist etwa der zwölfte Teil des gewonnenen Asbestes zum Verspinnen geeignet. Der Rest besteht aus kurzen Fasern, die man zur Herstellung von Pappen, Asbestschiefer, Isoliermassen u. a. benutzen kann.

Zerkleinerung

Schon gleich an Ort und Stelle wird eine Sonderung vorgenommen derart, daß man unbrauchbares Gestein abschlägt und längere und kürzere Fasern sowie reine und noch mit Gestein durchwachsene Fasern trennt. Die verschiedenen Sorten haben unterschiedlichen Handelswert und gehen von nun an schon getrennte Wege.

Das Mineral wird entweder in Backenbrechern[3]) oder Rundbrechern[4]) zerkleinert. Nach Vorzerkleinerung wird das Gut getrocknet. Bisweilen geschieht das noch jetzt in kleineren Betrieben durch Aufstapeln unter Regenschutz, vorwiegend jedoch in umlaufenden Trommeln mit Dampfmantel. Sodann wird das Gut, wenigstens in den größeren Werken, in Vorratsgebäuden gespeichert.

[1]) Vergl. „Asbest", herausgegeben von *Becker* und *Haag*, Berlin 1927 und Z. Bd. 61 (1917) S. 487.
[2]) Vergl. Z. Bd. 61 (1917) S. 487 u. f.
[3]) *C. Naske*, „Zerkleinerungsvorrichtungen" S. 21, Leipzig 1926.
[4]) Vergl. Z. Bd. 56 (1912) S. 1094.

Dem Bedarf entsprechend verarbeitet man den [...]rat dann in Schlagstiftmühlen[5]), Kollergängen oder W[...]werken[6]) weiter, wobei man vorwiegend glatte Wa[...] benutzt; meist sind zwei Walzenpaare untereinande[...]geordnet. Große Walzwerke mit einer Leistung [...] 10 000 kg/h haben etwa 950 mm Walzendurchmesser [...] 500 mm Walzenbreite und verbrauchen etwa 30 PS.

Aufbereitung

Von dem soweit zerkleinerten und zerbröck[...] Gestein muß man nun die Fasern trennen. Hierzu [...]nutzt man meist die in Abb. 1 dargestellte Aufbe[...]anlage. Sie ist für elektrischen Einzelantrieb [...]gerichtet, wird jedoch auch mit Transmissionsantrie[...]baut. Das Gut gelangt zunächst in den Fülltricht[...] der Schüttelmaschine. Zwei geriffelte Zuf[...]walzen *b* bringen dann die Masse auf das oberste Schü[...]sieb *c* mit 7 mm Maschenweite. Die groben Stücke we[...] nach der Seite abgeführt. Die brauchbaren Bestand[...] fallen durch dieses Sieb hindurch auf das darunter [...]fende Band *d*, das sie auf das 4 mm weite Sieb *e* för[...] Die kleineren Steine fallen durch das untere Sie[...] Boden, während die Fasern, von allen Steinen bef[...] jedoch noch reichlich zusammengeballt, auf den Ka[...]speiser gelangen.

Das Kratzentuch *f* des Kastenspeisers br[...] zusammen mit drei mit Kratzen besetzten Walzen die[...]sern gleichmäßig aus. Ein weiteres Fördertuch br[...] sie sodann zum Vorschläger, einer mit Schlagar[...] besetzten Welle, die sich mit rd. 1000 U/min d[...] Hier beginnen sich die geballten Fasern aufzulö[...] Dieser Vorgang wird fortgesetzt und beendet in [...] dahinter geschalteten Doppelöffner. Die Schlagfl[...] dieser Öffner machen ebenfalls rd. 1000 U/min. [...] haben etwa sieben Scheiben, an denen Stahlnasen [...]genietet sind. Das Gut durchläuft die Öffner von u[...] nach oben. Der Staub wird durch die Roste *g* abgef[...] Auch die Siebtrommel *h* steht noch mit dem Staubsau[...] in Verbindung. Die Fasern, die nunmehr völlig [...] Watte aufgelockert sind, verlassen auf dem Lattentu[...] die Maschine. Ein Doppelöffner verarbeitet rd. 300 k[...]

Eine Auflösung erfährt die Watte weiterhin in ei[...] Reiß- und Mischwolf (Reißkrempel). Je nach Be[...] werden dem Asbest hier Baumwolle oder andre Fa[...] beigemengt. In der Asbestverarbeitung benutzt man [...] ähnliche Reißwölfe wie bei der Aufbereitung der Ba[...]wolle. Ein Reißwolf größter Abmessung hat bei e[...] Verarbeitung von etwa 280 kg/h einen Leistungsbe[...] von rd. 7 PS.

Da es nun aber bisweilen notwendig ist, die ku[...] Fasern auszusondern, so bedient man sich neben [...] Schüttelmaschine, Abb. 1, noch besonderer Auslesetr[...]

[5]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1113 u. Bd. 65 (1921) S. 495.
[6]) Vergl. *Naske*, a. a. O.

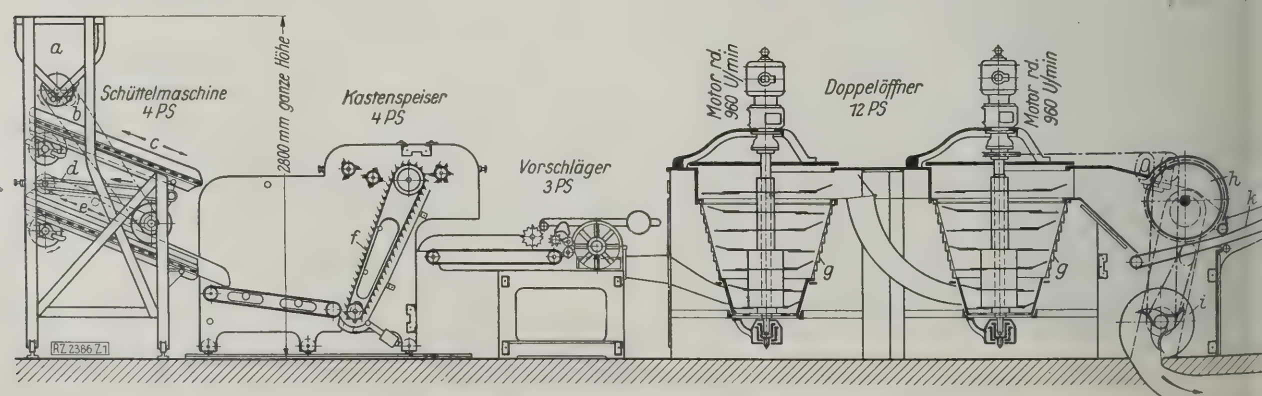


Abb. 1. Aufbereitanlage für Asbest.

a Fülltrichter *b* Zuführwalze *c* oberes Schüttelsieb *d* Förderband *e* unteres (feineres) Schüttelsieb *f* Kratzentuch *g* Rost *h* Siebtrommel *i* Staubsauger *k* Lattentuch

meln. Die Trommeln haben Siebmäntel, durch die die feineren Fasern hindurchfallen. So kann man die kürzesten Fasern auslesen.

Hierbei erhält man ein bis zwei Sorten Spinnfasern, ferner unverspinnbare mittlere und kurze Fasern. Die ganz kurzen Fasern benutzt man bei der Herstellung von grober Pappe und Farben, während man mit den etwas längeren, aber noch nicht verspinnbaren Fasern ein filzartiges Gebilde erzeugen kann, aus dem man Asbestschiefer, Asbestpapier, Dichtungsringe u. a. fertigt. Aus dem Rohasbest gewinnt man rd. 10 vH reinen Asbest.

Herstellung der Vorgarne

Die Vorgänge bei der Herstellung der Garne sind ähnlich wie bei der Streichgarnspinnerei. Eine Zweiabnehmer-Krempel, die besonders für Asbestfabriken entworfen ist, zeigt Abb. 2. Diese Krempel legt die Einzelfaser vollständig frei und dient zur Herstellung von Vorgarn in den Nummern 5 bis 20 (d. h. 500 bis 2000 m/kg); für feinere Garne, etwa in den Nummern 20 bis 60, benutzt man Einabnehmer-Krempel. Für gröbere Garne gibt es wieder besondere Zweiabnehmer und für feine bis feinste Garne, Nummer 60 bis 200, eine besondere Bauart des Einabnehmer-Krempels. Die Krempel stattet man je nach der Feinheit der zu erzeugenden Garne entweder mit einem Doppel- oder Vierfach-Nitschelwerk-Riemchenflorteiler aus. Um das Umherfliegen von Staub zu vermeiden, ist die Krempel oben mit staubdichten Hartholzhauben und unten mit Blechmulden abgedeckt.

Die gebräuchlichste Krempelbreite beträgt 1500 mm. Hierbei liefert eine Maschine etwa 30 kg Vorgarn in 1 h bei einem Leistungsbedarf von rd. 4,5 PS.

Besondere Parallelisiervorrichtungen, Streckwerk und Kämmaschinen, fehlen bei der Asbestverarbeitung. Das Vorgarn wird nicht durch Verzug, sondern vorwiegend durch Spalten verfeinert. Der Riemchenflorteiler teilt das Vlies in schmale Bändchen.

Asbest wird meist nicht rein, sondern mit 2 bis 10 vH Baumwolle versponnen. Gewöhnlich mischt man verschiedene Arten von Asbest. Jede Asbestart wird zunächst im Kollergang für sich gekollert. Gemischt wird dann, auch mit der Baumwolle oder den andern Zusätzen, im Faseröffner, der bereits oben dargestellt wurde.

Man kann die Baumwolle auch erst beim Krempeln zusetzen, Abb. 3. Die genau abgewogene Menge Baumwolle wird einer Vorkrempelung unterworfen und verläßt die Reißkrempel als Flor oder Vlies. Dieser Flor wird in die Asbestkrempel geleitet. Er legt sich auf die Asbestschicht in genau zu regelnder Weise, und nun laufen Baumwollflor und Asbestflor gleichzeitig über die Tambour- und Peigneurwalzen. Ein einheitlicher Flor entsteht, den der Riemchenflorteiler in schmale Bänder aufteilt. Im Nitschelwerk werden die einzelnen Vorgarne gebildet, die ihre Festigkeit im nachfolgenden Spinnvorgang erhalten.

Spinnen und Weben von Asbest

Beim Spinnen erhalten die Fäden Verzug und Drall; Asbestfasern vertragen nur geringen Verzug. Bisweilen dreht man beim Spinnen eine Baumwollseele oder eine Metallseele mit ein. Die Asbestspinnmaschinen, Abb. 4, ähneln denen der Baumwoll-Abfallgarnspinnerei. Nach dem Spinnen wird in üblicher Weise gezwirnt. Die Flügelzwirnmaschine, Abb. 5, ist mit Gravityflügeln ausgerüstet. Die Spulenbremsvorrichtungen sind völlig eingekapselt und so vor dem Verschmutzen geschützt. Der Wagen wird mittels zweier Wagenhubwellen von Zahnstange und Exzenter bewegt.

Aus den gezwirnten Fäden kann man dann gedrehte Schnüre und aus diesen wieder Seile fertigen.

Die Herstellung der Asbestgewebe unterscheidet sich nicht wesentlich von der andrer Gewebe. Ebenso ist es mit der Erzeugung der Asbestpackungen und Asbestschnüre auf den Flecht- und Klöppelmaschinen[7]). Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Fäden oder Schnüren des Geflechtes kann je nach dem Verwendungszweck ausgefüllt werden mit feinem Asbest oder auch mit andern Füll- und Tränkmitteln, wie Kieselgur, Paraffin, Talk, Öl, Fett, Graphit usw. Zur Verstärkung werden oft andre Fäden oder Metalldrähte eingeschaltet. Mit Kaliberwalzen bringt man die Schnüre auf runden, rechteckigen oder quadratischen Querschnitt.

[7]) Vergl. Z. B. 70 (1926) S. 903 u. f.

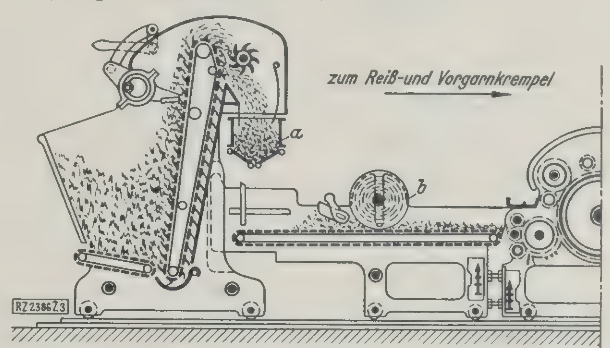
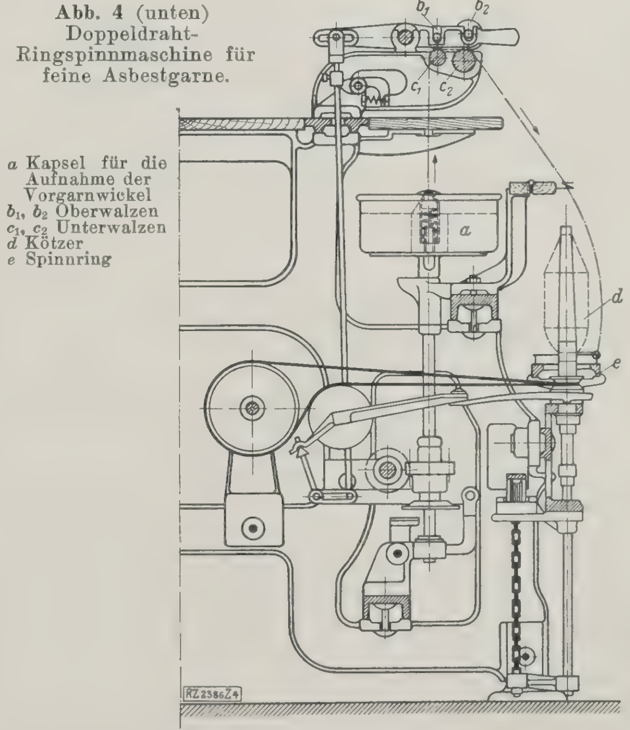


Abb. 3
Sonderausführung einer Krempel, bei der die dem Asbest *a* beizumischende Baumwolle in Wickelform *b* der Reißkrempel vorgelegt wird.

Abb. 4 (unten)
Doppeldraht-Ringspinnmaschine für feine Asbestgarne.

a Kapsel für die Aufnahme der Vorgarnwickel
b_1, b_2 Oberwalzen
c_1, c_2 Unterwalzen
d Kötzer
e Spinnring



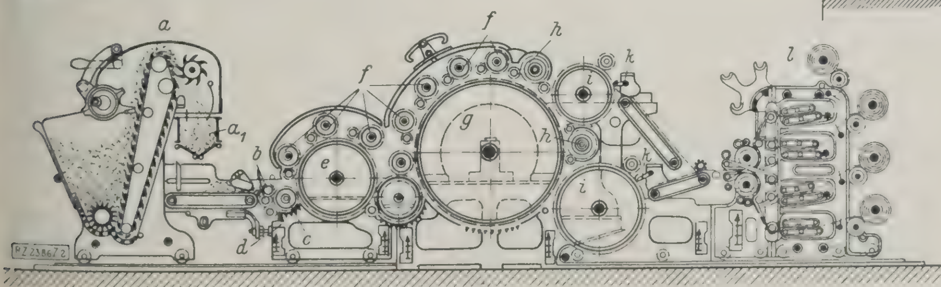


Abb. 2 (links)
Zweiabnehmer-Asbestkrempel.

a Selbstaufleger mit Waage a_1
b Zuführwalzen
c Vorreißer
d Vorreißermesser
e Vortrommel
f Arbeitswalzen
g Trommel
h Läufer
i Abnehmer od. Sammler
k Hocker
l Florteiler und Aufroller (Riemchenflorteiler)

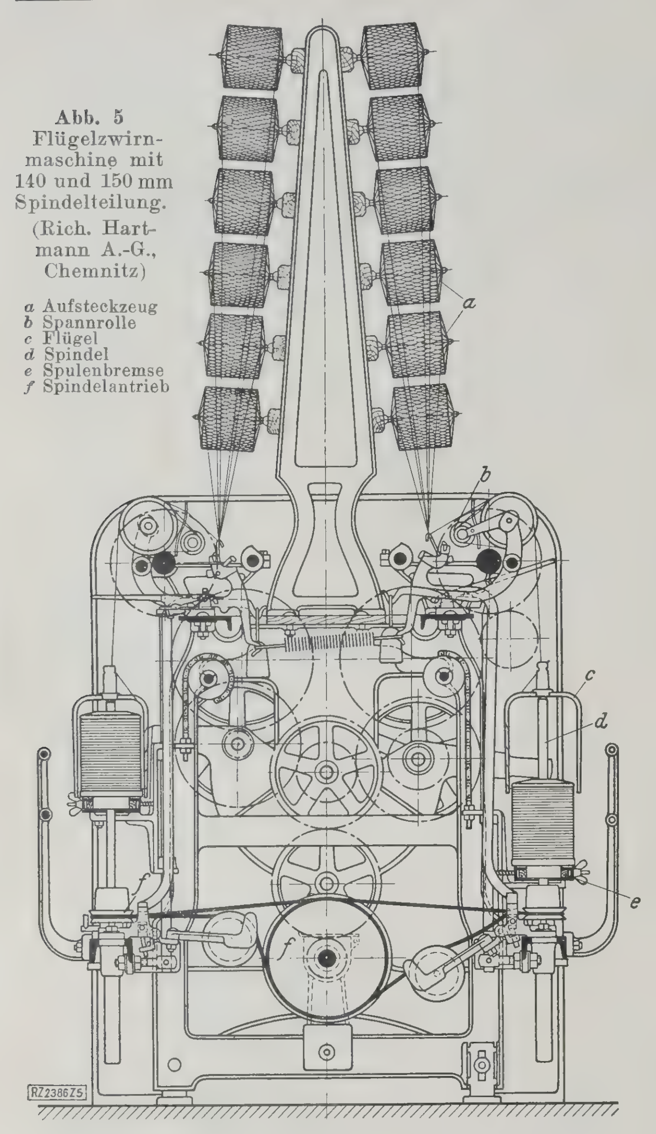


Abb. 5 Flügelzwirnmaschine mit 140 und 150 mm Spindelteilung. (Rich. Hartmann A.-G., Chemnitz)

a Aufsteckzeug
b Spannrolle
c Flügel
d Spindel
e Spulenbremse
f Spindelantrieb

Herstellung von Asbestpappe und Asbestpapier

Hierzu werden die ganz kurzen Fasern verarbeitet, die die Hauptmenge des gewonnenen Rohasbestes darstellen. Das zu Pappe und Papier zu verarbeitende Pulver muß sehr fein sein. Benutzt man nicht von vornherein Abfälle aus der Spinnerei, so muß man den kurzfaserigen Asbest in Kollergängen gründlichst vermahlen und ihn durch Siebe von allen Gesteinen und sonstigen Verunreinigungen befreien. Die wichtigste Stufe der Aufbereitung ist dann die Verarbeitung im Holländer. Hier wird, wie in der Papierfabrikation, gemahlen und gemischt.

Pappen können ohne Bindemittel nicht hergestellt werden. Die Masse besteht aus etwa 75 bis 80 vH Asbest, 3 vH Bindemitteln und im übrigen aus Füllstoffen, insbesondere Kaolin. Bemerkenswert ist, daß ein sehr großer Wasserüberschuß der fertig vermahlenen Masse in der Rührbütte zugefügt wird. Das hat den Zweck, die Gleichmäßigkeit zu erhöhen.

Die Pappenmaschine für Asbestverarbeitung ist nicht wesentlich von gewöhnlichen Pappenmaschinen unterschieden. Sie hat Rundsiebe, die üblichen Gautschwalzen, Preßpartie, Formatwalzen usw. Nach dem Verlassen der Maschinen enthalten die Pappen noch so viel Wasser, daß man sie unter etwa 150 bis 250 at Druck in Wasserdruckpressen behandelt. Schließlich trocknet man im Kanaltrockner bei Temperaturen bis zu 80 °. Die Pappen durchwandern den Trockner hängend[8]).

Bei der Herstellung von Asbestpapier werden die Stoffe noch feiner zerkleinert; die Masse wird noch gründlicher von Knoten gereinigt. Die Formatwalze fehlt und die Preßpartie ist anders gebaut, da die Feinheit der Papierschicht gestattet, das Wasser viel weitergehend abzupressen als bei den dicken Pappen. Man hat daher zwei Saugpressen, deren erste schon bis auf 30 vH entwässert. Auf der Oberfläche einer Reihe von Trockenzylindern wird dann in üblicher Weise das letzte Wasser verdampft.

Die für die neuere Dampftechnik als Dichtung so wichtigen It-Platten bestehen zu etwa zwei Teilen aus Asbest, je einem Teil Füllstoff (Eisenoxyd, Magnesia) und einem Teil Kautschuk in Lösung von Benzin als Bindemittel. Die gut gemischte Masse wird in einem Plattenwalzwerk zu Platten der gewünschten Dicke verarbeitet. Man kann auch fertige Platten mit einer Gummilegierung zusammenkitten und in Kalanderwalzwerken unter beträchtlichem Druck pressen. Diese Platten sollen sich sogar besonders gut bewährt haben.

Wird die Beanspruchung durch Hitze und mechanische Angriffe größer, so muß man die Anwesenheit von organischen Bestandteilen vermeiden. Man verwendet dann in neuester Zeit mit Kupferfolien umhüllte oder galvanisch verkupferte Asbestringe, deren weicher Metallmantel als Dichtungsmittel dient.

Aus einer Mischung von feinstem Asbest- und Zementmehl erhält man den vielverwendbaren Asbestzementschiefer[9]).

3. Einige weitere Anwendungen des Asbestes

Wegen seiner schlechten Leitfähigkeit wird Asbest in der Elektrotechnik als Isolierstoff sehr geschätzt. Allerdings nimmt er in reinem Zustand verhältnismäßig leicht Feuchtigkeit auf. Aber eben diese Feuchtigkeit macht ihn geeignet zum Tränken mit hochisolierenden Stoffen, Firnissen, Asphalt usw. Besonders wird Asbest in der Form von Pappe, als Garn oder als Gewebe in der Elektrotechnik benutzt. Eternit verwendet man da, wo gleichzeitig hohe mechanische und elektrische Festigkeit gebraucht werden. Die isolierenden Handgriffe, Sockel und Deckel der Schalter, Wanddosen, Führungen usw. werden mit gutem Erfolge vielfach aus Gemischen von Asbestpulver mit Harzen, Kautschuk, Pech usw. hergestellt, die sich schneiden, sägen, hobeln, drehen, fräsen und polieren lassen.

Besonders hoch ist der Asbestverbrauch in der chemischen Industrie. Seine Widerstandfähigkeit gegen Säuren macht ihn (in seinen verschiedenen Formen) unentbehrlich als Auskleidungs- und Dichtungsmittel. Langfaseriger Asbest dient zum Filtern von Stoffen, die jedes andere Filter zerstören würden; also z. B. bei heißen Säuren und scharfen Laugen. Man legt dabei entweder die Filtergefäße unmittelbar mit Asbest aus, oder man setzt den Asbest einfach den zu filternden Flüssigkeiten zu. Er setzt sich sofort ab und tut seine reinigende Wirkung. Die Tücher der Filterpressen in Zuckerfabriken und Raffinerien bestehen vielfach aus Asbest, da Tücher aus organischen Fäden den hier auftretenden ätzenden Kalkverbindungen nicht lange widerstehen können. — Bekannt ist als Kontaktsubstanz der Platin-Asbest. Er wird dadurch erhalten, daß man Asbestfasern in einer Lösung von Platin in Königswasser tränkt. Die Fasern werden dann geglüht und man erhält Platin in feinster Form auf den Asbestfäden niedergeschlagen. Die I.-G. Farbenindustrie verbrauchen jährlich in ihren Betrieben etwa 300 000 kg Asbest. Auch als Wärmeisolierstoff[9]) benutzt man Asbest oft, und in Bremsbändern bewirkt seine natürliche Schlüpfrigkeit, daß die Reibung allmählich und sanft einsetzt. Man erzielt so stoßfreien Lauf und vermeidet Heißwerden.

In neuerer Zeit versucht man Asbest auch im Straßenbau zu verwenden; man mischt ihn mit Asphalt und anderen bituminösen Massen, mit Zement usw. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß sich hier ein besonders aussichtsreiches Verwendungsgebiet gerade für die immer noch im Überschuß anfallenden kürzeren Fasern eröffnet. [B 2386]

[8]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1335 u. f., Bd. 71 (1927) S. 676 u. f. u. Bd. 73 (1929) Nr. 5 S. 172.

[9]) Vergl. Z. Bd. 61 (1917) S. 381 u. 515.

[Thermodynamik der Staubfeuerung

Von P. ROSIN, Dresden[1])

Die Untersuchung der thermischen Grundlagen zeigt die Staubfeuerung als ausgesprochenes Geschwindigkeitsproblem. Brennzeit, Belastungsfähigkeit, Feuerraumgröße und Gasgeschwindigkeit stehen in einem gesetzmäßigen Zusammenhange, der bei der Konstruktion nicht außer acht gelassen werden darf. Theoretisch ist die Belastungsfähigkeit der Feuerräume der Brennzeit umgekehrt proportional, und die Brennzeit selbst ist eine verwickelte Funktion von Staubfeinheit, Temperatur und aerodynamischen Verhältnissen des Feuerraumes; praktisch hängt die Belastbarkeit von der Geschwindigkeit der Wärmeübertragung an die Heizflächen ab.

)ie Leistung eines Dampfkessels beruht auf der Entwicklung einer bestimmten Wärmemenge im Feuerıum. Das Maß dieser Wärmeentwicklung ist die Be.stung des Feuerraumes in kcal/m³ h. Heute gelten noch ls wichtigste Merkmale einer Kesselanlage der Wirungsgrad, der eine reine Gütezahl, ein Urteil über Verrennung und Wärmeübertragung ist, und die spezifische ampferzeugung, die mit der eigentlichen Verbrennung ichts zu tun hat. Es fehlt aber die Größe für die Ge:hwindigkeit der Verbrennung, die Belastung des Feuerıumes. Hohe Wirkungsgrade senken die Brennstoffkosten, ɔhe Belastungen den Kapitaldienst. Welcher Posten in ɜr Gesamtbilanz wichtiger ist, entscheidet gewöhnlich der usnutzungsgrad des Kraftwerks und der Preis der Kohle. in Urteil über die Wirtschaftlichkeit einer Feuerungsılage läßt sich daher nur aus der Verbindung von Wirıngsgrad als Maß der Güte der Verbrennung und von elastung als Maß ihrer Geschwindigkeit fällen.

Diese Arbeit befaßt sich mit dem Begriff der Bestung und den Einflüssen, von denen sie abhängt. Desılb ist zuerst eine genaue Erklärung dieses Begriffes ɔtwendig[2]). Die Belastung eines Feuerraumes ist die nzahl von Kalorien, die darin auf 1 m³ in 1 h bei volländiger und restloser Verbrennung einschließlich der ıs Vorwärmung stammenden Wärme entwickelt wird. heoretisch ist der Begriff der Belastung nicht an vollɔmmene und restlose Verbrennung gebunden, denn er ɜzieht sich nur auf die im Feuerraum freigemachte ̃ärme; die auf Nachverbrennung und Unausgebranntes ıtfallenden Anteile der zugeführten Wärme sind aber ·aktisch niemals auch nur annähernd bestimmbar. Nur enn man daher vollkommene und restlose Verbrennung ı Feuerraum annimmt, erhält der Begriff Belastung die igenschaft einer wichtigen Kenngröße für Erreichtes und ınes hilfreichen Wegweisers in neue Entwicklungsgebiete.

Ich habe im Jahre 1925 auf aerodynamischer Grundge die erste Belastungsgleichung von Verbrennungsräu:en entwickelt[3])

$$B = \frac{3600\, H_u}{V_T\, z} \quad [\text{kcal/m}^3\,\text{h}] \quad \ldots\ldots \quad (1).$$

ierin bedeutet

- H_u den unteren Heizwert des Brennstoffes in kcal/kg,
- V_T das aus 1 kg Brennstoff entwickelte Gasvolumen in m³ bei der absoluten Temperatur T des Feuerraums,
- z die Brennzeit des größten Staubkorns in s.

[1]) Vorgetragen in der 2. Internationalen Kohlenkonferenz zu :ttsburgh.

[2]) Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 7 (1926) S. 3.

[3]) Vergl. „Braunkohle" Bd. 24 (1925) S. 241.

Zahlentafel 1. Einfluß des Luftüberschusses auf die Belastung*)

Bezeichnung	Dimension	Luftüberschuß 1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
{ 0°,760 mm Q.-S.	m³/kg	7,9	9,75	11,7	13,55	15,45
	kcal/m³	890	720	600	520	455
ax	° C	2 040	1 800	1 590	1 430	1 280
·nax . . .	° abs	2 313	2 073	1 863	1 703	1 553
T_{max} . .	—	18 250	20 200	21 800	23 100	24 000
. . . . .	vH	100	90	84	79	76

*) Berechnet für Steinkohle mit H_u = 7000 kcal/kg.

Wenn V_0 das Abgasvolumen Normalgas bei 0°, 760 mm Q.-S. für 1 kg Brennstoff in m³ bezeichnet, so ist

$$V_T = V_0 \frac{T}{273} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2),$$

$$B = 982\,000 \frac{H_u}{V_0} \frac{1}{T} \frac{1}{z} \quad [\text{kcal/m}^3\,\text{h}] \quad \ldots\ldots \quad (3).$$

Im Jahre 1926 gelang mir der Nachweis, daß der Quotient H_u/V_0, das Verhältnis von unterem Heizwert und Normalabgasvolumen, für alle Brennstoffe einer gesetzmäßigen Beziehung gehorcht[4]). Deshalb kann man den Wert dieses Bruches bei derselben Kohle nur durch den Luftüberschuß beeinflussen. Erhöhter Luftüberschuß vergrößert das Gasvolumen, senkt aber auch gleichzeitig die Temperatur T des Feuerraumes, solange die Verbrennungsluft nicht hoch vorgewärmt ist. Zahlentafel 1 und Abb. 1 zeigen, daß höhere Luftüberschüsse immer geringere Belastbarkeit bedeuten[5]).

Sieht man indessen von den Veränderungen durch wechselnde Luftüberschüsse ab, so kann man H_u/V_0 für die folgenden Untersuchungen als konstant ansehen und erhält

$$B = \text{konst}\ \frac{1}{T} \frac{1}{z} \quad [\text{kcal/m}^3\,\text{h}] \quad \ldots\ldots \quad (4).$$

Der Zahlenwert der Konstanten ist für beliebige Kohlen und Luftüberschüsse leicht zu berechnen, da H_u/V_0 für alle Brennstoffe und Luftüberschüsse aus den Hilfstafeln des It-Diagrammes[6]) abgegriffen werden kann. Bei theoretischer Luftmenge und Grenztemperatur erhält man aus Gl. (1) die schon früher[7]) von mir abgeleitete Beziehung

$$B = \frac{338\,000}{z} \quad [\text{kcal/m}^3\,\text{h}] \quad \ldots\ldots \quad (5),$$

welche die Belastung als hyperbolische Funktion der Zeit zeigt. Das Belastungsproblem ist also ein Geschwindigkeitsproblem, und seine Charakteristik ist die Zeit, in der sich die Verbrennung in der Feuerung abspielt.

Zahlentafel 2 mag den Einfluß der Brennzeit an einem praktischen Beispiel veranschaulichen. Sie enthält für einen 1000 m²-Kessel in Abhängigkeit von der Brennzeit die Grenzbelastung des Feuerraumes, die Dampferzeugung, bezogen auf 1 m³ Feuerraum, den notwendigen Feuerrauminhalt bei einer Dampfleistung von 43 kg/m²h und von

[4]) Vergl. *Rosin*, Das It-Diagramm der Verbrennung. Z. Bd. 71 (1927) S. 383.

[5]) Bei dieser und den folgenden Rechnungen sind Nebenwirkungen, wie Änderung des Wärmeübergangs, der Brennzeit usw., nicht berücksichtigt, da es auf qualitative Darstellung ankommt.

[6]) *Rosin-Fehling*, Das It-Diagramm der Verbrennung, Berlin 1929.

[7]) Vergl. „Braunkohle" a. a. O.

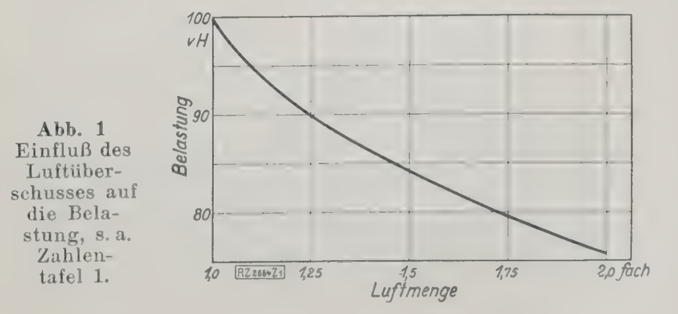


Abb. 1 Einfluß des Luftüberschusses auf die Belastung, s. a. Zahlentafel 1.

Zahlentafel 2
Abhängigkeit der Belastung von der Brennzeit
Dampfkessel von 1000 m² Heizfläche

Brennzeit z	Belastung B	Dampferzeugung	notwendiger Feuerraum bei 43 kg/m²h Belastung der Heizfläche	notwendiger Feuerraum bei 100 kg/m²h Belastung der Heizfläche	Verhältnis von Heizfläche zu Feuerraum bei 43 kg/m²h Belastung der Heizfläche	Verhältnis von Heizfläche zu Feuerraum bei 100 kg/m²h Belastung der Heizfläche
s	kcal/m³h	kg/m³h	m³	m³	m²/m³	m²/m³
4	84 500	109	396	922	2,5	1,1
3	112 500	145	297	691	3,4	1,4
2	169 000	218	198	461	5,1	2,2
1	338 000	435	99	230	10	4,4
0,6	564 000	727	59	138	17	7,3
0,5	676 000	873	50	115	20	8,7
0,4	845 000	1090	40	92	25	11
0,3	1 125 000	1450	30	69	34	14
0,2	1 690 000	2180	20	46	51	22
0,1	3 380 000	4350	10	23	101	44

100 kg/m²h und das Verhältnis von Heizfläche zu Feuerraum bei diesen beiden Dampfleistungen. Dabei ist zu bemerken, daß die längste Brennzeit des gröbsten Kornes üblicher Staubfeuerungen 4 s nicht überschreitet. Die Belastungen der meisten Feuerräume in Kraftwerken mit Kohlenstaubfeuerung liegen zwischen 100 000 und 200 000 kcal/m³ h, entsprechend längsten Brennzeiten von 1,5 bis 3 s; bei Lokomotiven stehen dagegen nur 0,15 bis 0,2 s zur Verfügung. Bei den heutigen Belastungen gehört, wie Zahlentafel 2 zeigt, zu einem 1000 m²-Kessel mit 100 t/h Dampferzeugung ein Brennraum von mindestens 500 bis 600 m³. Hieraus erkennt man die Notwendigkeit, die Belastung zu steigern. Da indessen die Belastung der Brennzeit umgekehrt proportional ist, so müssen wir die Brennzeit verkürzen.

Die Brennzeit und ihre Einflußgrößen

Die Brennzeit ist der Ausdruck vieler, teils unabhängiger, teils voneinander abhängiger Veränderlichen, der Sammelbegriff für die Geschwindigkeit mannigfaltiger physikalischer und chemischer Reaktionen, deren Einzelvorgänge nicht mathematisch faßbar, zum Teil auch chemisch noch gar nicht erforscht sind. Indessen läßt sich der Einfluß der drei wichtigsten Größen, von denen die Brennzeit abhängt, wenigstens qualitativ untersuchen. Diese sind: Staubfeinheit (St), Temperatur (T) und die Gesamtheit der hydro- oder aerodynamischen Vorgänge im Brennraum (Ae).

Man kann also die Brennzeit ausdrücken als Funktion dieser drei Unabhängigen:

$$\frac{1}{z} = f(St,\ T,\ Ae) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

und damit die Belastung nach Gl. (4)

$$B = \frac{\text{konst}}{T} f(St,\ T,\ Ae) \quad \ldots\ldots \quad (7).$$

Staubfeinheit

Daß die Brennzeit mit abnehmender Korngröße kürzer wird, ist klar. Das Gesetz, nach dem Brennzeit und Korngröße zusammenhängen, ist nach meinen Untersuchungen die Gleichung einer allgemeinen Hyperbel von der Form

$$z = \frac{C}{\left(\frac{F}{G}\right)^m} \ [\text{s}] \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8),$$

worin z = Brennzeit in s,
C = Konstante,
F = geometrische Oberfläche des Staubkorns in mm²,
G = Gewicht des Staubkorns in mg,
m = Exponent

ist. Für die rechnerische Auswertung dieser Gleichung muß man die vereinfachende Annahme treffen, daß die wahrscheinlichste mittlere Kornform ein Würfel oder eine Kugel ist. Bei der Kantenlänge oder dem Durchmesser a und dem spezifischen Gewicht γ wird

$$\frac{F}{G} = \frac{6}{\gamma\, a} \left[\frac{\text{mm}^2}{\text{mg}}\right] \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9).$$

Da γ bei bekannter Kohlenart als Konstante gelten kann, folgt

$$z = \text{konst}\ a^m, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

worin

$$\text{konst} = C\left(\frac{\gamma}{6}\right)^m \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

In dieser Form erscheint also z nur als Funktion der Kantenlänge, während es nach Gl. (6) außerdem eine Funktion von Temperatur und aerodynamischen Verhältnissen ist. Die Einflüsse dieser beiden Unabhängigen sind demnach im Exponenten m enthalten.

Gl. (10) kann also nur für dieselbe Kohle bei eindeutig gleichbleibenden Werten von T und Ae den gleichen Exponenten haben. Sowie sich Temperatur und Strömungsverhältnisse im Feuerraum ändern, ändert sich auch m, und die Abhängigkeit der Brennzeit von der Korngröße verläuft nach einer anderen Hyperbel. Leider sind diese Zusammenhänge noch nicht genügend beachtet worden, so daß die früher[8]) von mir für deutsche Braunkohle bei 1300 °C experimentell gewonnenen Zahlenwerte $C = 1000$ und $m = 1{,}8$ vielfach im Schrifttum verallgemeinert, mit anderen Werten verglichen und auf andere Verhältnisse übertragen wurden, woraus leicht Fehlschlüsse entstehen[9]).

Außer den drei genannten Größen üben noch die chemische Zusammensetzung und vor allem Menge und Heizwert der flüchtigen Bestandteile einen Einfluß auf die Verbrennungsgeschwindigkeit aus, der wahrscheinlich durch den Wert der Konstanten C in Gl. (11) ausgedrückt werden kann, so daß diese die Einflüsse der Kohlenart, der Exponent m die Abhängigkeit von den Verhältnissen im Feuerraum zum Ausdruck bringt. Man sieht, wie weit wir noch von der quantitativen Anwendung dieser Gleichung auf praktische Fälle entfernt sind.

Nur eine wichtige Frage läßt sich heute schon beantworten, inwieweit nämlich durch Erhöhen der Feinheit die Belastung eines Feuerraumes gesteigert werden kann. Hierzu reicht Gl. (10) unter dem Vorbehalt aus, daß durch das Feinermahlen Temperatur und Strömungsverhältnisse im Feuerraum nicht verändert werden. Für die Wiedergabe des grundsätzlichen Verlaufes der Abhängigkeit zwischen Feinheit und Brennzeit genügt es, daß die Zahlenwerte in Gl. (10) und (11) mit einer wirklich vorkommenden Größenordnung übereinstimmen. Daher sei auf $C = 1000$ und $m = 1{,}8$ zurückgegriffen. Der Untersuchung sei Steinkohle von 7000 kcal/kg unterem Heizwert und $\gamma = 1{,}2$ zu Grunde gelegt, die als Staub mit der 1,25fachen Luftmenge verbrannt wird. Nach Gl. (3) und (10) ist:

$$B = 982\,000 \cdot \frac{7000}{9{,}75} \cdot \frac{1}{2073} \cdot \frac{1}{z} = \frac{6200}{a^{1{,}8}} \quad [\text{kcal/m}^3\text{h}] \quad . \ (12).$$

In Zahlentafel 3 ist Gl. (12) für Kantenlängen von 10 bis 200 μ ausgewertet, da für die heutigen Kraftwerkkessel jeder Staub als brennfertig gelten kann, wenn die Kantenlänge seines größten Kornes 200 μ nicht übersteigt. Sie bestätigt, daß die gewählten Werte den heutigen Verhältnissen der Kessel mit Staubfeuerung entsprechen, bei denen für Staub, der auf dem deutschen Sieb Nr. 30 (Maschenweite 200 μ) keinen Rückstand ergibt, Belastungen zwischen 100 000 und 200 000 kcal/m³ h die Regel sind.

---

[8]) „Braunkohle" Bd. 24 (1925) S. 244.
[9]) *Gumz*, „Feuerungstechnik" Bd. 15 (1927) S. 186; *Bleibtreu*, 13. Berichtsfolge des Kohlenstaubausschusses des Reichskohlenrates S. 7.

Zahlentafel 3
Abhängigkeit der Belastung von der Staubfeinheit.

Kantenlänge μ	Belastung kcal/m³h	Kantenlänge μ	Belastung kcal/m³h
10	24 700 000	110	330 000
20	7 100 000	120	282 000
30	3 420 000	130	242 500
40	2 035 000	140	213 500
50	1 362 000	150	188 500
60	983 000	160	168 000
70	744 000	170	150 500
80	585 000	180	136 000
90	473 000	190	122 500
100	391 000	200	112 500

Dem Wesen der Exponentialfunktion entsprechend mmt die Belastung mit abnehmender Kantenlänge immer ärker zu; von einer bestimmten Feinheit ab könnte sie ›gar beliebig hoch gesteigert werden, ohne daß hierzu ›ch eine wesentliche Erhöhung der Feinheit notwendig äre, sofern es die beiden andern Unabhängigen, Tempera-r und Strömung, zulassen. Es fragt sich nur, wo die ·aktischen Grenzen für die Feinheit liegen. Nach Zahlen-fel 3 wird die Belastung von 2 Mill. kcal/m³h erst bei) μ überschritten, also bei einer Kantenlänge, die noch nterhalb der Maschenweite des deutschen Siebes Nr. 100 ˈit 10 000 Maschen auf 1 cm² liegt.

Eine solche Feinheit kommt wirtschaftlich für die esselfeuerung nicht in Frage. Der Kohlenstaub braucht ›er nicht ohne Rückstand durch ein solches Sieb zu gehen. an kann vielmehr einen gewissen Rückstand und damit nen Feuerungsverlust zulassen, wenn man nur diese hohe elastung erzielt und dabei den Verlust infolge un-ollständigen Ausbrandes ausgleicht durch die ›ringeren Kapitalkosten infolge der höheren Belastung. oraussetzung dafür ist allerdings, daß die unverbrann-n Teile keine Betriebstörungen durch Aschenansätze und :hwalbennester hervorrufen. Unbedingte Klarheit muß an sich indessen über die Größe des Verlustes durch un-ıllständigen Ausbrand verschaffen.

Das ist heute auf Grund der Forschungen über die Zu-ımmensetzung von Kohlenstaub möglich, die ich zusam-en mit *Rammler* im Auftrag des Reichskohlenrates aus-›führt habe[10]), Abb. 2. Aus ihnen ergibt sich, daß schon ›i den heute üblichen Feinheiten von 10 bis 20 vH Rück-and auf dem Sieb mit 4900 Maschen auf 1 cm² der größte nteil auf eine Kornklasse entfällt, deren Brennzeit unter len Umständen beliebig hohe Belastungen erreichen läßt. ur die verhältnismäßig geringen Anteile an Körnern von roßer Kantenlänge brennen in einer zu hoch belasteten euerung nicht vollständig aus, sind aber auch nicht ganz .s Verlust zu buchen, da sie an der Verbrennung teil-›hmen.

Um den oberen Grenzwert dieses Verlustes festzustel-n, muß man Annahmen über den Verlauf der Verbren-ıng eines Staubkorns machen. Versuche liegen hierüber ›ch nicht vor. Wir kennen nur die Grenzen, daß näm-ch von einem Korn mit der Brennzeit z zur Zeit null vH und zur Zeit z 100 vH verbrannt sind. Es bedeute:

z die zur Verfügung stehende Brennzeit,
a die Kantenlänge oder den Durchmesser der in dieser Zeit gerade noch restlos verbrennenden Kornklasse,
z_i die Brennzeit einer andern Kornklasse mit der Kantenlänge $a_i > a\,(z_i > z)$,
a_n den größten vorkommenden Wert von Kantenlänge oder Durchmesser.

ʼir betrachten ein einzelnes Staubkorn mit der Kanten-.nge a_i. Die einfachste Annahme ist, daß es proportional ›r Zeit abbrennt, daß also das Gewicht nach der Geraden B, Abb. 3, abnimmt. Sicher entspricht diese Annahme ıicht dem wirklichen Verbrennungsverlauf, der wahrschein-ch durch die gestrichelte Linie wiederzugeben ist. Weil .e lineare Abhängigkeit zu hohe Anteile an Unverbrann-m liefert, wird unsere Rechnung also ungünstiger ls die Wirklichkeit. Wenn somit schon die Rechnung inen erträglichen Verlust liefert, so muß er in Wirk-ˈhkeit noch kleiner werden.

Kohlenstaub[11]) besteht nun aus stetig aufeinander fol-›nden Kornklassen mit den Kantenlängen $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_i, \ldots, a_{n-1}, a_n$, von denen die Anteile $r_1, r_2, \ldots, r_i, \ldots, r_n$ vorhanden sind, derart, daß $\sum_{a=0}^{a_n} r = 1 =$ der gesamten taubmenge ist. Für die Kornklasse r_i ist der unverbrannte ückstand bei der Brennzeit z

$$u_i = r_i - r_i \frac{z}{z_i} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (13).$$

ˈie Summe des insgesamt Unverbrannten ist also

$$U = \sum u_i = \sum_a^{a_n} r_i - z \sum_a^{a_n} \frac{r_i}{z_i} \quad \ldots \ldots \quad (14),$$

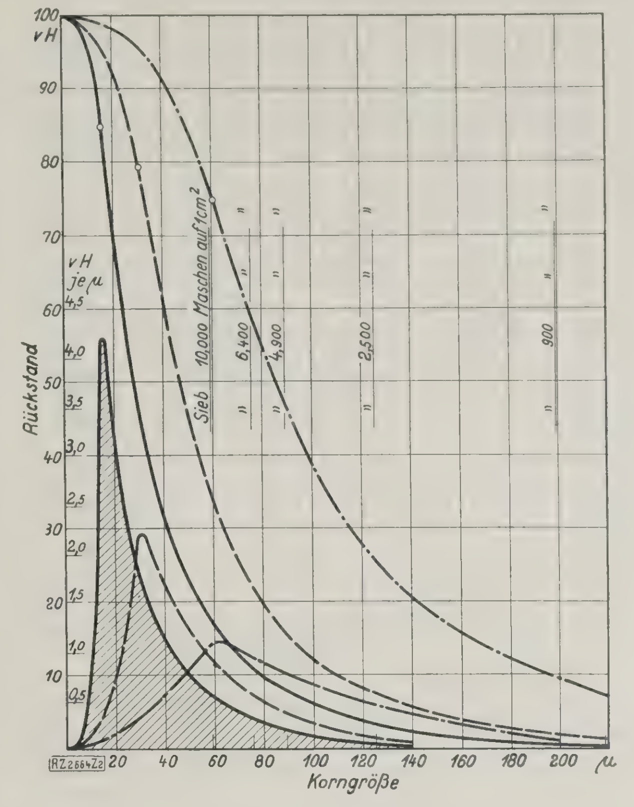


Abb. 2
Kennlinien und Verteilung der Korngröße von Kohlenstaub.

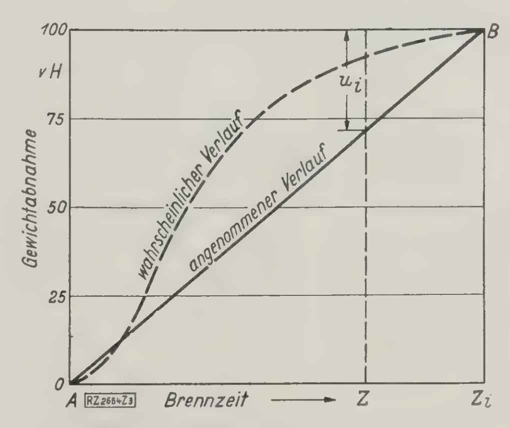


Abb. 3
Verlauf der Verbrennung eines Staubkornes.

da die Kornklassen von 0 bis a Kantenlänge oder Durchmesser, entsprechend einer Brennzeit 0 bis z, vollständig verbrennen.

$\sum_a^{a_n} r_i$ ist aber der gesamte Rückstand R_a des Staubes auf dem Sieb mit der Maschenweite a, also

$$U = R_a - z \sum_a^{a_n} \frac{r_i}{z_i} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (15).$$

Nach Gl. (15) kann man die Linie des Verlaufs der gesamten Verbrennung ermitteln, wenn man die Staubkennlinie und die Brennzeit als Funktionen der Kantenlänge aufgetragen hat und die Brennzeit von z_0 bis z_n und sinngemäß den Rückstand R_a und die untere Summengrenze der Kantenlänge verändert. Auf diese Weise ist in Abb. 4 die Verbrennungslinie gewonnen, die gestattet, für jede beliebige Brennzeit den unverbrannten Rückstand abzulesen.

[10]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1.
[11]) Vergl. hierzu *Rosin-Rammler* a. a. O.

Abb. 4 gilt für Staub aus westfälischer Fettkohle, die auf einer Rohrmühle vermahlen wurde[12]). Bei einer Brennzeit von 1 s, entsprechend einer Belastung von 340 000 kcal/m³ h, beträgt der Verlust an Unverbranntem höchstens 4 vH, während er bei 1 000 000 kcal/m³ h auf etwa 11,5 vH steigt. Man ersieht hieraus, daß man zum Erreichen so hoher Belastungen zwar feiner mahlen muß, daß aber die Feinheit nicht bedeutend höher zu sein braucht, wenn die Verluste an Unverbranntem erträglich sein sollen, zumal die Berechnung noch zu hohe Werte liefert.

Aufhäuser[13]) erklärt als wahre Verbrennung die elementare Oxydation der Wassergasbestandteile CO und H_2. Da diese in den natürlichen Brennstoffen von vornherein nicht vorhanden sind, so muß der eigentlichen Verbrennung eine Wandlung zu dieser Verbrennungsreife vorangehen, bestehend in der pyrogenen Zersetzung der Brennstoffe und einer additiven Oxydation oder Überoxydation, die von einer gewissen Beschleunigung an die Zündung darstellt. Somit zerfällt der als einheitlich wahrgenommene Verbrennungsvorgang in zwei wesensverschiedene Abschnitte: in die Wandlung zur Verbrennungsreife und in die eigentliche Verbrennung.

Die Wandlung selbst besteht wieder in drei Vorgängen: der Wärmeaufnahme, der pyrogenen Zersetzung unter Abgabe der flüchtigen Bestandteile und der additiven Oxydation, die in ihrer beschleunigten Phase die Zündung bedeutet. Nur darf man nicht denken, daß diese Vorgänge zeitlich streng getrennt hintereinander verlaufen. Sie tun es schon bei dem einzelnen Staubkorn nicht. Sowie dieses in den Feuerraum eintritt, beginnt seine Erwärmung. Wegen seiner schlechten Wärmeleitzahl tritt sehr bald ein Wärmestau und damit die pyrogene Zersetzung der Oberfläche ein, wobei Gase austreten. Gleichzeitig beginnt auch die Adsorption von Sauerstoff und die Autoxydation, die beide zur schnellen Temperatursteigerung beitragen, so daß die Zündung eintritt. Während sich aber diese Vorgänge an der Oberfläche abspielen, setzt sich die Wärmeleitung in das Innere fort und bewirkt dort fortschreitend die Vollendung der pyrogenen Zersetzung.

Die geschilderte Wandlung zur Verbrennungsreife ist ein Vorgang, der, hauptsächlich auf der Wärmeleitfähigkeit des Brennstoffes beruhend, eine endliche Zeit beansprucht. Infolgedessen beobachten wir in noch ausgesprochenerem Maße als bei den kompressorlosen Dieselmaschinen und den Ölfeuerungen den Zündverzug[14]), den zuerst *Hawkes*[15]) an Dieselmaschinen untersucht hat. Der Zündverzug ist in Kohlenstaubfeuerungen noch größer, weil der größte Durchmesser der Brennstoffteilchen bei Dieselmaschinen nur 10 μ[16]) und bei Ölfeuerungen etwa 20 μ[17]), beim Staub dagegen bis zu 200 μ beträgt.

Da aber der Höchstwert der Linie der Kornverteilung bei feingemahlenem Kohlenstaub zwischen 10 und 20 μ liegt, so kann man auch für Kohlenstaub die Größenordnung des an Dieselmaschinen und Ölfeuerungen beobachteten Zündverzuges heranziehen. Ich habe aus vielen Beobachtungen an Staubfeuerungen ungefähr 0,05 bis 0,2 s Zündverzug ermittelt. Diese Werte zeigen, daß, ebenso wie das Öl während des Zündverzuges in der Dieselmaschine nur zu einem kleinen Teil verdampfen kann, auch die Entgasung des Staubes vor der Zündung nur ein geringes Maß erreicht und sich auf die Oberfläche beschränkt. Denn der Zündverzug ist viel zu kurz, als daß bei der geringen Wärmeleitfähigkeit der Kohle ihre pyrogene Zersetzung in nennenswertem Umfang eintreten könnte.

Die Größe des Zündverzuges ist maßgebend für den Verlauf des Anfangs der Verbrennungslinie in Abb. 3. Da für die hohen Belastungen nur Bruchteile von Sekunden als Gesamtbrennzeit zur Verfügung stehen, so

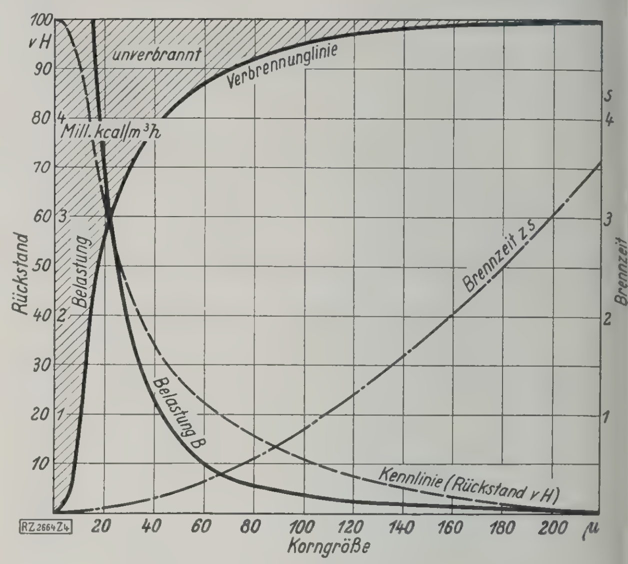


Abb. 4
Verbrennungslinie und Belastung in Abhängigkeit von der Korngröße.

erkennt man, welche große Bedeutung dem Zündverzug zukommt. Ihn zu vermeiden, ist somit die wichtigste Aufgabe der Brennzeitverkürzung.

Einfluß der Temperatur auf Zündverzug und Brennzeit

Die Belastung hängt von der Temperatur in unmittelbarer und in mittelbarer Weise ab. Gl. (4) zeigt zunächst, daß mit sinkender Feuertemperatur die Belastbarkeit des Feuerraumes steigt, weil das Rauchgasvolumen $V_0 T$ abnimmt. Auf der andern Seite ist nach

$$\frac{1}{z} = f\,(St, T, Ae) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

z auch eine Funktion der Temperatur in dem Sinne, daß mit steigender Temperatur die Brennzeit sinkt und damit die Belastbarkeit wächst, weil die Reaktionen der Wandlung und Verbrennung bei hoher Temperatur mit größerer Geschwindigkeit verlaufen. Diese beiden Einflüsse der Temperatur arbeiten sich also gewissermaßen entgegen, brauchen einander aber nicht auszuschließen. Denn für das Volumen ist die fühlbare mittlere Temperatur der Gasmasse im Verbrennungsraum, für die Reaktionsgeschwindigkeit dagegen ist die Temperatur des einzelnen Kohlenstaub- oder Gasteilchens oder der reagierenden Grenzschicht maßgebend. Beide Temperaturen sind voneinander verschieden.

Die Abhängigkeit der Belastung von der Gastemperatur ist eine einfache hyperbolische Funktion; in Abb. 5 ist sie für verschiedene Brennzeiten dargestellt. Man kann sich die Verbrennung einmal so geführt denken, daß sie in einem Raum mit der theoretischen Grenztemperatur erfolgt und daß dann erst die Gase im eigentlichen Arbeitsraum mit den Kesselheizflächen in Wärmeaustausch treten, wie in den Anfängen der Staubfeuerung mit ihren nahezu adiabatischen, ungekühlten Brennkammern, ähnlich wie noch heute in den metallurgischen Öfen. Findet dagegen die Verbrennung in einem Feuerraum mit gekühlten Wänden statt, so daß unmittelbar aus der Flamme Wärme an die Heizflächen abgegeben wird, Verbrennungs- und Arbeitsraum also identisch sind, und die mittlere Gastemperatur z. B. nur 1200 ° beträgt, so steigt für $z = 0{,}5$ s unter Berücksichtigung der Dissoziation die Belastung um 55 vH.

Die durch Temperatursenkung erzielbare Steigerung der Belastung ist um so höher, je kürzer die Brennzeit ist, und da sich außerdem der verzögernde Einfluß der Temperatursenkung auf die Reaktionsgeschwindigkeit bei feinem Staub mit kurzer Brennzeit weniger bemerkbar macht, wird die Temperatursenkung in erster Linie für hohe Feinheiten wichtig. Man muß sie durch unmittelbare Wärmeabgabe an die Kesselheizflächen herbeiführen; alle Mittel, die Wärmeübertragung zu beschleunigen, haben daher große

[12]) *Rosin-Rammler*, 5. Berichtsfolge des Kohlenstaubausschusses des Reichskohlenrates S. 8.
[13]) *Aufhäuser*, Brennstoff u. Verbrennung, 2. Teil. Berlin 1928.
[14]) *Neumann*, Z. Bd. 70 (1926) S. 1071.
[15]) „Engineering" Bd. 110 (1920) S. 756.
[16]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1090.
[17]) Z. Bd. 71 (1927) S. 415.

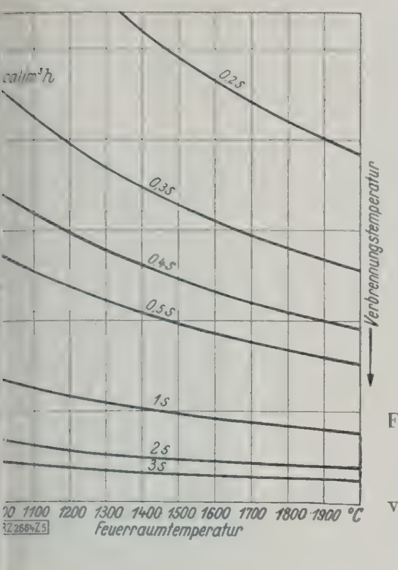


Abb. 5 Belastung des Feuerraumes als Funktion der Temperatur. Steinkohle von $H_u = 7000$ kcal/kg, verbrannt mit theoretischer Luftmenge.

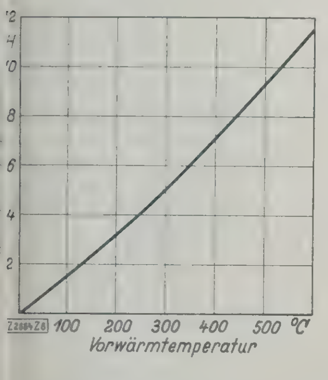


Abb. 6 Einfluß der Vorwärmung auf die Belastung.

ichtigkeit. Ihre Wirkung findet aber eine Grenze da, wo e abnehmende Reaktionsgeschwindigkeit die Brennzeit verngert und dadurch den Einfluß des Volumens ausgleicht.

Es gibt demnach bei den gewöhnlichen Staubfeuerunen eine bestimmte Temperatur, die einem Höchstwert der elastung entspricht und sich dadurch kennzeichnet, daß e Temperatur noch hoch genug ist, um ausreichende andlungs- und Verbrennungsgeschwindigkeit aufrechtzuhalten, aber doch so niedrig ist, daß sie einen Gewinn Belastung durch das kleinere Gasvolumen ergibt. Früher aubte man, daß hohe Belastungen nur durch möglichst ohe Feuerraumtemperaturen erzielbar seien, da man nur uf die Beschleunigung der Reaktion durch hohe Tempeaturen hinzielte und den Einfluß der Temperatursenung auf die Belastung außer acht ließ. Man stieß hierei immer wieder auf die bekannten Schwierigkeiten mit uerfesten Baustoffen, auf deren Überwindung ungeeure Arbeit verwendet wurde. Das Problem ist aber icht, die Temperatur im Feuerraum möglichst hoch zu rhalten, sondern sie möglichst tief zu senken und trotzem die Reaktionsgeschwindigkeit nicht zu verringern.

Der Einfluß der Temperatur auf die Wandlungs- und erbrennungsgeschwindigkeit von Kohlenstaub ist noch cht untersucht worden. Es handelt sich um Reaktionen weier verschiedener Phasen, die sich immer nur in einer renzschicht vollziehen und für deren Geschwindigkeit cht so sehr die mittlere Temperatur der Verbrennungsrodukte, als die augenblickliche Temperatur der Grenzhicht maßgebend ist. Hieraus folgt, daß die eigentliche erbrennung nahezu unabhängig von der Temperatur des euerraumes erfolgt.

Die Gastemperatur des Feuerraumes hat also weniger uf die Verbrennung als vielmehr auf die Wandlung entheidenden Einfluß. Adsorption und Autoxydation währnd der Wandlung sind ebenfalls exotherme Vorgänge, e ihre Geschwindigkeit durch die selbstentwickelte ärme steigern. Die Erwärmung des Brennstoffs aber, e Einleitung der ganzen Wandlung, ist ausschließlich n wärmeverbrauchender Vorgang, dessen Geschwindigkeit von allen für den Wärmeübergang maßgebenden Größen, insbesondere vom Temperaturgefälle abhängt. Somit wird klar, daß durch die Feuerraumtemperatur weitaus in erster Linie die Größe des Zündverzugs bestimmt wird.

Zahlentafel 4

Einfluß der Vorwärmung auf die Belastung

$$B = \left(\frac{H_u}{V_0} + \frac{Q}{V_0}\right) \frac{3600 \cdot 273}{T\,Z}$$

Vorwärm-Temperatur °C	$\frac{H_u + Q}{V_0}$	t_{max} °C	Belastung kcal/m³h	Belastung Zunahme vH
0	720	1820	339 000	
100	750	1870	343 000	+ 1
200	780	1915	350 000	+ 3,5
300	810	1960	356 000	+ 5
400	845	2000	365 000	+ 7,5
500	875	2040	372 000	+ 9,5
600	905	2080	378 000	+ 11,5

Hiermit ist die Aufgabe deutlich herausgearbeitet: Man muß die Gastemperatur im Feuerraum durch unmittelbare Wärmeabgabe möglichst weit senken, darf aber trotzdem die Geschwindigkeit der Wandlung nicht beeinträchtigen. Hierfür gibt es verschiedene Lösungen. Die erste und allgemeinste ist, eine günstigste Temperatur einzuhalten, indem man die Kühlflächen des Feuerraumes nur so groß bemißt, daß die Wärmeabgabe die Feuerraumtemperatur nicht unter die erforderliche Höhe senkt. Dieser Weg allein führt, weil er gleichzeitig den Zündverzug erhöht, nicht weit. Man muß daher die Erstluft möglichst hoch vorwärmen.

Nicht nur der Staub ist bei der Wandlung zu erhitzen, sondern auch die ganze damit eingeblasene Luft. Sie erhitzt sich in erster Linie durch Berührung mit der großen Oberfläche des Staubes, der sich unter dem Einfluß der Feuerraumstrahlung erwärmt. Kalte Verbrennungsluft wirkt somit kühlend auf den Staub und verlängert die Wandlungszeit. Je weniger man also bei gasarmen Kohlen über die Hilfe der Verbrennung flüchtiger Bestandteile verfügt, desto höher muß die Luft zur Beschleunigung der Wandlung vorgewärmt sein.

Aber auch die Belastung steigt, wie Zahlentafel 4 und Abb. 6 für Verbrennung von Steinkohle mit $H_u = 7000$ kcal/kg bei 25 vH Luftüberschuß zeigen. Denn in Gl. (3) wird der Zähler größer, da Vorwärmung gleichbedeutend mit höherem Heizwert ist, während dank der Dissoziation die Verbrennungstemperatur nicht proportional zunimmt. Daher wird die Feuerraumbelastung aus doppeltem Grund durch Luftvorwärmung höher. Allerdings bedeutet Dissoziation immer eine Verzögerung der vollständigen Verbrennung; sie betrifft aber die Reaktion schon gasförmiger Produkte und berührt deshalb die Brennzeit des eigentlichen Staubkornes nicht.

Es gibt noch einen dritten Weg zum Steigern der Feuerraumbelastung, der allerdings bei Staubfeuerungen noch nicht betreten worden ist. Bei Ölmaschinen mit Zünd- oder Vorkammer wird bekanntlich der Brennstoff ohne Luft eingespritzt unter einem Druck, der dem Ölstrahl im allgemeinen eine nur geringe Energie erteilt. Das eigentliche Brennstoff-Luft-Gemisch wird durch eine Teilverbrennung des Brennstoffes in der Vorkammer gebildet, und durch den in der Vorkammer entstehenden Überdruck werden die überschüssige Luft und die Abgase wirbelnd mit beträchtlicher Geschwindigkeit zusammen mit dem Brennstoff durch den Verbindungskanal zwischen Kammer und Brennraum (Zylinder) getrieben.

Man erkennt, daß ein solches Verfahren nur mit Unterbrechungen arbeiten kann, wenn die Frischluft lediglich durch den Kammermund eintritt, wie bei der Ölmaschine. Die kurzen Zeiten, in denen sich die geschilderte Bereitung des Brenngemisches vollziehen muß, erlauben kaum eine nennenswerte Wandlung des gesamten Brennstoffes zur Verbrennungsreife in der Vorkammer; sie findet für den Hauptteil des Brennstoffes erst im Arbeitszylinder statt. Die Bauarten der Vorkammermaschinen weichen voneinander ab, je nachdem mehr Gewicht auf Überdruck oder auf Übertemperatur in der Vorkammer gelegt wird.

Es wäre möglich, ein ähnliches Verfahren für die Staubfeuerung auszuarbeiten mit dem Ziel, durch Einbau einer Art Vorkammer an Brennkammerinhalt zu sparen. Im Gegensatz zur Ölmaschine wird diese Vorkammer ununterbrochen betrieben. Der Brennstaub muß aus bekannten Gründen mit Luft eingeblasen werden; abgesehen davon muß aber die Verbrennungsluft in der Vorkammer stetig ergänzt werden (was bei der mit Unterbrechungen arbeitenden Ölmaschinenvorkammer während des Verdichtungshubes durch Luftüberströmung aus dem Zylinder erreicht wird).

Der Zweck der Vorkammer einer Staubfeuerung ist weniger die Gemischbildung als die Vorbereitung des Brennstoffes für die Verbrennung, es sei denn, daß man in ihr beträchtliche Überdrücke zulassen will. In diesem Falle wäre ein Teil der Zweitluft im Querschnitt zwischen Zünd- und Brennkammer zuzuführen, damit die Brennfähigkeit des Gemisches gesichert ist. In der Zündkammer muß eine höhere Temperatur als die mittlere Temperatur des Feuerraumes herrschen, damit die Vorbereitungszeit für den größten Teil des Brennstaubes, d. h. der Zündverzug, verkürzt wird. Diese hohe Temperatur wird durch Verbrennung eines Teils der Staubmenge bei entsprechendem Wärmeschutz der Kammer erzielt; es ist wichtig, daß die Kammerwände annähernd die gleiche Temperatur haben, damit der Brennstaub die günstigsten Bedingungen für die Wärmeaufnahme vorfindet.

Die Wirksamkeit dieses Verfahrens beruht auf der Entlastung der Brennkammer von der Brennstaubvorbereitung, für die sie wegen anderer Forderungen nicht am günstigsten ausgebildet werden kann. Die Zündkammer liefert ein erheblich reaktionsfähigeres Brennstoffgemisch[18]) als die bisherigen Brennkammern bei niedrigerer mittlerer Brennkammertemperatur und vermindertem Zündverzug; sie kann also in mehrfacher Hinsicht die Belastung steigern.

Einfluß der aerodynamischen Verhältnisse (Wirbelung) auf die Belastung

Wandlung zur Verbrennungsreife und Verbrennung von Kohlenstaub sind Reaktionen zwischen festen und gasförmigen Stoffen, primär also reine Oberflächenreaktionen. Da auch die Reaktionsprodukte gasförmig sind, so bilden sie sehr bald eine Trennschicht zwischen dem festen Brennstoff und dem Sauerstoff der Luft, wodurch die chemische Reaktion zwischen beiden verlangsamt wird. Auch der physikalische Vorgang der ersten Erwärmung durch Berührung und Konvektion wird durch Trennschichten austretender Schwelgase verzögert. Schnelle Wandlung und Verbrennung setzt daher schnelle Zerstörung der Trennschichten voraus.

Temperatur und Sauerstoffkonzentration bestimmen die Reaktionsgeschwindigkeit. Die Temperatur der Grenzschicht ist, wie schon erwähnt, während der Wandlung niedriger, während der Verbrennung höher als die mittlere Temperatur der Verbrennungsgase im Feuerraum. Die Sauerstoffkonzentration nimmt in der Grenzschicht rasch ab. Frischer Sauerstoff wird nur zum kleinsten Teil durch Diffusion, zum überwiegenden durch die Bewegung der festen Stoffe gegenüber den Gasen herangeführt. Die Unterschiede der Masse von Staub, Luft und Gasen, die beim Einblasen und Schweben des Staubes zur Geltung kommen, sowie die durch Temperaturunterschiede bedingten Dichtenunterschiede der Gase selbst, haben wohl eine ständige Bewegung zur Folge, die aber ziemlich langsam verläuft und die Bildung von Trennschichten nicht verhindern kann. Trennschichten bedeuten aber verlangsamte Wandlung und verminderte Sauerstoffkonzentration und verlängern die Brennzeit. Ihre Zerstörung durch lebhafteste Bewegung von Brennstoff, Luft und Gasen gegeneinander, also durch Wirbelung, ist daher das wirksamste Mittel, um die Reaktion zu beschleunigen.

Bei allen Oberflächenreaktionen ist der Umsatz in der Zeiteinheit der reagierenden Fläche proportional. Beim Vermahlen auf übliche Staubfeinheit wird die Oberfläche des Brennstoffs auf etwa das Tausendfache vergrößert, aber hieraus darf man noch nicht schließen, daß auch die umgesetzten Mengen das Tausendfache betragen oder, umgekehrt, die Reaktion auf $^1/_{1000}$ verkürzt werde. Das wäre nur dann der Fall, wenn die gesamte Oberfläche der Staubteilchen als gleichzeitig frei reagierende Oberfläche wirken würde.

Bei den meisten Brennerkonstruktionen trifft das aber heute nicht zu. Man bläst den Staub in verhältnismäßig dichtem Strahl in die Feuerung ein; man vereinigt also im Brenner wieder, was man vorher unter Aufwand von Kraft und Kosten getrennt hat. Um daher die durch Vermahlen geschaffene Oberfläche auch zu frei reagierender zu machen, muß man erstens Staub und Luft möglichst gleichmäßig mischen, zweitens die sich sofort bildenden trennenden Reaktionsschichten zerstören. Da diese bei Staub infolge der großen freien Oberfläche sehr groß sind, müssen auch die Mittel zu ihrer Zerstörung kräftiger als bei stückiger Kohle sein. Gleichmäßige Mischung und Zerstören der Trennschichten erreicht man durch Wirbelung, die um so besser wirkt, je feiner von vornherein der Staub im Brenner aufgeteilt ist.

Die Verhältnisse in der Staubfeuerung sind insofern von der Rostfeuerung ganz verschieden, als Brennstoff und Luft gemeinsam in den Verbrennungsraum eintreten; ihr an sich kleiner Geschwindigkeitsunterschied ist um so geringer, je feiner der Staub vermahlen ist. Es ist bekannt, daß sich von einer bestimmten Grenze an Staub aus Gasen nicht mehr abscheidet; die Wirbelung wird daher um so dringender notwendig, je feiner der Staub ist. Bei Rostfeuerung dagegen ist der Brennstoff in Ruhe; Trennschichten werden daher von der vorbeistreichenden Luft sofort wieder zerstört. Leider sind Unterlagen aus Versuchen über den Einfluß der Wirbelung auf die Brennzeit des Staubes noch nicht vorhanden, und auch die mathematische Erfassung stößt auf die größten Schwierigkeiten.

Wenn auch die Strömung bei der Verbrennung ausgesprochen turbulent ist, so reicht dies doch nicht aus, um die für hohe Belastungen nötige kurze Brennzeit zu erzielen, so daß mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln künstliche Wirbelung erzeugt werden muß. Bei den kompressorlosen Dieselmaschinen hat man den Einfluß der Wirbelung viel besser erforscht und das Ergebnis erfolgreich konstruktiv verwertet.

Aus den ganzen Untersuchungen geht eins klar hervor: Wandlung und Verbrennung sind sehr verwickelte, aus vielerlei Reaktionen zusammengesetzte Vorgänge, deren Ablauf durch Feinheit, Temperatur und Wirbelung bestimmt wird. Es ist daher unmöglich, einen einzelnen Punkt dieses sehr labilen Verlaufes als den Zündpunkt herauszugreifen und ihn als Eigenschaft des Brennstoffes zu bezeichnen. Man mag nach besondern Vereinbarungen Zündpunkte im Laboratorium bestimmen und miteinander vergleichen, darf aber nicht vergessen, daß sie nicht von dem Brennstoff allein, sondern von einer Unzahl außerhalb liegender Einflüsse abhängen. Deshalb gibt es in technischen Feuerungen einen vergleichbaren Zündpunkt überhaupt nicht. Der Zündpunkt ist vielmehr die Antwort des Brennstoffs auf das Verhalten seiner Umgebung.

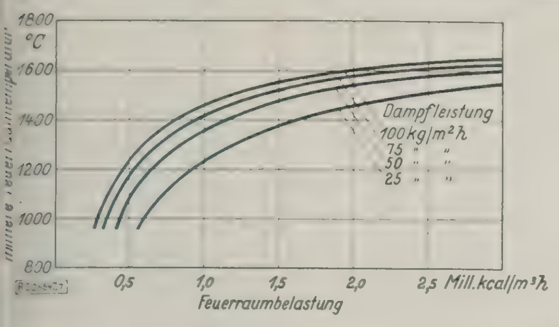
Die Grenzen der Belastbarkeit

Mit der Verkürzung der Brennzeit ist das Problem noch nicht ganz gelöst. Von einer gewissen Staubfeinheit an erreicht man beliebig hohe Feuerraumbelastungen und theoretisch wie technisch gibt es für die Vermahlung keine Grenze der Feinheit. Wohl aber gibt es wirtschaftliche Grenzen; denn die Mahlkosten erhöhen sich so schnell, daß sie die Ersparnis durch höhere Leistung der Kesselanlage wieder aufwiegen. Schon heute ist die Mahlanlage eine schwere Bürde für die Staubfeuerung, so daß man sich bemüht, mit der gröbsten Mahlung auszukommen.

Dagegen ist die Verbrennung von Kohlenstaub im Dieselmotor, von der Asche abgesehen, nichts weiter als ein Problem hoher Wandlungs- und Verbrennungsgeschwindigkeit, vom thermischen Standpunkt aus also eine reine Frage der Belastung. Beim Motor steht aber der Staub im Wettbewerb mit teurem Öl, so daß auch weitgetriebene Feinmahlung wirtschaftlich ist.

Die ganzen Untersuchungen galten bisher der Aufgabe, in einem Feuerraum eine möglichst große Wärmemenge zu entwickeln; ebenso wichtig aber ist es, diese Wärme nutz-

[18]) Vergl. *Rosin*, Selbstentzündlichkeit von Halbkoks, „Braunkohle" Bd. 27 (1928) S. 727.



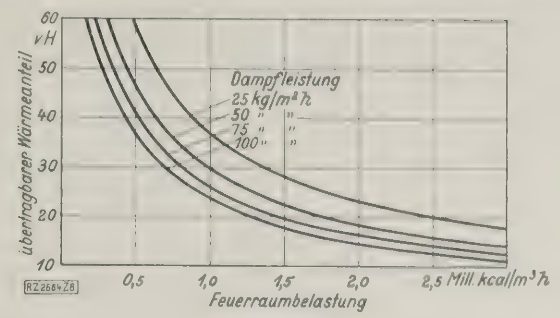


Abb. 7 und 8
Mittlere Feuerraumtemperatur und im Feuerraum übertragene Wärme eines 1000 m²-Kessels.

.abzuführen. Die Senkung der mittleren Gastempera- wurde notwendig, damit die Belastung gesteigert werden ı. Es fragt sich also, welche Wärmemengen über- ıt an die Kühlflächen eines Feuerraumes abgegeben len können und welche Temperatursenkung man dabei ılt. In Abb. 7 und 8 ist für die Verbrennung von Stein- enstaub von $H_u = 7000$ kcal/kg mit 1,25facher Luft- ge angenommen, daß fünf Seiten des kubischen Feuer- ıes aus wärmeaufnehmenden Kühlflächen beständen. Wärmeübergangszahl wurde mit 200 000 kcal/m²h[19]), höchsten bisher an Kohlenstaubfeuerungen gemessenen t, gewählt. Abb. 8 zeigt den Anteil der entwickelten me, der von den Kühlflächen aufgenommen werden ı, Abb. 7 die wirklichen Feuerraumtemperaturen, die infolge dieser Wärmeabgabe einstellen.

Schon bei 1 000 000 kcal/m³ h Belastung und 50 kg/m² h pfleistung beträgt die Temperatur 1360 °, und bei höheren Belastungen wird durch die Kühlung die Temperatur nur noch wenig gesenkt. Man erkennt daraus die Notwendigkeit, den Wärmeübergang an Kühl- und Heizflächen zu erhöhen. Dieses Geschwindigkeitsproblem betrifft nicht mehr die Brennzeit, sondern die Kühlzeit und ist ebenso bedeutungsvoll. Kurze Brennzeiten haben nur Sinn, wenn sie mit schneller Wärmeableitung verknüpft sind, sonst treten alle Schwierigkeiten mit Schlacke, Schäden an Feuerraumwänden und Flugasche auf, die bei überlasteten Feuerräumen bekannt sind.

Ebenso wie die Wärmemengen müssen auch die Verbrennungsgase abgeführt werden. Diese Grenze der Belastung ist durch die zulässige oder erreichbare Gasgeschwindigkeit bestimmt. Die theoretische Grenze der Gasabfuhr ist mit seiner Schallgeschwindigkeit erreicht; diese würde allerdings eine Belastung von rd. $100 \cdot 10^6$ kcal/m³ h ergeben, so daß hier die theoretischen Grenzen weit außerhalb der praktischen liegen. [B 2664]

[19]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1067.

Verwendbarkeit von Schwerölen im Explosionsmotor[1])

Beim Betrieb von Fahrzeugmotoren mit Schwerölen man dem Umstande Rechnung tragen, daß die chemi- ı und physikalischen Eigenschaften dieser Öle von ı der Benzine abweichen. Die Schweröle enthalten Kohlenwasserstoffe von der gleichen Gattung wie die ine, es überwiegen aber gerade die Kohlenwasser- , die die Klopffestigkeit vermindern. Im Vergleich Betrieb mit Benzin ist daher der Verdichtungsgrad nzt. Der durch den chemischen Aufbau bedingte Heiz- der Öle unterscheidet sich nicht wesentlich von dem Benzine.

Die Dampfdrücke der Schweröle sind bei gewöhnlicher emperatur sehr gering. Soll daher wie bei Benzin- b dem Motor ein Gemisch zugeführt werden, das den stoff annähernd dampfförmig enthält, so muß die schtemperatur bedeutend höher sein. Zur Sättigung Ansaugluft mit Benzindämpfen genügt im allgemeinen Anfangstemperatur von 15 °, für Schweröle muß diese eratur 80 bis 90 ° betragen. Die Öle verdampfen aber dann nur unvollständig, weil sie wegen ihrer höheren lächenspannung vom Vergaser schlechter zerstäubt n als Benzin und die Zeit zum völligen Verdampfen ausreicht. Erst bei wesentlich höherer Temperatur nsaugluft (rd. 120 °) erreichen die Schweröle die Ver- fgeschwindigkeit der Benzine.

Versuche, durch feinere Zerstäubung die geringe Ver- fgeschwindigkeit der Öle auszugleichen, hatten kein hbares Ergebnis. Daher wurde der Verbrennungsluft em Ansaughub vollständig verdampftes Schweröl bei- cht. Die Gemischtemperatur wird nahe der Sätti- temperatur von Luft und Öl erhalten, und es wird s nur die für einen Arbeitshub notwendige Brenn- enge verdampft.

Die Untersuchungen wurden im Maschinenlaboratorium echnischen Hochschule Braunschweig an einem stehen- Einzylinder-Viertaktmotor ausgeführt, der bei Betrieb Benzin und 1150 U/min 4 PS Nennleistung hat. Der mpfer wurde mit Auspuffgas beheizt, nachdem besondre Versuche gezeigt hatten, daß ein so beheizter Verdampfer für den Betrieb geeignet ist.

Untersucht wurden ein amerikanisches Gasöl mit 291 ° und ein russisches Gasöl mit 293 ° mittlerer Siedetemperatur. Der Verdichtungsgrad konnte nicht über 4,63 gesteigert werden, ohne daß unzulässiges Klopfen auftrat. Bei einem Motor mit günstiger geformtem Verbrennungsraum dürfte sich der Verdichtungsgrad steigern lassen.

Die Gemischtemperatur mußte wenigstens 85 ° betragen; sank sie unter die Sättigungstemperatur, so bildete sich nur Brennstoffnebel, der aber noch gut verarbeitet wurde. Die Gemischtemperatur darf daher etwas unter der Sättigungstemperatur liegen, wenn nur das Ansaugrohr eine gewisse Übertemperatur hat, die verhindert, daß sich das Öl flüssig an den Wänden niederschlägt. Bei zu hoher Gemischtemperatur sinkt der Füllungsgrad des Motors unnötig. Mit steigender Gemischtemperatur wurde überdies die Verbrennung unvollkommener.

Das günstigste Mischungsverhältnis von Luft und Brennstoff lag beim 1,1fachen des theoretischen Gemisches. Dabei ist große Vorzündung erforderlich, meist 25 °, damit die Verbrennung vollständig ist; dagegen wird das Klopfen durch große Vorzündung begünstigt. Änderungen der Drehzahl übten bis zu 1200 U/min auf die Vollständigkeit der Verbrennung der Öle keinen Einfluß aus.

Der Auspuff war sauber, die Ventile und der Verbrennungsraum blieben frei von Verkrustungen, wenn die richtige Gemischtemperatur eingehalten wurde. Zum Anlassen war reiches Gemisch erforderlich. Die Verdünnung des Schmieröles beim Betrieb mit Gasöl war nicht stärker als bei Benzinbetrieb.

Die Leistung, die der Motor bei Betrieb mit Öl erreichte, blieb bei gleicher Verdichtung im Mittel um 8 vH hinter der mit Benzin zurück. Der nutzbare thermische Wirkungsgrad von 18,9 vH war hierbei um 5,5 vH kleiner als der mit Benzin erreichbare von 20 vH. Der Betrieb mit Öl ist dennoch billiger, weil der Unterschied im Wirkungsgrad durch den Preisunterschied der Brennstoffe ausgeglichen wird. Die Brennstoffkosten, bezogen auf die Nennleistung, betragen 0,141 *RM*/PSh bei 312 g/PSh Benzinverbrauch und 0,042 *RM*/PSh bei 325 g/PSh mittlerem Gasverbrauch, sind also bei Schwerölbetrieb um rd. 70 vH niedriger.

Ludwigshafen (Rhein) [M 2642] Dr.-Ing. *E. Drenckhan*

[1]) Auszug aus der von der Techn. Hochschule Braunschweig nigten Dissertation des Verfassers.

Leerlaufeinrichtungen an Lokomotiven

Von F. MEINEKE, Berlin

Heißdampflokomotiven brauchen für den Leerlauf Druckausgleicher, für die bisher beson[...] durch Ventil abschließbare Verbindungsleitungen der Zylinderenden benutzt worden [...] Diese Vorrichtungen verursachen Kosten und Dampfverluste, so daß sie in steigendem [...] ersetzt werden durch eine besondere Ausbildung der Steuerorgane selbst. Eine A[...] solcher Bauarten wird beschrieben.

Von den noch im Jahre 1920[1]) gebräuchlichen drei Gruppen, nämlich Luftventilen, Druckausgleichern und Umlaufvorrichtungen, sind im Lauf achtjähriger Entwicklung die Luftventile sehr zurückgedrängt und die Umlaufvorrichtungen nicht weiterverbreitet worden.

Der größte Mangel der Luftventile besteht darin, daß das Schmieröl bei Luftzufuhr verbrennt und daß dabei auch noch schädliche Rückstände auf den Gleitflächen zurückbleiben können. In den ersten Jahren des Heißdampfbetriebes wagte man noch nicht die hohen Dampftemperaturen von 400 ° wie jetzt, und deshalb wurde auch nicht immer der Entflammungspunkt des Öles erreicht. Wo man sich mit niedrigeren Dampftemperaturen begnügt, werden auch — noch der Einfachheit wegen — Luftventile viel benutzt, aber ihre Schädlichkeit ist seit Jahren bekannt[2]).

Die Umlaufvorrichtungen bestanden in der Verbindung der Ein- und Ausströmrohre; sie waren vorteilhaft bei zweizylindrigen Verbundmaschinen, wo die großen Niederdruckzylinder unbequem große Querschnitte der Druckausgleicher erfordert hätten. Mit diesen Lokomotiven ist auch die Berechtigung der Umlaufvorrichtungen geschwunden; sie haben aber gut gearbeitet.

Demnach sind nur

die Druckausgleicher

übriggeblieben, die beide Kolbenseiten miteinander verbinden. Als Abschlußorgane haben sich des leichten Ganges und dichten Schlusses wegen nur Ventile gehalten. Aber auch der Gedanke, die Steuerorgane selbst zum Druckausgleich zu benutzen, den ich 1908 zuerst bei Ventilsteuerung und 1909 bei Schiebersteuerung verwirklicht habe, ist in verschiedenen Formen lebendig geblieben.

[1]) Vergl. *Meineke:* Leerlaufeinrichtungen an Lokomotiven, Z. Bd. 64 (1920) S. 784.

[2]) *R. P. Wagner:* Die Schmierung der unter Dampf gehenden Teile der Heißdampflokomotive, Z. Bd. 69 (1925) S. 1589.

Druckausgleich mittels Ventilen. [...] Druckausgleicher der Deutschen Reichsbahn-Gesellsc[...] Abb. 1 und 2, ist für ihre Lokomotiven genormt. E[...] hervorgegangen aus der Bauart *Müller*, Abb. 3 und 4, [...] es mag dahingestellt sein, ob er der Ursprungsform [...] legen ist. Die neueste *Müllersche* Bauart, Abb. 5, ist je[...] falls sehr einfach und leicht zerlegbar; auch die Fo[...] rung nach kleinen schädlichen Räumen und Flächen[...] wie glattem Durchfluß sind gut erfüllt.

Allen diesen Ventilen gemeinsam ist das Öffnen mit[...] Hand mittels Druckluft und das Schließen durch Schie[...] kastendruck, verstärkt durch den Druck des überströmen[...] Dampfes oder Federn. Bei offenem Druckausgleicher k[...] hoher Schieberkastendruck nicht entstehen, so daß zunä[...] Frischdampf frei ausströmen würde. Wenn man den ü[...] strömenden Dampf wie in Abb. 5 geschickt leitet, verst[...] er die Schließkraft, so daß die Ventilkolben sofort in[...] Schlußstellung gehen. Die Überströmquerschnitte wer[...] jetzt so reichlich bemessen, daß zu große Dampfgeschw[...] digkeiten, Strömungswiderstände und Erwärmungen [...] mieden werden und die früher hinzugefügten Luftve[...] entbehrlich sind.

Druckausgleich mittels der Steu[...] organe. Die Steuerorgane selbst zum Druckausgl[...] zu benutzen, bietet den Vorteil, daß besondere Vorrich[...] gen mit all ihren Nachteilen (Kosten, Undichtheiten, [...] ßerer schädlicher Raum) vermieden und die Steuerorg[...] selbst geschont werden. Bei Ventilsteuerung gelang [...] Verwirklichung stets ohne Schwierigkeiten, sowohl un[...] telbar mit der Hand als auch mittels Druckluft. Auch [...] der Lentz-Steuerung werden die Ventile neuerdings a[...] hoben, Abb. 6 und 7, Bauart *Rihosek.*

Viel schwieriger ist es, die Kolbenschieber zum Dru[...] ausgleich heranzuziehen. Bei der ersten Bauart von 1[...] für die Moskau–Kasan-Bahn wurden die Schieberkol[...]

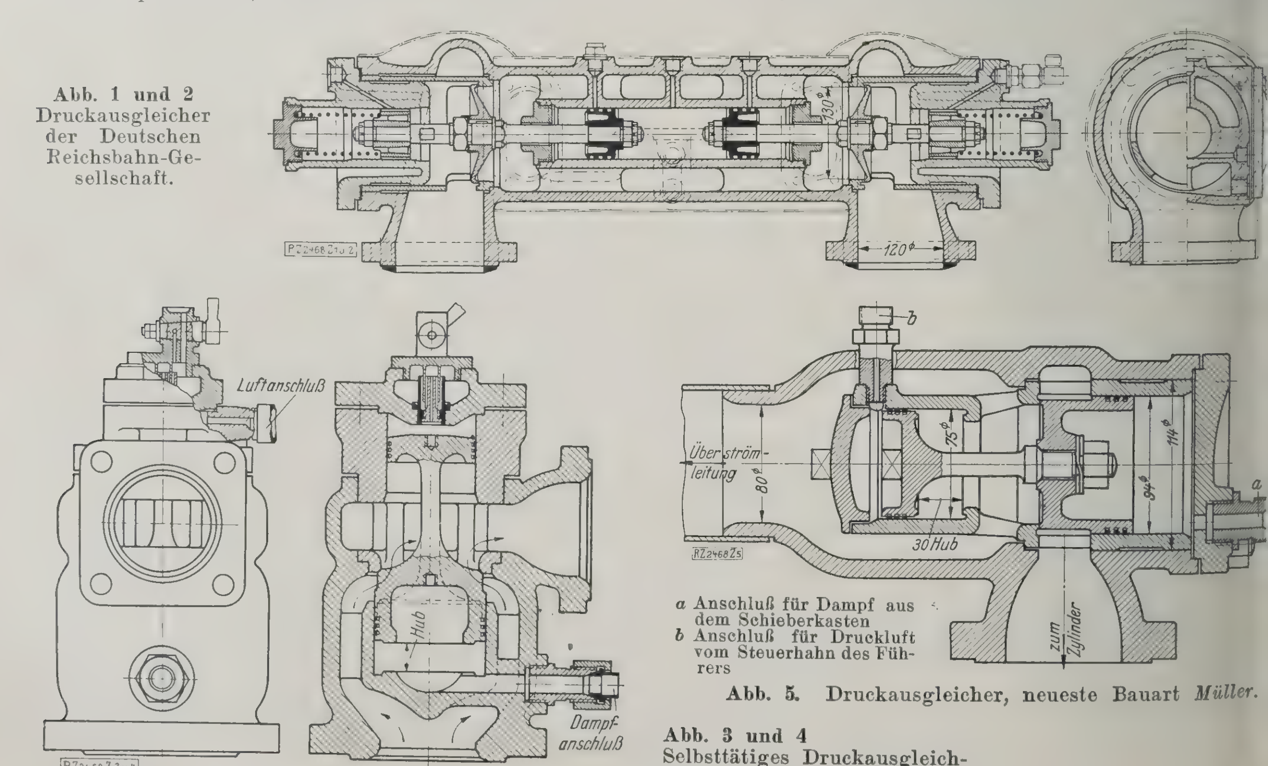


Abb. 1 und 2 Druckausgleicher der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

a Anschluß für Dampf aus dem Schieberkasten
b Anschluß für Druckluft vom Steuerhahn des Führers

Abb. 5. Druckausgleicher, neueste Bauart *Müller*.

Abb. 3 und 4 Selbsttätiges Druckausgleich-Eckventil, Bauart *Müller*, stehend.

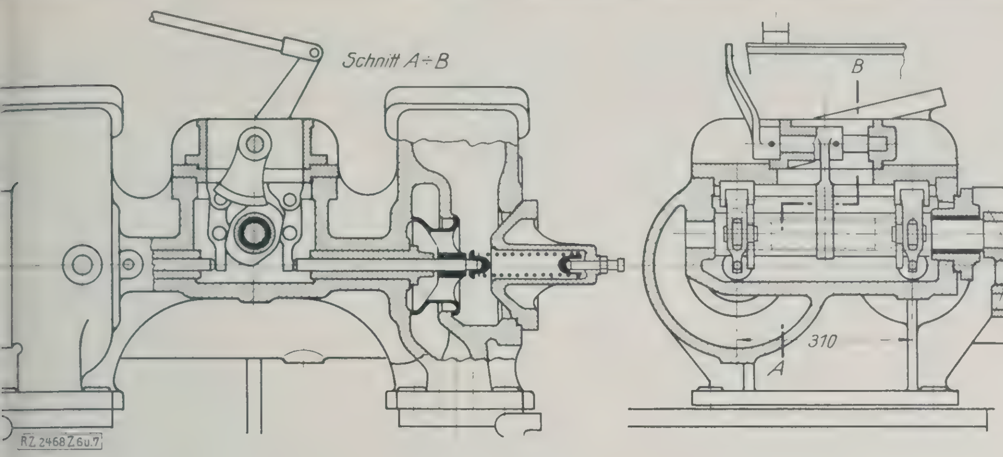


Abb. 6 und 7 Druckausgleicher für Ventilsteuerung, Bauart *Rihosek.*

m Frischdampfdruck auseinander gegen Anschläge der hieberstange gedrückt. Bei Leerlauf konnten sie in den neren Totpunktlagen stehenbleiben. Das war sehr ein-:h und ergab vorzüglichen Druckausgleich infolge der llgeöffneten Ausströmung, jedoch schlugen die Kolben im Dampfgeben so heftig gegen die Anschläge, daß sie ld zerstört wurden. Deshalb dämpfte *Trofimoff* den Schlag it einem Luftkissen, Abb. 8 und 9, das sich zwischen m großen scheibenförmigen Anschlag und dem Kolben-hieber bildet. Diese Bauart wird in großem Umfang auf n Lokomotiven der russischen Bahnen benutzt.

Ein Schlag wird auch dann vermieden, wenn die Schie-rkolben mittels Reibungsfedern abgebremst werden, ob. 10. Man kann die erforderliche Reibungsarbeit sogar rechnen. Bei Stillstand werden die Schieberkolben mit ner Kraft $P = f R$ festgehalten (R = Anpreßdruck r Schieberringe an die Laufbüchse, f = Reibungswert der ihe, etwa = $^1/_6$). Der Dampfdruck muß erst eine Größe $= \frac{P}{d_k^2 \frac{\pi}{4}}$ (d_k = Schieberdurchmesser) erlangen, bis er ese Reibung überwindet. Sind die Kolben dann in Be-egung, so geht die Reibung auf den Wert $P \mu$ herab (μ wa = $^1/_{20}$). Bei einem größten Schieberhub s ist die größte fzunehmende Arbeit $A = P (f - \mu) s$. Bei der ersten usführung eines solchen Schiebers mit Uerdinger Ringfeder betrug der Federhub nur wenige Millimeter, so daß zwar große Kräfte, trotzdem aber kein Schlagen auftrat. Um die Arbeit A mit größerem Hub aufzufangen, wurden nach Abb. 10 die Federringe durch aufgeschnittene Ringe ersetzt.

Bei der Bauart von *Nicolai*, Abb. 11, bleiben nicht die Schieberkolben stehen, sondern der Schieber ist so geteilt, daß nur die Austrittkante mit der Schieberstange verbunden bleibt, während die Eintrittkante beim Verschwinden des Dampfdruckes nach innen geschoben wird. Auf diese Weise werden ausreichende Umlaufquerschnitte freigegeben. Die bewegten Massen sind zwar kleiner, aber sie werden elastisch aufgefangen, und Schläge sind nicht zu vermeiden.

Die Bauart *Müller*, Abb. 12, ist der vorhergehenden insofern ähnlich, als auch hier die Schieberkolben nicht stillstehen. Sie werden im ganzen so weit einander genähert, daß die Ausströmung nicht mehr überdeckt wird. Zu dem Zweck wird Dampf durch die hohle Schieberstange eingeführt, wobei sich eine Feder spannt, die den Rückhub besorgt. Mittels Drosselbohrungen kann man sanft und geräuschlos schließen. Die Vorrichtung wirkt aber nicht selbsttätig, im Gegensatz zu denen nach Abb. 8 bis 11. Neuerdings gibt es auch für die Federn Stahl, der die Heißdampftemperatur von 400° aushalten soll.

Abb. 8 und 9 (links) Druckausgleichschieber, Bauart *Trofimoff.*
a Stützscheiben
b Kolbenschieber

Abb. 10 (rechts) Druckausgleichschieber, Bauart *Meineke.*

Abb. 11 (unten) Druckausgleichschieber, Bauart *Nicolai.*

Die Schieber nach Abb. 8 bis 10 können ohne weitere Veränderungen eingebaut werden, während die Konstruktionen nach Abb. 11 und 12 längere Schieberlaufbüchsen erfordern. Bei den Schiebern nach Abb. 8 bis 10 sind im Leerlauf die geringsten Massen bewegt, weil die Schieber ganz still stehen. Infolgedessen schont man die Steuerungsgelenke und die Schiebergleitflächen.

Die großen Vorzüge der Druckausgleichschieber erklären die zahlreichen neuen Bauarten, nachdem die feststehenden Druckausgleicher einen großen Grad von Vollkommenheit erreicht haben, der ihre grundsätzlichen Mängel aber nicht beseitigen kann. [B 2468]

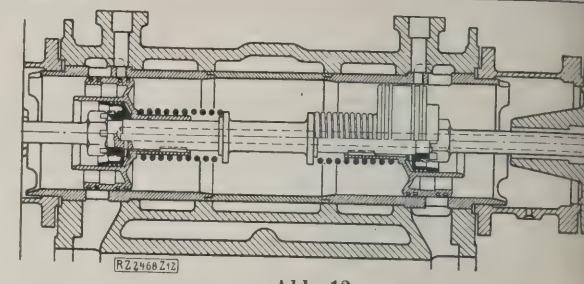


Abb. 12
Druckausgleichschieber, Bauart *Müller*.

Einachsschleppkran

Die „MIAG", Mühlenbau- & Industrie-Akt.-Ges., Braunschweig, hat seit einiger Zeit einen elektrisch betriebenen Schleppkran auf den Markt gebracht, den man zum Be- und Entladen von Güterwagen, Abb. 1, Lastkraftwagen und Straßenfuhrwerken und zum Hochstapeln von Kisten, Ballen, Fässern und Säcken, Abb. 2, verwenden kann. Der Schleppkran wird in zwei Größen hergestellt, und zwar für 500 bis 1000 kg und für 1000 bis 2000 kg Tragkraft. Er kann auf jedem einigermaßen festen Gelände fahren, da seine Laufräder gummibereift und gut abgefedert sind. Beim Fahren braucht er eine geringe Wegbreite und zum Durchfahren von Toren eine lichte Durchfahrthöhe von 2900 bis 3000 mm Dmr. Er kann auf der Stelle wenden. Außer den beiden Treibrädern haben die beiden Kranausführungen am Auslegerende zwei oder vier Stützräder, am Führerstandende ein oder zwei Lenkräder.

Man kann den Schleppkran auch zum Verschieben von Eisenbahnwagen benutzen, die er entweder mit der Kette zieht oder mit Hilfe eines seitlich herausschiebbaren Stoßwinkels drückt, Abb. 3.

Der Ausleger, der steil nach oben und schräg nach unten gewippt werden kann, besteht aus Mannesmannrohr. Die größte Hubhöhe über Flur beträgt 5,6 m, unter Flur 8 m. In dem schmiedeisernen Wagen sind die beiden Windwerke für das Wippen des Auslegers und für das Heben und Senken der Last eingebaut. Durch ein Wechselgetriebe werden vom Fahrmotor auch beide Windwerke angetrieben. Der Motor ist ein Gleichstrom-Hauptstrommotor und leistet 3/7/10 PS, er ist hochliegend angeordnet, völlig gekapselt und als langsam laufender Bahnmotor von großer Bedeutung für die Betriebsicherheit und Wartung. Das Fahrwerk hat breite doppelgummibereifte Räder und eine schwingungsdämpfende Blattfederung. Zur Übertragung der Antriebenergie des Motors dient ein Differentialgetriebe, ein gleiches Getriebe ist für die Windwerke eingebaut. Die Geschwindigkeit beim Senken der Last läßt sich steigern bis zu rd. 6 m/s. Die Ladung der in den kleineren Kran



Abb. 3
Der Schleppkran beim Verschieben von Eisenbahnwagen.

eingebauten Akkumulatorenbatterie reicht bei voller Hub-höhe zum Löschen von 50 Eisenbahnwagen mit je 10 t Inhalt aus, bei geringerer Hubhöhe für entsprechend mehr, während der größere Kran bis 110 Eisenbahnwagen mit nur einer Batterieladung entlädt. Die für alle drehenden Teile verwendete Kugel- und Rollenlagerung gewährleistet einen verhältnismäßig niedrigen Stromverbrauch. [M 2746]

Braunschweig Dipl.-Ing. *E. Gascard*



Abb. 1
Einachsschleppkran beim Entladen von Güterwagen.



Abb. 2
Der Schleppkran beim Stapeln von Ballen.

;eistungs- und Zugkraftkurven der Diesellokomotive

Von Prof. Dr.-Ing. Gg. MANGOLD, Danzig-Langfuhr

Aus den Leistungs- und Zugkraftdiagrammen verschiedener Diesellokomotiven kann festgestellt merden, daß die Diesellokomotive mit unmittelbarer und mittelbarer Übertragung und Aufladung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine das kleinste Lokomotivgewicht bei günstigem Gesamtwirkungsgrad ergeben muß.

)er Eisenbahnbetrieb erfordert, daß die Zugkraft der Lokomotive mit sinkender Fahrgeschwindigkeit er-lblich zunimmt. Die Dampflokomotive wird diesen Er-rdernissen gerecht. Sie stellt im wesentlichen eine raftanlage dar, deren größte Leistung bei der der vor-ilhaftesten Fahrgeschwindigkeit entsprechenden Ge-hwindigkeit vorhanden ist und bei der diese Leistung it sinkender Geschwindigkeit bis zur Reibungsgeschwin-zkeit v_r verhältnismäßig wenig abnimmt. Nach *Strahl*[1]) i das Verhältnis der indizierten Grenzleistung L_i einer impflokomotive bei der Fahrgeschwindigkeit v zu der ichstleistung L_i' bei der vorteilhaftesten Geschwindig-it v':

$$\frac{L_i}{L_i'} = 0{,}6\left(2 - \frac{v}{v'}\right)\frac{v}{v'} + 0{,}4 \quad \ldots\ldots (1).$$

Die Zylinderzugkräfte Z_i ergeben sich dann mittels r Beziehung:

$$Z_i = \frac{270\, L_i}{v} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2).$$

mmt man den mechanischen Wirkungsgrad der Über-agung vom Dampfzylinder auf den Treibradumfang als nstant an, so gelten die Beziehungen (1) und (2) auch r die Leistung L und die Zugkraft Z_t am Treibrad-ıfang, Abb. 1 und 2, wobei das Zugverhältnis an der ibungsgrenze der 2 C 1-Einheits-Schnellzuglokomotive[2]) r einen Reibungswert = 1/5 eingetragen ist.

Die klassische Dieselmaschine entspricht als mit den eibachsen unmittelbar gekuppelte Antriebmaschine für komotiven nicht den Anforderungen des Eisenbahn-triebes, da ihre Leistung sich ziemlich angenähert ver-ltnisgleich ihrer Umdrehungszahl oder der Lokomotiv-schwindigkeit ändert. Um die Diesellokomotive diesen forderungen anzupassen, gibt es für die Kraftübertra-ng vom Dieselmotor auf die Treibräder eine Reihe von glichkeiten, die sich in folgende vier Gruppen zu-mmenfassen lassen:

1. Die mittelbare Kraftübertragung, und zwar auf elektrischem Wege, mittels Zahnradgetriebe mit schaltbarer Übersetzung, mittels Gasen und Dämpfen und Flüssigkeitsgetriebe[3]),
2. Die unmittelbare Kraftübertragung mit Aufladung der Dieselmaschine nach der Zunahme der Zugkraft[4]).
3. Die mittelbare und unmittelbare Kraftübertragung[5]).
4. Die mittelbare und unmittelbare Kraftübertragung mit Aufladung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine nach der Zunahme der Zugkraft[6]).

Im folgenden sollen die Leistungs- und Zugkraftkurven dieser vier Kraftübertragungsarten miteinander verglichen werden. Für die Wirtschaftlichkeit der Zugbeförderung und der Fahrplanbildung ist bei der Dampflokomotive die kleinste Geschwindigkeit an der Grenze der Kesselleistung und die größte an der Reibungsgrenze, d. i. die Reibungsgeschwindigkeit, maßgebend.

Soll deshalb eine Diesellokomotive in ihrer Leistungsfähigkeit einer Dampflokomotive gleichwertig sein, so müssen bei gleichen Höchstleistungen bei der vorteilhaftesten Fahrgeschwindigkeit der beiden Lokomotiven die Leistungen bzw. die Zugkräfte bei der Reibungsgeschwindigkeit mindestens gleich sein.

Bei der mittelbaren Übertragung lassen sich bekanntlich Leistungs- und Zugkraftkurven wie bei der Dampflokomotive erzielen, so daß es sich erübrigt, hierauf einzugehen.

Die unmittelbare Kraftübertragung mit Aufladung des Dieselmotors nach der Zunahme der Zugkraft

Die erste Diesellokomotive, die im Jahre 1911 von Klose-Sulzer-Borsig für die Preußische Staatsbahn ausgeführt wurde, war ihrem Wesen nach eine Diesellokomotive mit unmittelbarer Übertragung und Aufladung nach der erforderlichen Zunahme der Zugkraft. Die Zweitakt-Dieselmaschine wurde aufgeladen, indem man eine größere oder kleinere Menge verdichteter Luft in die Verbrennungszylinder am Ende des Verdichtungshubes einführte. Zum Anfahren arbeiteten die Dieselzylinder bis zu einer Geschwindigkeit von etwa 10 km/h mit Druckluft, und wurden dann auf Brennstoffbetrieb umgeschaltet[7]). Diese erste Diesellokomotive hatte keinen dauernden Erfolg. Einen Vorschlag ohne praktische Bedeutung einer unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive hat *Seiliger* gemacht: Aufladung durch Erhöhung des Druckes der Ansaug- oder Spül- und Ladeluft, veränderliche Verdichtungsräume, um zu hohe Verdichtung zu vermeiden, Anfahren mit Druckluft[8]).

Die Größe der Aufladung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine ergibt sich aus dem Leistungsdiagramm, bezogen auf den Treibradumfang. In Abb. 3 bedeutet OAB die Leistungskurve der Dampflokomotive, wie sie etwa der 2 C 1-Einheits-Schnellzuglokomotive entspricht. Bei der vorteilhaftesten Geschwindigkeit muß die Lokomotive ihren besten Gesamtwirkungsgrad haben, und die Diesellokomotive arbeitet deshalb ohne Aufladung. Durch die Leistung bei dieser Geschwindigkeit liegen ihre Abmessungen fest, so daß die Gerade OB die Leistungskurve der unaufgeladenen Dieselmaschine unter Annahme eines unveränderlichen mechanischen Wirkungsgrades darstellt. Soll die Diesellokomotive die gleichen Zugkräfte wie die Dampflokomotive ausüben, so ergibt sich aus der erforderlichen Zugkraft bei der Reibungsgeschwindigkeit die Aufladung der Dieselmaschine zu 110 vH. Die senkrechten Strecken zwischen OAB und OB stellen die Leistungen, die der Aufladung der Dieselmaschine entsprechen,

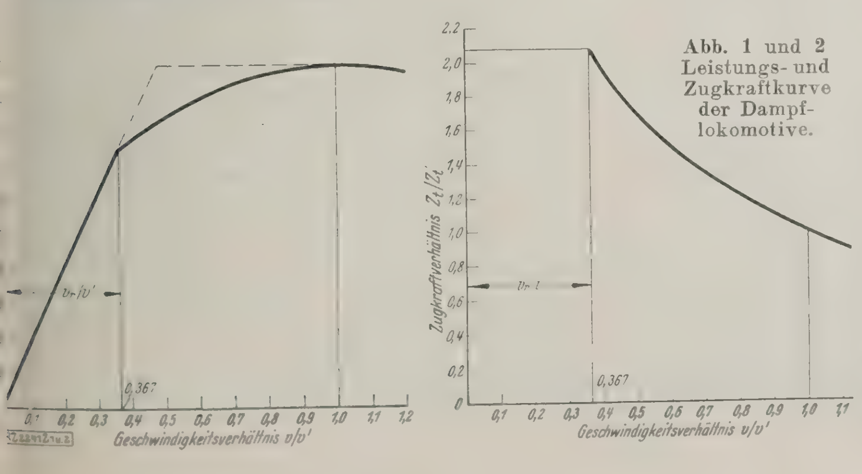


Abb. 1 und 2 Leistungs- und Zugkraftkurve der Dampflokomotive.

[1]) *Strahl:* Verfahren zur Bestimmung der Belastungsgrenzen der mpf-Lokomotiven, Z. Bd. 57 (1913) S. 254.
[2]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1725.
[3]) s. Dr.-Ing. *H. Brown*: Der heutige Stand des Diesellokomotives, „De Ingenieur" Bd. 41 (1926) S. 949.
[4]) Sonderheft Eisenbahnwesen, VDI-Verlag, Berlin 1925 s. a. [3]).
[5]) DRP 304 838 von Dr.-Ing. *Kreglewski.*
[6]) DRP a. M 94 552 vom 3. 5. 1926 vom Verfasser.
[7]) *Sternenberg*: Die erste Thermolokomotive, Z. Bd. 57 (1913) S. 1325.
[8]) Sonderheft Eisenbahnwesen, VDI-Verlag, Berlin 1925.

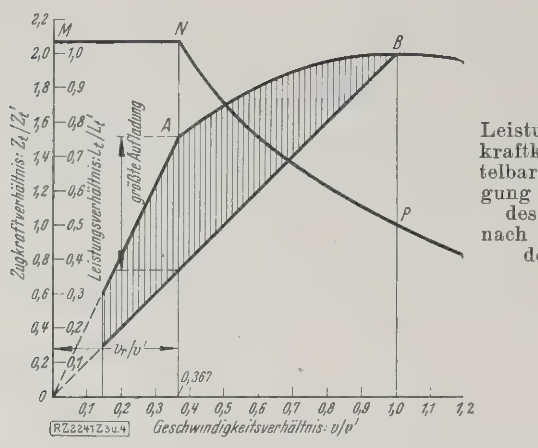


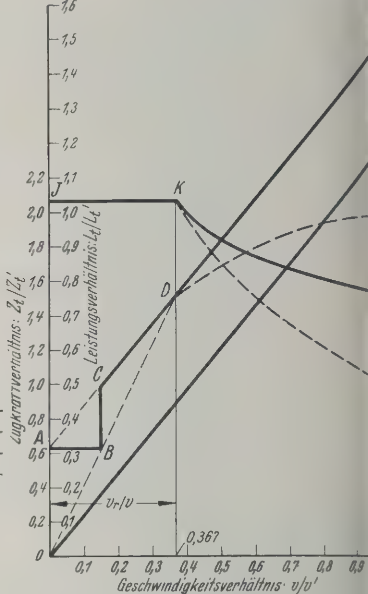
Abb. 3
Leistungs- und Zugkraftkurve der unmittelbaren Kraftübertragung mit Aufladung des Dieselmotors nach der Zunahme der Zugkraft.

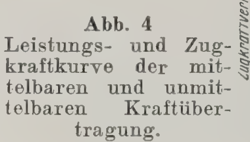
dar. Sie ist demnach bei der Reibungsgeschwindigkeit am größten und nimmt auf null bei der vorteilhaftesten Geschwindigkeit ab. Die Zugkräfte der Dampflokomotive und der Diesellokomotive mit 110 vH Aufladung zeigt die Kurve *MNP*.

Die Größe der Hilfsdieselmaschine zum Anfahren ergibt sich aus der erforderlichen Zugkraft und Geschwindigkeit, bei der die Zündung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine mit Sicherheit einsetzt. Es kann angenommen werden, daß diese bei 40 U/min sicher zündet. Bei der 2 C 1-Einheits-Dampflokomotive mit 2 m Treibrad-Dmr. und 110 km/h vorteilhaftester Geschwindigkeit entspricht die Umdrehungszahl etwa 15 vH der vorteilhaftesten Geschwindigkeit, so daß sich die Anfahrleistung am Treibrad zu $0{,}15 \cdot 2{,}07 = 0{,}31$ der Höchstleistung der Lokomotive ergibt. Der Übertragungswirkungsgrad von der Welle der Hilfsdieselmaschine auf die Treibräder beträgt selbst bei Vorerwärmung der Druckluft mittels der Auspuffgase höchstens 0,6, da die Füllung der als Druckluftzylinder arbeitenden Dieselzylinder sehr groß sein muß. Damit ergibt sich die Leistung der Hilfsdieselmaschine zu 51 vH der Höchstleistung der Lokomotive. Von der Hilfsdieselmaschine werden außer dem Aufladegebläse noch die andern Hilfsmaschinen angetrieben, d. s. die Lüfter für den Wasser- und Ölkühler und, bei Verwendung einer im Zweitakt arbeitenden unmittelbar übertragenden Dieselmaschine, die Spülpumpe. Der Antrieb eines Einblaseluftverdichters kommt nicht in Betracht, da für die Lokomotive zweckmäßigerweise kompressorlose Maschinen gewählt werden. Demgemäß beträgt die Belastung der Hilfsdieselmaschine bei der vorteilhaftesten Geschwindigkeit höchstens ⅕ ihrer Höchstleistung. Hieraus ergibt sich somit, daß bei Diesellokomotiven mit unmittelbar übertragenden Dieselmaschinen Hilfsdieselmaschinen mit großer Leistung untergebracht werden müssen, die bei der Höchstleistung der Lokomotive nur ganz schwach belastet sind. Bei dieser Art der Diesellokomotive muß also ein großes totes Gewicht mitgeführt werden. Sie wird infolgedessen sehr schwer und teuer in der Ausführung. Außerdem verschlechtert die geringe Belastung der Hilfsdieselmaschine den Gesamtwirkunsgrad.

Die mittelbare und unmittelbare Kraftübertragung

In der deutschen Patentschrift Nr. 304 838 aus dem Jahre 1914 wird eine Brennkraftlokomotive mit mehreren selbständigen Antriebmotoren vorgeschlagen, von denen die Hauptmotoren unmittelbar mit den Treibachsen gekuppelt sind und die Nebenmotoren die Leistung auf die Treibachsen oder besondere Lauf- und Drehgestellachsen irgendwie mittelbar übertragen. Die Lokomotive fährt mit den Dieselmotoren für die mittelbare Übertragung an. Bei einer bestimmten Lokomotivgeschwindigkeit wird die Zündung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine eingeschaltet, so daß nun die Kraft zugleich mittelbar und unmittelbar übertragen wird. Infolge dieser Unterteilung wird ein sicheres Anfahren der Lokomotiven erzielt. Die Hilfsmaschinen läßt man zweckmäßigerweise von der Dieselmaschine für die mittelbare Übertragung antreiben. Die untere Grenze der mittelbaren Übertragung ist durch das Anfahren der Lokomotive gegeben. Bezogen




Abb. 4
Leistungs- und Zugkraftkurve der mittelbaren und unmittelbaren Kraftübertragung.

auf die Höchstleistung beträgt die Leistung am Trei radumfang der 2 C 1-Einheits-Schnellzug-Dampflokomoti bei 15 vH der vorteilhaftesten Geschwindigkeit d 0,31fache. Damit liegt für die Diesellokomotive die Grö der kleinsten mittelbaren Übertragung fest. Die Grö der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine ergibt si aus der erforderlichen Gesamtleistung bei der Reibung geschwindigkeit.

In Abb. 4 bedeutet *ABCDE* die Leistungskurve d mittelbar und unmittelbar übertragenden Diesellokomotiv Die Gerade *OF* stellt die Leistung der unmittelbar Übertragung allein dar. Bei der mittelbaren Übertragu ist angenommen, daß der Wirkungsgrad der Übertragu unabhängig von der Geschwindigkeit ist. Je nach d Veränderlichkeit dieses Wirkungsgrades mit der G schwindigkeit, die von der Übertragungsart abhängt, wi die mittelbar übertragende Leistung bei der vorteilhaf sten Geschwindigkeit größer oder kleiner als der ei gezeichnete Wert. Zum Vergleich ist die Leistungskur *ODG* der Einheits-Schnellzug-Dampflokomotive ei gezeichnet. Die entsprechenden Zugkraftkurven sind *IK* für die Diesel- und *IKM* für die Dampflokomotive. A dem Vergleich der Leistungskurven beider Lokomotiv folgt, daß bei der Diesellokomotive die Höchstleistung b trächtlich höher als bei der Dampflokomotive sein mu um bei der Reibungsgeschwindigkeit die gleiche Leistu bzw. Zugkraft wie bei der Dampflokomotive zu erreiche und zwar ist sie um so größer, je kleiner die mittelba Übertragung ist.

Die Zugkraft bei der Reibungsgeschwindigkeit i bestimmend für das zu ziehende Wagengewicht. Demna kann diese Diesellokomotive bei der vorteilhaftesten G schwindigkeit ihre Leistung nicht voll ausnutzen. D Dieselmaschinen müssen dabei mit kleinerer B lastung als der der Vollast entsprechenden arbeiten. B der vorteilhaftesten Geschwindigkeit muß sie deshalb e großes totes Gewicht schleppen. Damit wird das Lok motivgewicht groß, die Herstellung teuer und der G samtwirkungsgrad verschlechtert.

Die mittelbare und unmittelbare Kraftübertragung mit Aufladung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine nach der Zunahme der Zugkraft

Bei dieser Art der Diesellokomotive sind mehrere v einander unabhängige Dieselmaschinen vorhanden, v denen die einen ihre Leistung unmittelbar, die ande irgendwie mittelbar auf die Lokomotivtreibräder übe tragen; dabei werden die unmittelbar übertragenden Dies maschinen nach der Zunahme der Zugkraft aufgelade und zwar durch Erhöhung des Druckes der Ansau oder Spül- und Ladeluft. Die Lokomotive fährt mitt der mittelbar übertragenden Dieselmaschinen an. B einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit schaltet man

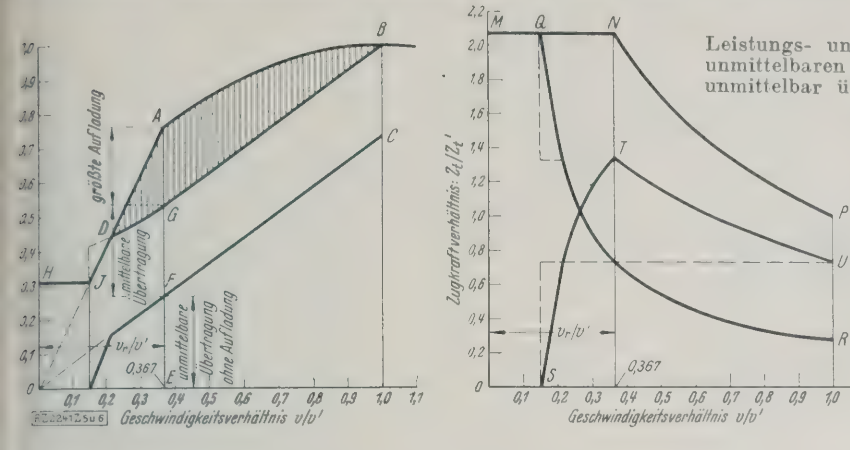


Abb. 5 und 6
Leistungs- und Zugkraftkurve der mittelbaren und unmittelbaren Kraftübertragung mit Aufladung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine nach der Zunahme der Zugkraft.

?ndung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschinen e., so daß von nun ab die Übertragung unmittelbar und ıtelbar erfolgt. Das Spül- und Ladegebläse sowie die ıstigen Hilfsmaschinen werden von den mittelbar über- genden Dieselmaschinen angetrieben.

Bevor bei dieser Lokomotive die Größe der mittel- ren Übertragung festgelegt werden kann, ist erst die age zu klären, in welcher Weise die Größe der ver- .ltnismäßigen Aufladung der unmittelbar über- genden Dieselmaschine von der Unterteilung in mittel- re und unmittelbare Übertragung abhängig ist, da die fladung der Dieselmaschine beschränkt ist. Bei gleicher ränderung des Zugkraftverhältnisses mit dem Ge- ıwindigkeitsverhältnis sowohl für die Gesamtzugkraft r Lokomotive als auch für die Zugkraft, die mittelbar ertragen wird, ergibt sich, daß die Größe der verhältnis- ißigen Aufladung der unmittelbar übertragenden Diesel- ıschine unabhängig von der Größe der Unterteilung in mittelbare und mittelbare Übertragung ist. Der Ver- lf der Zugkraftkurve der mittelbaren Übertragung hängt n der Art der Übertragung ab. Abweichungen dieser ränderungen der Zugkraftverhältnisse haben Zunahme w. Abnahme der verhältnismäßigen Aufladung bei der nterteilung zur Folge. Es können jedoch die Abweichun- n der beiden Kurven für die in Betracht kommenden bertragungsarten als klein angenommen werden. Aus r Unabhängigkeit der Aufladung von der Unterteilung d dem Umstand, daß die mittelbare Übertragung hwerer als die unmittelbare ist, ergibt sich, daß die ittelbare Übertragung auf die Größe zu verkleinern ist, e durch die Anfahrbedingungen gegeben ist.

Es sei wiederum das Zugkraft- und Leistungsdiagramm r 2 C 1-Einheits-Schnellzuglokomotive zugrunde gelegt. anach ist der Leistungsbedarf am Treibradumfang bei ner Geschwindigkeit von 15 vH der vorteilhaftesten Ge- hwindigkeit das 0,31fache der Höchstleistung, womit die röße der mittelbaren Übertragung festliegt. Aus der er- rderlichen Höchstleistung bei der vorteilhaftesten Ge- hwindigkeit und der bei dieser Geschwindigkeit vor- ndenen Größe der mittelbaren Übertragung ergibt sich e Größe der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine. ıre größte Aufladung erfolgt aus der notwendigen Lei- ung bei der Reibungsgeschwindigkeit und der bei dieser eschwindigkeit vorhandenen Größe der mittelbaren Über- agung. In den nachstehenden Betrachtungen sind der echanische Wirkungsgrad der unmittelbar übertragenden ieselmaschine und der Übertragungswirkungsgrad der ittelbaren Leistung von der Welle der Dieselmaschine f die Treibräder bei allen Geschwindigkeiten als gleich- eibend angenommen. Es ist:

$$(L_t)_v = (L_u)_v + [L_m - (L_k)_v]\,\eta_{ü} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

$$\text{und: } (L_t)_r = \varphi\,(L_u)_r + [L_m - (L_k)_r]\,\eta_{ü} \quad . \; . \; . \; . \; (4).$$

abei bedeutet

L_v und L_r die erforderliche Leistung bei der vorteilhaftesten und der Reibungsgeschwindigkeit,

$(L_u)_v$ und $(L_u)_r$ die Leistung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine ohne Aufladung bei der vorteilhaftesten und der Reibungsgeschwindigkeit,

φ einen Wert, der das Verhältnis der Leistungen der aufgeladenen zur nicht aufgeladenen Dieselmaschine bei der Reibungsgeschwindigkeit angibt,

L_m die Leistung an der Kurbelwelle der mittelbar übertragenden Dieselmaschine,

$(L_k)_v$ und $(L_k)_r$ der Leistungsbedarf des Gebläses für die Erhöhung des Ansaug- oder Spül- und Ladedrucks bei der vorteilhaftesten und bei der Reibungsgeschwindigkeit.

In Abb. 5 und 6 bedeuten *HIAB* die Leistungskurve und *MNP* die Zugkraftkurve dieser Diesellokomotive, die mit den Kurven der 2 C 1-Einheits-Schnellzugdampflokomotive vollständig übereinstimmen. Die Gerade *OC* stellt die Leistung L der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine ohne Aufladung dar. Die zwischen *HIDGB* und der Geraden *OC* liegenden senkrechten Strecken geben die mittelbar übertragenen Leistungen an. Ferner entsprechen die zwischen *DAB* und *DGB* liegenden senkrechten Strecken der Aufladung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine. Die größte Aufladung tritt bei der Reibungsgeschwindigkeit (0,367) auf und beträgt in dem vorliegenden Beispiel dem Verhältnis der Strecken $AG : FE$ entsprechend 85 vH. *QR* in Abb. 6 gibt die Zugkraft der mittelbaren und *STU* die der unmittelbaren Übertragung an.

Der Berechnung des Leistungsdiagramms ist eine doppeltwirkende Zweitaktdieselmaschine mit Aufladung durch Auspuffdrosselung zugrunde gelegt. Als Spül- und Aufladegebläse sind Turbogebläse vorgesehen, die von der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine angetrieben werden, und zwar sind bei der Reibungsgeschwindigkeit 0,217 PS Leistung für 1 PS der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine am Treibrad als Spül- und Aufladeleistung und bei der vorteilhaftesten oder Fahrgeschwindigkeit 0,07 PS für 1 PS am Treibrad für die Antriebleistung der Spülpumpe in Rechnung gestellt.

Bei einer Dieselmaschine mit Aufladung durch Erhöhung des Ansaug-, Spül- und Ladedruckes steigt bei gleichem Verdichtungsverhältnis der Verdichtungsenddruck annähernd mit dem Ansaug-, Spül- und Ladedruck. Um zu große Höchstdrücke zu vermeiden, setzt man den Verdichtungsenddruck der unaufgeladenen Maschine auf ungefähr 20 at herab. Infolge dieser Maßnahme erhöht sich der Brennstoffverbrauch der Maschine unwesentlich, da die Wärmeverluste an das Kühlwasser abnehmen und der mechanische Wirkungsgrad zunimmt. Um jedoch die notwendige Zündtemperatur bei dem kleinen Verdichtungsverhältnis zu erreichen, ist die Ansaug-, Spül- und Ladeluft entsprechend vorzuwärmen. Die Vorwärmtemperatur ergibt sich für die gleiche Verdichtungsendtemperatur und den gleichen Verdichtungsenddruck bei Aufladung aus der Beziehung:

$$\frac{T_a'}{T_a} = \left(\frac{p_a'}{p_a}\right)^{\frac{k-1}{k}};$$

p_a, T_a Druck und absolute Temperatur der Ansaug-, Spül- und Ladeluft der normalen Dieselmaschine,

p_a', T_a' Druck und absolute Temperatur der Ansaug-, Spül- und Ladeluft mit vergrößertem Verdichtungsraum und Aufladung,

k Exponent der Verdichtungslinie, der als gleichbleibend angenommen ist.

Die Ansaug-, Spül- und Ladeluft der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine wärmt man mit den Abgasen der mittelbar übertragenden Dieselmaschine vor. Da diese Maschine bei allen Lokomotivgeschwindigkeiten voll belastet im Betrieb ist, so steht für die Vorwärmung bei allen Betriebsfällen genügende Wärme zur Verfügung.

Die Diesellokomotive mit unmittelbarer und mittelbarer Übertragung und Aufladung der unmittelbar übertragenden Dieselmaschine nach der erforderlichen Zugkraft hat gegenüber der Diesellokomotive mit nur unmittelbarer Übertragung und Anfahrvorrichtung sowie gegenüber der Diesellokomotive mit unmittelbarer und mittelbarer Übertragung den Hauptvorteil, daß bei vorteilhaftester oder Fahrgeschwindigkeit sämtliche auf der Lokomotive untergebrachten Dieselmaschinen voll belastet sind. Außerdem kann bei ihr die mittelbar übertragende Dieselmaschine auf die Größe verringert werden, die den Anfahrbedingungen entspricht. Aus diesen beiden Umständen ergibt sich für diese Art von Diesellokomotiven [ein] erheblich kleineres Lokomotivgewicht als bei den and[eren] hier ebenfalls beschriebenen Diesellokomotiven. Ebe[nso] ergibt sich ein günstiger Gesamtwirkungsgrad, da [der] größte Teil der Lokomotivleistung unmittelbar übertra[gen] wird. Auch gegenüber der Diesellokomotive mit [un]mittelbarer Übertragung hat diese Diesellokomotive [ein] kleineres Gewicht und günstigeren Gesamtwirkungsgr[ad], da die mittelbare Übertragung immer schwerer als [die] unmittelbare ist und einen schlechteren Gesamtwirkun[gs]grad aufweist. [B 2241]

Der gegenwärtige Stand des Blitzschutzes

In einem Vortrag vor dem Elektrotechnischen Verein Berlin am 29. Januar 1929 behandelte Prof. *Matthias*, Berlin, die neuesten Erkenntnisse über die Einwirkung von Gewittern auf elektrische Hochspannungsanlagen nach den Arbeiten der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen.

In den früheren Arbeiten von Prof. *Matthias*[1]) sind bereits die Ziele dieser Gesellschaft auf dem Gebiete der Gewitterforschung dargelegt und die Wege angegeben worden, auf denen man zu einer Klärung der Gewittereinwirkungen zu kommen versucht.

Die 1925 begonnenen Versuche haben zusammen mit einer planmäßigen Sammlung der Erfahrungen bei Gewitterstörungen im praktischen Betriebe bereits zu wichtigen Ergebnissen geführt.

Über die Entstehung der Blitzentladung kann die Theorie von *Max Toepler* als endgültig erwiesen angesehen werden. Nach ihr entsteht der Blitz in der Grenzschicht zweier Wolken mit entgegengesetzter Ladung und dringt allmählich zur Erde vor. Dabei entsteht vor seinem Kopf eine starke Verdichtung des elektrischen Feldes.

Die in der Gewitterstation der Studiengesellschaft in Wünsdorf aufgenommenen Oszillogramme[2]) haben auch über die Strömungsrichtung der Blitze Anhaltspunkte ergeben. Die Blitze von der Erde zur Wolke überwiegen über die von der Wolke zur Erde im Verhältnis 6 : 1. Die Stromstärke im Blitzkanal, d. i. im inneren, stark leuchtenden Teil der Blitzentladung, ist zu 10 000 bis 50 000 A gemessen worden, jedoch sind höhere Werte nicht unwahrscheinlich.

Der Blitz besteht meistens aus zahlreichen Teilentladungen, die in Abständen von einigen Zehntel Sekunden aufeinander folgen. Ob auch hochfrequente Entladungen vorhanden sind, steht noch nicht einwandfrei fest. Sie würden auch für den Gewitterschutz keine große Rolle spielen. Die räumliche Ausdehnung der Teilentladungen erstreckt sich auf rd. 1 km². Die gesamte Blitzdauer beträgt rd. 1 s. Die Elektrizitätsmenge des Hauptstrahls muß mit 10 bis 100 Coulomb angenommen werden. Die Versuche der letzten Jahre, an denen auch der Schwede Dr. *Norinder* beträchtlichen Anteil hat, haben ergeben, daß die Änderung der Feldstärke bei einem Gewitter keineswegs so plötzlich vor sich geht, daß die frühere Ansicht über die Art der Gewittereinwirkung auf die Anlagen, nämlich das plötzliche Verschwinden des Feldes unter einer Wolke und das dadurch bedingte Freiwerden großer Ladungen auf den Leitungen, weiter aufrecht erhalten werden könnte. Es muß als erwiesen angesehen werden, daß die meisten Gewitterstörungen auf unmittelbare Einschläge in Anlagenteile zurückzuführen sind. Statische Ladungen können höchstens in schlecht isolierten Netzen eine Rolle spielen.

Es steht fest, daß nur Wanderwellen die Störungen hervorrufen. Wie hoch bei einem Blitzeinschlag die Spannung ansteigt, richtet sich nach der zugeführten und der abfließenden Elektrizitätsmenge. Die zufließende ist durch den Blitz gegeben, die abfließende durch die Lage der Einschlagstelle und die Verhältnisse auf der Leitung. Wird z. B. ein Leitungsseil getroffen, so wird von der Einschlagstelle aus nach beiden Seiten eine Welle laufen, deren Größe durch den Wellenwiderstand des Seiles bestimmt ist. Kann auf diesem Wege nicht die ganze zugeführte Ladung abgeführt werden, so wird bei genügend hoher Spannung nach einer gewissen Zeit (Überschlagverzögerung) der Isolator gegen Erde überschlagen. Durch die dabei zur Erde abfließende Strommenge, deren Größe durch die Güte der Masterdung gegeben ist, ergibt sich die Spannungshöhe des Rückens der Wanderwelle auf der Leitung. Bei kleinem Erdungswiderstand wird diese Spannung auf unschädliche Beträge herabgesetzt.

Trifft der Blitz den Mast oder das Erdseil, so wird [in] dem Erdseil ein Teil der Elektrizitätsmenge nach bei[den] Seiten abfließen. Aus dem verbleibenden Überschuß und d[em] Widerstand der Masterdung ergibt sich die Spannung [an] dem Mast, die so hohe Werte annehmen kann, daß die I[so]latoren von der Erde her nach der Leitung überschlagen.

Die wirksamste Bekämpfung eines unmittelbaren Bli[tz]schlages ist demnach dann vorhanden, wenn an der Einschla[g]stelle für sofortige Abfuhr der Elektrizitätsmenge zur E[rde] gesorgt wird. Blitzauffangstangen auf den Masten sind ni[cht] wirksam genug, weil Teilentladungen die Leitungen d[en]noch treffen können. Das Erdseil kann nur einen sein[em] Wellenwiderstand entsprechenden Strom abführen. Die Ma[st]erdung muß auf jeden Fall hervorragend sein, damit sie ei[ne] ausreichend große Elektrizitätsmenge ableiten kann. [Hat] der Isolator eine kleine Überschlagverzögerung, so kann [er] an der Abfuhr der Strommenge wirksam teilnehmen. [Er] muß dann allerdings auch den nachfolgenden Erdschlu[ß]-Lichtbogen ohne Schaden aushalten können.

Der umgekehrte Weg, die Isolatoren mit möglich[st] großer Überschlagverzögerung zu bauen und einen Ablei[ter] in den Umspannwerken aufzustellen, kann nicht empfohl[en] werden.

Da die Umstellung der Isolation bereits bestehend[er] Netze in erster Linie eine wirtschaftliche Frage ist, m[uß] man für solche Anlagen Maßnahmen treffen, um die ste[ile] Stirn der Wanderwellen abzuflachen und die langen Rück[en] hoher Spannung unschädlich zu machen. Für die Abflachu[ng] einzelner durch Reflexion entstandener Überspannung[en] würden sich Kondensatorableiter wirtschaftlich ausführ[en] lassen, während für die Vernichtung der langen Rücken A[b]leiter vorhanden sein müssen, die die Abfuhr eines groß[en] Stromes ohne Spannungserhöhung ermöglichen. Die A[b]leiter sollten am besten vor den Einführungen der Leitung[en] in die Umspannwerke angeschlossen sein, um jede Reflexi[on] zu vermeiden.

In Amerika sind ebenfalls umfangreiche Versuche g[e]macht worden unter Verwendung von Klydonographen[3]) z[ur] Messung der Wellensteilheit. Abgesehen davon, daß m[an] dort die Störungen größtenteils auf mittelbare Gewitt[er]einflüsse zurückzuführen sucht, sind die Gedankengänge [im] wesentlichen die gleichen wie bei uns. [N 2591]

Berlin-Steglitz *H. Grünewald*

[1]) ETZ Bd. 46 (1925) S. 873, „Elektrizitätswirtschaft“ Bd. 25 (1926) S. 297 und Bd. 26 (1927) S. 2.

[2]) s. „Elektrizitätswirtschaft“ Bd. 25 (1926) S. 297.

[3]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 859 und Bd. 71 (1927) S. 1013.

Selbsttätiges Hartlöten in Wasserstoffatmosphäre

Die General Electric Co., Schenectady, N. Y., hat ei[nen] neuen elektrisch beheizten Ofen zum selbsttätigen Löten v[on] Massenwaren mittels Kupfer gebaut. Die Werkstücke [be]finden sich auf Tischen, die mittels eines Rollenförder[ers] unter den zylinderförmigen Ofen geführt und dann selb[st]tätig von unten durch eine sich ebenfalls selbsttä[tig] öffnende Klappe in den Ofen eingebracht werden. [Ein] Stößel schiebt nun den Werktisch auf die innerhalb [des] Ofens befindliche Rollenbahn; diese führt ihn bis an [das] Ende des Ofens, wo er durch eine Bodenklappe selbsttä[tig] ausgebracht wird. Die erste Hälfte des Ofens wird ele[k]trisch auf 1100 ° erwärmt, während in der andern Häl[fte] des Ofens die Arbeitstücke mittels Sprühwasser wieder a[b]gekühlt werden.

Der Ofen ist mit Wasserstoffgas gefüllt, das nicht n[ur] die Arbeitstücke reinigt, sondern auch ein besonderes Flu[ß]mittel entbehrlich macht und so ein gutes Einfließen [des] Kupfers in die Lötstellen gewährleistet. („American M[a]chinist“, London, 4. Mai 1929 S. 527) [N 3080 h] *Schr*

RUNDSCHAU



Abb. 1
Gerätebrett für de Motorenwart.
a Fern-Umlaufzahlmesser
b Öldruckmesser
c Fernthermometer für Öl
d „ für Wasser
e Fernmeßgeräte für den Brennstoffvorrat

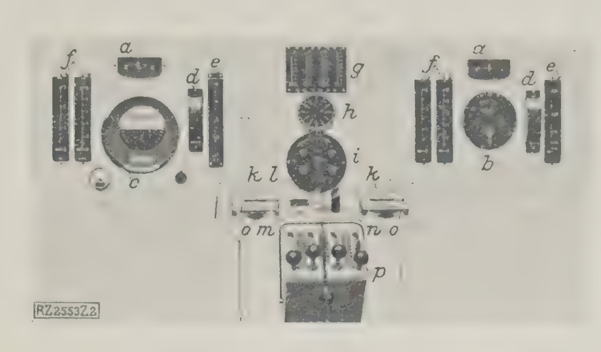


Abb. 2. Gerätebrett für die Flugzeugführer.
a Kurszeiger vom Fernkompaß
b Wendezeiger mit Pendel
c Künstlicher Horizont mit Pendel
d Längsneigungsmesser
e Staudruckmesser
f Höhenmesser (verschied. Meßbereiche)
g Ferndrehzahlmesser
h Borduhr
i Magnetschalter
k Auslöser für Landelichter
l Schalter für Scheinwerfer
m Kurzschließer für elektr. Anlage
n Brandhahn
o Auslöser für Vergaserbrandlöscher
p Gashebel

Luftfahrt

Bordgeräte im neuzeitlichen Verkehrsgroßflugzeug

Mit der technischen Entwicklung der Verkehrsflugzeuge nd Motoren und den mehr und mehr gesteigerten Anforerungen an das Flugzeug als Verkehrsmittel wachsen auch ie Aufgaben der Besatzung und die Anzahl der zur Erillung dieser Aufgaben erforderlichen Hilfsgeräte. In den rsten Flugzeugen war der Umlaufzähler das einzige Gerät, as dem Führer zur Überwachung von Motor und Flugzeug iente. Im Laufe der Zeit kamen mehr und mehr Bordgeräte inzu. Trotzdem standen infolge der technischen Mängel, ie zum Teil die Geräte noch aufwiesen, die Flugzeugesatzungen diesen Hilfsgeräten mit einer gewissen Vorsicht egenüber, besonders den Geräten für die Überwachung der :euerung. Der eigentliche Wert der Bordgeräte, besonders er für die Steuerüberwachung, setzte eigentlich erst im aufe des regelmäßigen Verkehrsflugbetriebes ein. Sicherait, Regelmäßigkeit und Pünktlichkeit stellten die Fordeing auf, Verkehrsflüge auch bei schlechter Sicht, nachts id über See, ohne erkennbare Bodenmarkierungen durchzuhren.

Bei der Ausrüstung der Verkehrsflugzeuge mit Borderäten lag die Gefahr nahe, das Flugzeug mit einer dertigen Anzahl von Geräten auszustatten, daß eher eine Verirrung als eine Entlastung der Besatzung erreicht worden äre. Deshalb war man von Anfang an bestrebt, mit möghst wenigen einfachen, betriebsicheren Geräten eine verßliche dauernde Überwachung aller Teile von Flugwerk id Triebwerk zu erreichen. Die Erhöhung der Zuverlässigit der Besatzung konnte nur durch zweckentsprechende inteilung der Aufgaben von Orter, Flugzeugführer, Morenwart und Funker erreicht werden. Die Geräte sind als rgänzungen und Ersatz der Sinne der Besatzung anzuhen.

Gegründet auf den mit früheren Anordnungen der Gete gemachten Erfahrungen macht sich mehr und mehr eine itwicklung geltend, die Geräte entsprechend den Aufgaben r Besatzung in übersichtliche Gruppen aufzuteilen. An r Hand des s. Z. auf der Internationalen Luftfahrt-Auslung 1928 von der Deutschen Luft-Hansa A.-G., Berlin, sgestellten Musters der Bordgeräte-Anordnung im Bordrt- und Steuerraum eines viermotorigen Verkehrsgroßigzeuges, Abb. 1 und 2, seien die neuzeitlichen Gesichtsnkte erläutert.

Gerätebrett für den Motorenwart

Der Motorenwart eines viermotorigen Flugzeuges hat nen Aufenthaltsraum, der möglichst gleich nahe zu allen otoren gelegen ist. In dieser Betriebswarte müssen dem otorenwart, in jedem Augenblick schnell übersehbar, auf nem Brett vereinigt, alle Angaben über das gesamte Triebrk gemacht werden. Auf dem Gerätebrett, Abb. 1, sind daher geordnet: vier Fern-Umlaufzahlmesser *a*, vier Öldruckesser *b*, vier Fernthermometer für Öl *c*, vier Fernthermoter für Wasser *d* und die Fernmeßgeräte für den Brennoffvorrat *e*. Der Bau von Anzeigegeräten mit Längsskala i besonders im Hinblick auf die günstige, wenig Fläche bespruchende und übersichtliche Anordnungsmöglichkeit n Überwachungsgeräten für das Triebwerk eingeleitet worden. Der Motorenwart liest nicht mehr einzelne Umlaufzähler nacheinander ab, wie es bei früheren Anordnungen der Fall war, sondern er hat beim Blick auf die Umlaufzählergruppe ein Kurvenbild vom Zustand des Triebwerks in bezug auf Drehzahlen. Das gleiche gilt für die anderen Geräte. Für die Brennstoffvorratmesser erscheint die Verwendung von Geräten mit Rundskala deshalb zweckmäßig, weil auf einem solchen Zifferblatt eine größere Skalenlänge unterzubringen ist, was bei größeren Behälterinhalten (600 bis 1000 l) vorteilhaft ist.

Gerätebrett für die Flugzeugführer

Auf dem Gerätebrett für die Flugzeugführer, Abb. 2, unterscheidet man vier Gruppen von Geräten: links und rechts vor jedem Steuerrad die Steuerüberwachungsgeräte, in der Mitte Geräte für das Triebwerk, darunter eine Gruppe von Schaltern für Beleuchtungszwecke (Nachtlandungen) und eine Gruppe von Schaltern für den Brandfall, davor befinden sich noch die Gashebel.

Der Flugzeugführer braucht Geräte zur Überwachung der Seiten-, Höhen- und Quersteuerung (Fußhebel-, Steuersäulen- und Handradbetätigung). Die Anordnung ist so getroffen, daß vor der Mitte der Steuersäule die Geräte für die Seiten- und Quersteuerung, links und rechts davon die für die Höhensteuerung eingesetzt werden. Für die Überwachung der Seitensteuerung ist ein Kurszeiger vom Fernkompaß und der Wendezeiger vorgesehen. Die Höhensteuerung kann mit Hilfe des Längsneigungsmessers, Staudruckmessers und Höhenmessers überprüft werden. Für die Überwachung der Quersteuerung dient ein künstlicher Horizont mit Pendel oder ein Wendezeiger mit Pendel.

Zur Übersicht über das gesamte Triebwerk und die Leistungsverteilung zu beiden Seiten der Hoch- und der Längsachse des Flugzeuges sind die in der Mitte des Gerätebretts oben erkennbaren Ferndrehzahlmesser vorgesehen, die den für den Flugzeugführer wichtigsten Drehzahlenbereich enthalten. Darunter befindet sich die Borduhr und sodann der Magnetschalter für die vier Motoren mit einem Kurzschließer.

In dem schräg an das Instrumentenbrett angesetzten Tisch liegen in der einen Reihe nebeneinander: elektrische Auslöser für Landelichter (Flügelendfackeln) und Schalter für Scheinwerfer, in der zweiten Reihe: Kurzschließer für die elektrische Anlage, Brandhahn (zum Abstellen der Brennstoffzufuhr zu den Motoren), links und rechts davon elektrische Auslöser für die Vergaserbrandlöscher an den Motoren.

Erstrebenswert wäre, daß diese Anordnung — abgesehen von geringfügigen Änderungen — grundsätzlich bei allen größeren Verkehrsflugzeugen eingeführt würde, damit die Flugzeugführer beim Wechseln der Flugzeuge immer wieder die gleiche Anordnung vorfinden und auf diese Weise eine weitere Entlastung beim Ablesen der Geräte und beim Gebrauch der verschiedenen Schalter erreicht wird.

Von den Flugzeugbaufirmen muß beim Entwerfen neuer Verkehrsflugzeugmuster auf diese Anordnung der Geräte von vornherein Rücksicht genommen werden. Ergänzende

Zusammenarbeit zwischen Flugzeugerbauer und Flugzeughalter muß mehr und mehr zu einer organischen Einfügung der Ausrüstung in das Flugzeug, den gestellten Aufgaben entsprechend, führen.

Den schwierigen Verkehrsaufgaben müssen jedoch nicht nur Flugzeug, Triebwerk und Ausrüstung angepaßt sein, sondern auch die Besatzung derartiger Maschinen. Es ist dringend erforderlich, daß alle Stellen, denen die Ausbildung und Fortbildung der Flugzeugführer obliegt, sich ernsthaft mit der Aufgabe des Schulens im Fliegen ohne Sicht beschäftigen. Nur die Verbindung von maschineller Eignung von Triebwerk und Flugwerk mit persönlichen Fähigkeiten der Besatzung kann die bestmögliche technisch-fliegerische Leistung des Verkehrsflugbetriebes erwarten lassen. [M 2553]

Berlin-Lichterfelde. *Dr. M. Mäder.*

Bauingenieurwesen

Tagesfragen im Eisenbetonbau

Die 32. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins vom 7. bis 9. März in Berlin zeigte aufs neue, daß die theoretische und experimentelle Erforschung des Betons und Eisenbetons und die praktische unter steigender Verwendung der Baumaschinen sich ausbreitende Anwendung dieser Bauart immer weitere Gebiete des Bauingenieurwesens durchdringt.

Über

hochwertigen Beton unter Berücksichtigung der Darstellung im Vierstoffparallelogramm

berichtete Oberbaurat *Spindel*, Innsbruck. Dieses neue praktische Verfahren soll die Vorausbestimmung der Druckfestigkeit von Mörtel und Beton ermöglichen. In dem Vortrag wurden der Einfluß der Zementbeschaffenheit und des Zementanteiles für gewöhnliche und hochwertige oder frühhochfeste Portlandzemente und Tonerdeschmelzzemente, der Einfluß der Zuschlagstoffe und ihrer Körnungsverhältnisse, der Einfluß des Wasserzusatzes und der Verarbeitung behandelt und gezeigt, wie man das richtige Verhältnis von Zement, Zuschlagstoffen und Wasser abstimmt und den Beton mittels der Darstellung der Anteile von Zement, Zuschlagstoffen, Wasser und Luft im *Spindelschen* Vierstoffparallelogramm verarbeiten kann.

Dr.-Ing. *Olsen*, München, befürwortet in seinem Vortrag:

Untersuchungen über die Zugfestigkeit von Zementmörtel und Beton,

das Streben nach einer möglichst hohen Zugfestigkeit. Bei vielen Konstruktionsaufgaben spielt diese doch eine erhebliche Rolle. Die „Mittlere Isar"-A.-G. war z. B. genötigt, für den Bau eines rd. 10 km langen Eisenbetondruckrohres umfangreiche Versuche unter Leitung von *Olsen* anzustellen, um einen möglichst zugfesten Beton zu erhalten. Die Versuche zeigten den Einfluß der Normenfestigkeit, des Zuschlagstoffes, des Mischungsverhältnisses, des Alters u. a. auf die Zugfestigkeit. Mit erdfeuchtem Beton wird z. B. die größere Zugfestigkeit erreicht. Von verschiedenen Seiten ist bereits die Forderung aufgestellt, die in den Normen vorgeschriebene Mindestzugfestigkeit der Zemente, besonders der hochwertigen Zemente, zu erhöhen.

An den Vortrag knüpfte sich eine lebhafte Aussprache, aus der hervorging, daß die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Zementes nach längerer Wirkung im Beton durchaus noch nicht einwandfrei geklärt sind und von der Forderung größter Steigerung der Druckfestigkeit im allgemeinen nicht abgegangen werden darf.

In zwei Vorträgen über

Leichtbeton

wurde die Aufgabe behandelt, durch Poren das Eigengewicht des Betons zu vermindern und damit zugleich seine Isolierfähigkeit zu erhöhen[1]). Dip.-Ing. *Luft*, München, beschrieb ein Verfahren, durch das während des Mischens des Betons von einem Schaumbildungsapparat aus mehr oder weniger große Schaummengen zugeführt werden. Diese erzeugen im Beton Poren (Zellenbeton). Das Gewicht des Betons kann dadurch bis auf 300 kg/m³ herabgedrückt werden[2]).

Reg.-Bmstr. *Fränkel*, Berlin, sprach über den Gasbeton (Aerokret), bei dem durch Zusatz von Chemikalien zur Betonmischung Gase entwickelt werden, die den Beton wie die Hefe im Brotteig auftreiben[1]). Das Gewicht kann so auf 350 kg/m³ vermindert werden. Entsprechend dem Gewicht ändern sich natürlich die Druckfestigkeit und die Wärmedurchgangszahl. Bei 0,35 t/m³ erhält man eine reinen Isolierstoff, bei 0,8 t/m³ den Leichtstein für Füll wände in Gerippebauweise. Gasbeton mit 1,0 bis 1,3 t/m spez. Gewicht dient schon als selbsttragender Baustof Wichtig ist die Verwendung bei Eisenfachwerk; in diese Bauart sind in Deutschland schon mehrere Häuser aus geführt. Zweigeschossige Häuser ohne Gerippe sind i Deutschland noch nicht, in Schweden jedoch mehrfach ge baut. Auch für die Decken und Dacheindeckung bietet de Leichtbeton Vorteile, ebenso für das Einkleiden von Eisen stützen.

Im ganzen kann man dem Leichtbeton eine Zukunf im Flach- und Hochbau voraussagen. Der Baustoff kan an der Baustelle wie in der Fabrik verarbeitet werden; e ist feuer- und frostbeständig, verkürzt die Bauzeit, ver mindert Raumbedarf, erspart Arbeitskraft und ist nach An gabe der Vortragenden bei richtiger Verwendung und Vor bereitung billiger als andre Baustoffe.

Prof. Dr. *G. Garbotz*, Berlin, und Prof. *O. Graf*, Stutt gart, berichteten über

Leistungsversuche an Mischmaschinen[3])

Die Versuche haben *Garbotz* vom Standpunkt des Betriebes und *Graf* vom Standpunkt der Werkstoffprüfung aus au Veranlassung der Erzeuger und Verbraucher durchgeführ Dabei wurde an 30 Maschinen bei vier verschiedenen Misch zeiten mit vier gleichen Mischungen untersucht, wie si sich für verschiedene Betonzusammensetzungen verhalten und zwar mit Bezug auf die Mischzeiten, den Wasserzusatz den Kraftverbrauch u. a. unter dem Gesichtspunkt de größten Wirtschaftlichkeit. Die Ergebnisse sind nach ver schiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Lehrreich un für die Zeitersparnis wichtig ist, daß im allgemeinen durc länger als 1 min dauerndes Mischen keine praktische Ver besserung des Betons erreicht wird, daß der sofortige Zu satz von Wasser, also ohne vorherige Trockenmischung keinerlei Nachteile aufweist. Mischzeiten von 3 bis 5 mi vorzuschreiben, bringt also unnötigen Zeitverlust.

Als ein Erfolg theoretischen und praktischen Fort schritts im Eisenbetonbau muß der Kuppelbau an gesprochen werden, wie er durch Oberingenieur Dr.-Ing *Fr. Dischinger*, Wiesbaden-Biebrich, in seinem Vortrag über die

Großmarkthalle Leipzig

dargestellt wurde. Mit der Kuppelwirkung ist eine Träger wirkung derart verbunden, daß die Lasten der Kuppel un mittelbar auf die Eckpunkte des gewählten vieleckige Grundrisses übertragen werden. Damit fallen die Schwie rigkeiten fort, die sich bei großen Abständen der Stütz punkte durch sehr schwere und sehr teuere Abfang konstruktionen der früheren Kuppelbauten ergeben. Di Vieleckkuppeln setzen sich aus Zeiß-Dywidag-Schalen gewölben[4]) zusammen. Die Schalengewölbe zwischen de Graten wirken als Träger mit großem Trägheitsmomen Bei der Großmarkthalle in Leipzig sind zuerst drei solche Achteckkuppeln von 76 m Spannweite zur Überdeckung eines Raumes von 76 m × 237 m ausgeführt worden, wobe nur acht Zwischensäulen im Innern dieser großen Grund fläche nötig waren. Es ist klar, daß sich auf diese Weis neue Bauformen in besonders vorteilhafter Weise ent wickeln lassen[5]).

Von rein praktischer Bedeutung sind die nachfolgende Vorträge.

Die Senkkastengründungen der neuen Rheinbrücken bei Düsseldorf, Köln und Duisburg

behandelte Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. *Tils*, Köln. Infolg Steigerung der Brückenlasten und Vergrößerung der Spann weiten und Fahrbahnbreiten sind die Senkkasten für di Pfeilergründungen mit Druckluft so groß geworden, da die in Eisenbeton ausgeführten Senkkasten erheblich Schwierigkeiten bereiten, die man jedoch mit Erfolg be den genannten drei neuen Rheinbrücken überwunden ha Vor allem sind die angreifenden Kräfte und Belastungsmög lichkeiten geklärt und die erforderlichen Widerstände ein gebaut. Gerade dank der Bauart in Eisenbeton gelang es, di Schwierigkeiten auf folgende Weise zu überwinden. Ma brachte die Senkkasten schwimmend zur Baustelle un versenkte sie ohne Inselschüttung auf die Flußsohle mittel gegeneinander abgesteifter dünner Eisenbetonwandunge am Pfeilerumfang, die nach der Absenkung noch übe Wasser ragten. Für die Druckluftgründung sprach auc die Feststellung, daß die beobachteten Drucklufterkrankun gen im Verhältnis zu den geleisteten Arbeitschichten häufi überschätzt worden sind.

---

[1]) Vergl. hierzu a. *Schmuckler*, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 12 S. 385.

[2]) Ein Auszug aus diesem Vortrag erscheint demnächst in dieser Zeitschrift.

[3]) Hierüber werden Prof. *Garbotz* und Prof. *Graf* ausführlich i unsrer Zeitschrift berichten.

[4]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 753.

[5]) Einen Aufsatz über die Großmarkthalle Leipzig werden wir dem nächst veröffentlichen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet des Eisenbetons bot e

Instandsetzung und Verlängerung des Trockendocks VI der Deutschen Werke A.-G., Kiel,

e Dipl.-Ing. *S. Kiehne*, Kiel, beschrieb. Das 175 m lange ›ck, das in den Jahren 1897 bis 1903 aus Traßkalkbeton ıter der Taucherglocke erbaut worden ist, zeigte undichte rbeitsfugen infolge Auswaschungen durch das Seewasser ıd Ausspülungen von feinem Sand aus dem Untergrund. hließlich gab eine Seitenmauer um 30 cm nach und verılaßte hierdurch erneut Risse und Sandausspülungen. usfüllung der Hohlräume mit Druckzement führten zu inem dauernden Erfolg. Man entschloß sich daher, die nenflächen des Docks mit einer wasserdichten Hülle aus senbeton von 1 m Dicke zu verkleiden und diese im alten ton zu verankern. Um aber das alte Dockprofil einzulten, mußte man den schadhaften alten Traßbeton vorher stemmen und den neuen Beton fest, dicht und seewasserständig werden lassen. 10 000 m³ Eisenbeton waren dazu tig. Mit 30 Tiefpumpen wurde das Grundwasser abgenkt. Gleichzeitig verlängerte man auch das Dock um m landeinwärts und bildete die Wände aus 22 m langen ırssen-Spundwänden, deren oberer Teil an einem wagechten Gewölbebogen verankert war. Dieser Bogen hat e Form einer Winkelstützmauer. Das Ganze bildet so eine in vielfacher Hinsicht äußerst lehrreiche Instandtzung.

Nicht nur technisch beachtenswert war der Vortrag des ıfenbaudirektors *Eckhardt*, Wilhelmshafen, über den

Hafenbau in Helgoland.

ər Bau von 1908 bis 1915 und die Zerstörung 1921 bis 1923 ldet ein Stück Weltgeschichte, dem besonders die deuthen Ingenieure mit tiefem Schmerz gegenüberstehen! Die twendigkeit, diesen Hafen zu bauen, lag in der Natur der lgoländer Reede, die keinen gesicherten Ankerplatz bot. n Ergänzen von Betriebstoffen war auf der Reede in der gel wegen Seeganges ausgeschlossen. So mußten zwei n der Südspitze der Insel ausgehende Molen gebaut wern, die zunächst unter 45° auseinanderliefen, später aber rch Einschaltung von Kurven aufeinander zugingen und den Enden eine Einfahrt von 80 m offen ließen. Lage d Form paßten sich derjenigen an, die die Felsbeseitigung unter Wasser möglichst klein zu halten ermöglichten. e westliche Mole war 1535 m, die östliche 1100 m lang. ide beginnen im Flachen, enden aber in 10 m Wasserfe und haben hier Höhen von 17 m. Von der Meeresiche, die die Molen umschlossen, blieben 30 ha Wasser, ha wurden als Land gewonnen. Die Anlegestellen des ıfens waren 3000 m lang.

Die erste Ausführung der Molen bestand in Trichterhüttung von Beton unter Wasser zwischen Schalung und senbetonplatten. Diese wurden durch I-Träger gehalten, e 50 bis 60 cm in den Felsgrund eingerammt waren. War e Schüttung unter Wasser so hoch, daß sie bei Niedrigasser trocken wurde, so konnte im Tidebetrieb (Tide M. 2,5 m) zwischen Granitquadern trocken weiter betoniert werden. Wegen Behinderung durch Seegang wurden zweiter Ausführungsform die Molen später in größeren efen auf Senkkasten gegründet. Diese waren 20 m lang, bis 10 m breit und ebenso hoch; ihre Höhe richtete sich ch der Wassertiefe. Sie waren auf dem Festlande geut und dabei bereits mit einer Bodenbetonierung ausgestet, hatten wasserdichte eiserne Außenhaut, die in Helgland noch eine Klinkerhintermauerung erhielt. Dann ırden sie durch Einlassen von Wasser auf den vorher genneten Grund gesenkt, ausgepumpt und unabhängig vom ıßenwasser vollbetoniert. Solch ein einheitlicher Betonlock hatte bis 5000 t Gewicht. Insgesamt betrug die Zahl r Blöcke 48. Auf diesen Blöcken wurde dann der Oberbau i Niedrigwasser im Trocknen betoniert.

Eine dritte Bauweise für einen Teil des Unterbaues der tmole bestand in der Herstellung eines schweren Gestes aus Breitflanschträgern, von dem aus zwischen den Stützen Betonblöcke von 10 t Gewicht im Verband verzt wurden. Das Gerüst wurde dann herausgezogen und iter verwendet. Für die Abschlußmauer des neuen Lans an der Innenseite des Hafens war eine vierte Bauart gehlt, die aus Versenkung von Steinkasten, 20 m × 5 m × 5 m stand. Die Hinterwand bildeten dichte Bohlen, die übrin Wände setzten sich aus Lattung und starkem Maschindrahtnetz und der Boden aus einem lose gespannten ahtnetz zusammen. Das Drahtnetz konnte sich glatt auf n unregelmäßigen Felsgrund aufsetzen. Diese Kasten ırden durch Einwerfen von Bruchsteinen versenkt.

1,5 Mill. m³ Sand für das Hafengelände hinter dieser auer wurden aus der Elbemündung gebaggert, nach Helgold geschleppt und aufgespült. Bei Austiefung des Hafenckens mittels besonderer Eimerbagger waren immerhin noch 400 000 m³ Felsmassen zu lösen. Die Molen haben rd. 215 000 m³ Beton, die Hochbauten (Kraftwerk, Werk- und Wohnstätten) rd. 35 000 m³ Beton erfordert. Der Kies wurde mittels Dampfer aus dem Rhein über Rotterdam bezogen. 40 Mill. ℛℳ Baukosten sind nun dem unglückseligen Kriegsende zum Opfer gefallen!

Im Gegensatz hierzu kann der Inhalt des Vortrages von Dir. Dr. *Arndt*, Buenos Aires, über den

Bau der großen Elektrizitätswerke

die deutschen Ingenieure nur mit einem berechtigten Stolz erfüllen. Die Ausführung lag in den Händen der Compañia General de Obras Publicas, einer Tochtergesellschaft der Firmen Ph. Holzmann, A.-G., Frankfurt a. M., und Gebr. Goedhardt, Düsseldorf. Hier handelt es sich um die ingenieurtechnisch sehr beachtenswerte Verbindung von Hafenbauten, Tief- und Hochbauten neuzeitlicher Art, die in vorbildlicher Zusammenarbeit und wechselseitiger Verflechtung beider Bauanlagen, durch gründliche und weitausschauende Vorarbeit, Sicherheit des Entwurfes und Straffheit der gesamten Ausführungsplanung fertiggestellt wurden.

Die Anlagen waren auf zwei verschiedenen Landzungen des neuen, dem Meer (Mündung des La Plata-Stromes) abzugewinnenden Hafens einschließlich Herstellung dieser Landzungen mit allem Zubehör, Straßen- und Eisenbahnanschluß sowie des dazwischen liegenden Hafenbeckens zu errichten. Die großen, in kurzer Zeit zu bewältigenden Massen haben besonders umfangreiche Arbeiten notwendig gemacht, wobei nebeneinander deutsche und nordamerikanische Maschinen arbeiteten. Die Ausführung der gesamten Baggerarbeiten, des Baues der Kaimauern, der Gründungen und Hinterfüllungen erfolgte dank einer günstigen geologischen Konstellation im Trockenen, so daß Fangdämme in einer Gesamtlänge von 3,5 km auszuführen waren, bei denen 6000 t Larssen-Eisen, die bis in den weichen Felsgrund gerammt wurden, Verwendung fanden. Der Vortrag zeigte die überragende Geltung des deutschen Bauingenieurs in ferner Übersee und weckte so neue Hoffnungen für die Zukunft.

Prof. Dr.-Ing. *Beyer*, Dresden, sprach über die

Arbeiten am Kraftwerk Niederwartha.

Das Kraftwerk soll den Spitzenbedarf in der Elektrizitätsversorgung des Freistaates Sachsen decken. Ein unteres Becken, ein 145 m höher gelegenes Speicherbecken von 2 Mill. m³ Nutzinhalt, Verbindungsleitungen und das eigentliche Kraftwerk mit vorläufig halber Maschinenausstattung von vier Sätzen (Turbine, Stromerzeuger, Motor und Pumpe) bilden die umfangreiche Kraftanlage. In den verbrauchsschwachen Stunden wird der von den Hauptwerken Böhlau und Hirschfelde erzeugte Strom dazu benutzt, das Wasser des unteren Beckens in das obere zu pumpen. Beim Spitzenbedarf wirkt die hier geschaffene Anlage als selbständiges Kraftwerk, das beim Ausfall der Stromerzeugung aus andern Quellen den Gesamtbedarf der Stadt Dresden auf einige Stunden deckt. Die Gebäude und sonstigen Kunstbauten nebst ihren Gründungen, besonders die Turbinen- und Pumpenfundamente einschließlich der zugehörigen Druckrohrleitungen sind nach dem Entwurf von Prof. *Beyer* vorwiegend aus Eisenbeton konstruiert. Nur das Hallendach besteht aus Stahlfachwerk mit Bimsbetonplatten. [N 2811]

Berlin Dr.-Ing. E. h. *Karl Bernhard*

Lager- und Ladevorrichtungen

Klappkübel-Verladeanlagen mit selbstgreifenden Kübelgeschirren

Zum Betrieb mit Klappkübel ist ein Kran mit Greiferwindwerk erforderlich, an den statt des Greifers ein Kübelgeschirr angehängt ist. Zum Einhaken des Geschirres in die Haken und Ösen des Kübels dienen ein oder zwei Bedienungsleute. Diese Einhängemannschaften können bei Verwendung eines besonderen selbstgreifenden Kübelgeschirres erspart werden, sofern der betreffende Kran keine Drehbewegung ausführt. Dies ist z. B. der Fall bei Laufkranen und Verladebrücken mit nicht drehbaren Laufkatzen[1]).

Die Wirkungsweise dieses selbstgreifenden Kübelgeschirrs zeigen Abb. 3 bis 5. Da das Geschirr immer die gleiche Winkelstellung beibehält, kann der Kranführer ohne Zuhilfenahme weiterer Bedienungsleute selbst die beiden Traghaken *b* in die Drehachsen *d* des Kübels *a* einführen. Dies geschieht durch einfaches Fahren und Anheben des Geschirres, wobei ein genügend großer Spielraum in den Ösen sowie die besondere Ausbildung der Haken das Einführen

[1]) Vergl. a. *Schönfeld*, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 6 S. 191.

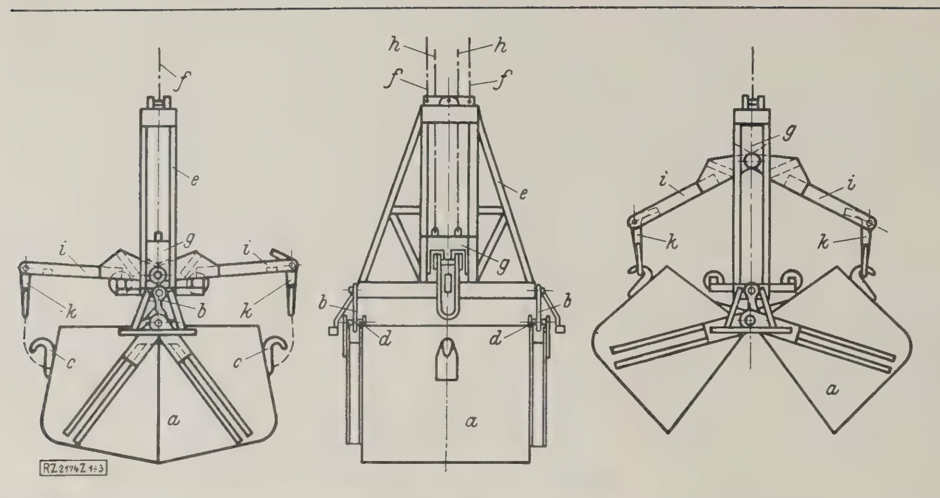


Abb. 3 bis 5
Aufbau und Wirkungsweise des Klappkübels mit selbstgreifendem Kübelgeschirr.

a Kübel
b Traghaken des Kübelgeschirres
c Traghaken des Kübels
d Drehachsen des Kübels
e Führungen des Kübelgeschirrs
f Schließseile
g Gewicht
h Halteseile
i Greifhebel
k Ösen des Kübelgeschirres



Abb. 6
Kalkstein-Verladeanlage mit Klappkübeln der Zementfabrik Dyckerhoff & Söhne, Amöneburg

erleichtern. Die beiden Greifhebel *i* mit den Ösen *k* befinden sich beim Einhängen des Kübels in hochgeklappter Stellung, so daß sie frei über den Kübel hinwegfahren können. Die Greifhebel bewegen sich erst dann, wenn der Kübel entleert werden soll. Werden die Schließseile *f* nachgelassen bei gleichzeitigem Festhalten der Halteseile *h* (entsprechend dem Entleervorgang beim Selbstgreiferbetrieb), so werden die Greifhebel *i* durch die Führungen *e* so geführt, daß sich die Ösen *k* in die Haken *c* des Kübels einhängen. Bei weiterem Nachlassen der Schließseile öffnet sich der Kübel, da die Haken *c* in ihrer Höhenlage festgehalten werden. Zum Schließen werden die Schließseile wieder angezogen. Ist der Kübel vollständig geschlossen, so haken sich die Ösen *k* von selbst wieder aus und gehen unter dem Einfluß des Gewichtes *g* in ihre Ruhelage zurück. Beim Absetzen hängt also der Kübel wieder nur in den Traghaken *b*, und das Kübelgeschirr kann durch Senken und Verfahren ohne Hilfsmannschaften wieder ausgehängt werden.

Derartige selbstgreifende Kübelgeschirre wurden von der Demag, Aktiengesellschaft, für Kübel aller gebräuchlichen Größen gebaut. Abb. 6 zeigt die Kalksteinverladeanlage einer großen Zementfabrik. Die für die Zementherstellung erforderlichen Kalksteine werden in einem Steinbruch gewonnen, der mit der Fabrik durch eine Schmalspurbahn verbunden ist. Zwischen Fabrik und Steinbruch verkehren kleine Wagen, von denen jeder einen Klappkübel von 9 m³ Fassungsvermögen entsprechend 12 t Kalkstein trägt. Die Kübel werden im Steinbruch durch Bagger gefüllt und zur Fabrik gefahren, wo sie in die Bunker über den Steinbrechern zu entleeren sind. Die Gleise der Schmalspurbahn sind zu diesem Zweck längs der Brechanlage verlegt. Sie werd gemeinsam mit den Aufgabebunkern von zwei Laufkrane überspannt, deren Laufkatzen also die angefahrenen Kübe wagen und die fünf hintereinanderliegenden Bunker b streichen können. Die Kübel werden durch die Katze ei zeln von den Wagen abgehoben, über einen der Bunker b fördert und durch Auseinanderklappen ihrer beiden Hälft entleert. Hierauf werden sie wieder geschlossen und a die Schmalspurwagen abgesetzt. An den Enden der Wag sind Führungsbleche angebracht, die das richtige Aufsetze der Kübel erleichtern. Mit jedem Kran werden stündli etwa 20 Kübel umgeladen.

Die Aufgabe der in Abb. 7 bis 9 dargestellten Kok verladeanlage für ein Gaswerk besteht darin, den frisch g löschten Koks in den Koksturm oder in den Tagesbehält zu befördern. Zu diesem Zwecke fährt unter der Kok rampe ein Wagen vor, auf dem zwei Klappkübel von 11 m³ Fassungsvermögen stehen. Durch besondere Zelle verschlüsse, die auf der ganzen Länge der 12 m lang Rampe angebracht sind, werden die Kübel gefüllt und unt einen Schacht gefahren, durch den sie herausgehoben we den sollen. Das Windwerk, das den Kübelwagen an Seil hin- und herzieht, ist ortfest aufgestellt und wird v einem festen Führerstand aus gesteuert. Mit der Wind ist eine Anzeigevorrichtung verbunden, die dem Führer d jeweilige Stellung des Kübelwagens anzeigt, so daß er leich feststellen kann, ob der eine oder der andere Kübel gena unter dem Schacht steht, oder welche Stellung die Küb gegenüber der Koksrampe beim Beladen einnehmen. D Verschlüsse an der Rampe werden gleichfalls vom Führe stand aus betätigt.

Über die ganze Anlage erstreckt sich vom Kohle turm bis zum Koksturm die Fahrbahn einer Zweischiene Laufkatze, an deren Seilen ein selbstgreifendes Kübelgeschi zum Aufnehmen und Entleeren der Kübel hängt. Der Führ dieser Katze fährt genau bis zu einem Zeichen, das deutlic sichtbar an der Katzfahrbahn angebracht ist und die Ste lung angibt, bei der sich das Kübelgeschirr genau über de Schacht befindet. Das Kübelgeschirr gleitet nun beim Senke durch ein Führungsgerüst in den Schacht. Sobald es i der tiefsten Stellung angekommen ist, wird durch eine Schlappseilschalter das Hubwerk selbsttätig stillgesetzt. D Haupttragösen des Kübelgeschirres werden durch einen beso deren Antrieb in die Traghaken des Kübels eingeführt, in dem der Kranführer einen kleinen Steuermotor einschalte Hierauf kann durch Einschalten des Hubmotors die Hub bewegung beginnen. Über dem Tagesbehälter oder de Koksturm angelangt, wird der Kübel erforderlichenfal wieder etwas gesenkt und dann durch Einschalten d Schließmotors im Senksinne geöffnet. Nachdem der Kübe entleert ist, wird er wieder geschlossen, und der Katz führer fährt die Katze in die vorgeschriebene Stellung zu rück, senkt den leeren Kübel und löst die Ösen des Kübel geschirres von den Kübelhaken, sobald das Hubwerk durc den Schlappseilschalter wieder stillgesetzt worden ist. Hie auf wird der zweite Kübel unter den Schacht gefahren, un der gleiche Vorgang wiederholt sich. Inzwischen fährt d erste Kübel zur Aufnahme der nächsten Füllung vor d Koksrampe.

In dieser Weise kann der Koks verladen werden, selb wenn der Raum in der Umgebung des Kübelwagens vol kommen in Rauch gehüllt ist und weder der Führer d Katze, noch der Führer des Kübelwagens das Kübelgeschir und den Kübelwagen sehen können. Das Hubwerk an d Katze ist zudem noch mit einem Teufenzeiger ausgerüste der dem Führer genau die jeweilige Höhenlage des Geschir res anzeigt. Als Verständigungsmittel zwischen den

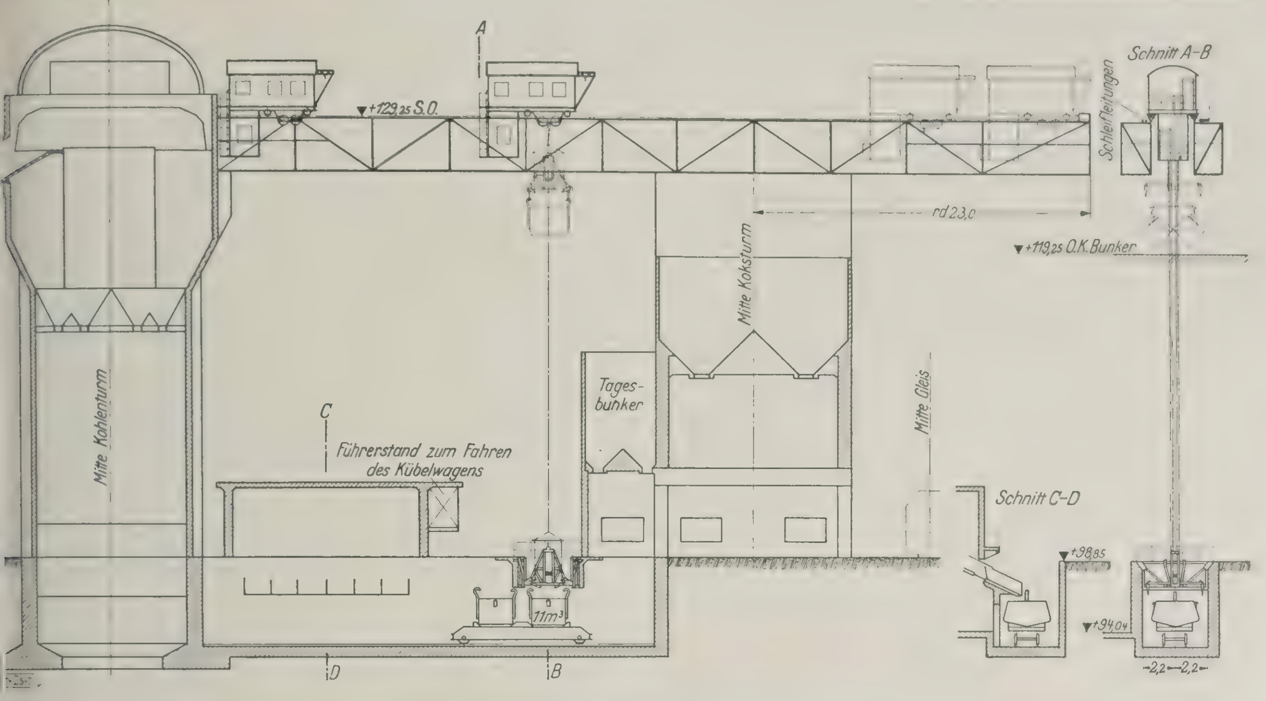


Abb. 7 und 9
Koksverladeanlage mit Klappkübeln für ein Gaswerk. M. 1:500.

…tzführer und dem Wagenführer dienen Glockenzeichen. …rch Anschlagen an eine lauttönende Glocke gibt der …genführer dem Katzführer bekannt, daß ein Kübel zum …hheben bereitsteht; anderseits zeigt der Kranführer …n Wagenführer durch ein Glockenzeichen an, daß der …re Kübel unten angekommen und von dem Geschirr frei…geben ist. Da die Ofenbatterien stündlich neun Abbrände …je 9 t Koks liefern, so sind bei einem Fassungsvermögen … Kübel von annähernd 5 t in der Stunde 18 Spiele aus…ihren.

Die Katzfahrbahn ist über den Koksturm hinaus verlängert, so daß im Bedarfsfall noch ein Eisenbahngleis jenseits des Koksturmes bedient werden kann. Die Windwerke der Katzen sind bei den beiden beschriebenen Anlagen als Differentialwindwerke[2]) ausgebildet. Zur Steuerung dienen nur zwei Schalter, von denen der eine das Heben und Senken, der andere das Öffnen und Schließen des Kübels steuert. Eine Entleerbremse und Kupplungen sind nicht vorhanden. [M 2174]

[2]) Vergl. a. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 7 S. 234.

Kleine Mitteilungen

…irtschaftlichkeit einer neunstufigen 37500 kW-Turbine

Diese Turbine arbeitet im Oakland-Kraftwerk C der …ific Gas & Electric Co. und hat ihre Wirtschaftlichkeit …its im längeren Betrieb erwiesen. Die Anordnung von …n Stufen weicht von der üblichen Bauart dieser …ße mit ihren 17 und mehr Stufen bewußt ab und …öglicht im Bereich bis zu 30 000 kW einen höheren Wir…gsgrad. Darüber hinaus arbeitet die Turbine jedoch un…stiger als andere. Sie ist als Anzapfturbine für Lei…ngen von 20 000 bis 42 000 kW gebaut und wohl die …ßte neunstufige Turbine.

Der Dampf wird in zwei Kesseln von je 3300 m² Heiz…he erzeugt. Diese Kessel, die größten ihrer Art, sind … Ölfeuerung und Lufterhitzern ausgerüstet; sie passen … der wechselnden Belastung gut an und können mit …g/m² h Dampf belastet werden. Bemerkenswert ist die …ße der Lufterhitzerfläche; sie verhält sich zur Kessel…fläche wie 1,5 zu 1. („Electrical World“ 20. April 1929 …71) [N 3080 a] *Stg.*

…usammenarbeit von Herdöfen und Abhitzekesseln

Die Timken Steel & Tube Co. hat kürzlich eine Ab…kesselanlage in Betrieb genommen, die eine gute Aus…ung der Abgase der Herdöfen gewährleistet. Die zwei …ftrommel-Abhitzekessel von je 565 m² Heizfläche mit …ewasservorwärmern und Überhitzern liefern Dampf … 10,55 at und 55,5° Überhitzung; sie liegen Seite an … zwischen den Essen der Herdöfen. Der Abgas…n aus dem Ofen teilt sich unter dem Kesselfundament …wei Arme: einer führt unmittelbar zur Esse, der …e zum Kessel. Auf diese Weise gelangt das Gas auf … kürzesten Wege vom Gitterspeicher zum Kessel. Die …gen des zu den Essen und den Kesseln strömenden …s werden von wassergekühlten Schiebern mit elek…hem Antrieb geregelt. Jeder Kessel ist mit einem Saug…ise ausgerüstet, das von einer 66 PS-Dampfturbine angetrieben wird und 59 t/h Abgase von 260° zur Esse befördern kann. Die Abgase verlassen den Gitterspeicher mit 650° und werden in drei Zügen durch den Kessel geführt. („Power“ 30. April 1929, S. 711*) [N 3080 b] *Le.*

Selbsttätiges Wasserkraftwerk

An dem Spaulding-Stausee in Kalifornien arbeitet ein Wasserkraftwerk mit einer 7000 kVA-Turbine ganz selbsttätig[1]). Der Geschwindigkeitsregler der Turbine ist durch eine selbsttätige Regelvorrichtung ersetzt worden, die elektrisch gesteuert wird. Die Kraft zum Regeln des Wasserzuflusses wird dem Druckrohrstrang entnommen. („Electrical World“ 27. April 1929 S. 821*) [N 3080 c] *Pa.*

Mit Wasserstoff gekühlter Stromerzeuger

Die General Electric Co. hat einen Synchronstromerzeuger für 20 000 kVA, 11 000 V gebaut, der mit Wasserstoff gekühlt wird[2]). Der Wasserstoffgehalt in der Maschine wird durch Überwachungsventile gleichbleibend gehalten. („Electrical World“ 27. April 1929 S. 820*) [N 3080 d] *Pa.*

Härten der Wellen für Kühlwasserpumpen nach dem Nitrierverfahren

Eine Fabrik von Kraftfahrzeugen in Detroit hat in ihrem Betrieb die Anwendung des Nitrierverfahrens in großem Maßstab aufgenommen und als Gegenstand der ersten Anwendung die Wellen für die Kühlwasserpumpen der Motoren gewählt, die früher aus nichtrostendem Stahl hergestellt wurden. Die aus Kruppschem Stahl von 0,36 vH Kohlenstoff-, 0,51 vH Mangan-, 0,27 vH Silizium-, 1,23 vH Aluminium-, 1,49 vH Chrom-, 0,01 vH Schwefel-, 0,013 vH Phosphor- und 0,18 vH Molybdängehalt geschnittenen Rundstangen von 127 mm Länge und 16,3 mm Dmr. werden in einem elektrisch beheizten Ofen behandelt, dessen Gebläse

[1]) Vergl. auch Z. Bd. 72 (1928) S. 905.
[2]) Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 889 und Bd. 73 (1929) Nr. 18 S. 607.

90 l/h Ammoniak fördert. Der Ofen ist mit Ölverschluß und mit einem Doppelmantel versehen; durch den Mantelraum wird Druckluft zum schnellen Abkühlen der Werkstücke nach der Behandlung getrieben. Im Ofen bleiben die Teile 21 Stunden lang bei rd. 525 °. Sie überziehen sich dabei mit einer 0,2 mm dicken Schicht, die eine Brinellhärte von 1000 erreichen soll. Die Stücke verlassen den Ofen äußerlich silberweiß mit einem um rd. 0,025 mm vergrößerten Durchmesser und werden dann spitzenlos fertig geschliffen. Die Kosten der Pumpenwellen nach diesem Verfahren sollen sich zu den früheren wie 12 bis 15 zu 20 bis 30 verhalten. („The Iron Age" 25. April 1929 S. 1150) [N 3080 e] *H.*

Französischer Kriegsschiffbau

In der Zeit vom 10. bis 24. April d. J. sind in Frankreich zehn neue Kriegsschiffe für die französische und polnische Flotte vom Stapel gelaufen.

Beim Auftrag der französischen Marineleitung handelt es sich hier zunächst um vier große Unterseeboote, die bei 92 m Länge, 8 m Breite und 1560 t Verdrängung (aufgetaucht) die größten U-Boote der französischen Flotte darstellen. Die Dieselmotoren von 6000 PS sind teils nach Bauart Sulzer, teils nach Bauart Schneider erbaut; die Geschwindigkeit beträgt 18 Kn an der Wasseroberfläche und 10 Kn unter Wasser.

Sodann liefen ein Flugzeugmutterschiff und ein Minenleger vom Stapel. Der Minenleger, der eine neue Bauart diesseits des Kanals darstellt, hat 5300 t Verdrängung; sei Turbinenanlage leistet 57 000 PS, seine Geschwindigkeit b trägt 30 Kn. Die Bewaffnung des Minenlegers besteht a vier 138 mm-, zehn 37 mm-Geschützen und zwölf Maschine gewehren.

Für die polnische Flotte lief ein Flottillenflaggschi von 1550 t Verdrängung und 33 Kn Geschwindigkeit vo Stapel, ein Schwesterschiff dieser Klasse steht bereits i Dienst. Besondere Beachtung verdient der Stapellauf v drei Unterseebooten, der ersten für die polnische Flot Sie werden als Minenleger ausgebildet und mit eine 100 mm- und einem 40 mm-Geschütz, sowie mit sechs To pedoausstoßrohren ausgerüstet. Bei 980 t Verdrängun (aufgetaucht) und 3600 PS sollen sie eine Geschwindigke von 14 Kn an der Wasseroberfläche und 9 Kn unter Wass erreichen. („Shipbuilding and Shipping Record" 25. Apr 1929 S. 525/26*) [N 3080 f] *Bl.*

Blitzforschung

In der Institution of Electrical Engineers hat Dr. *G.* *Simpson* neue Forschungsergebnisse über den Blitz vorg tragen[1]). Die beim Blitzschlag übertragene Elektrizität menge wurde von *Wilson* zu 10 bis 50 C, in der Regel z 20 C bestimmt; die Spannung wird auf rd. 10^9 V geschätz In nicht geerdeten Leitungen sollen Überspannungen b 10^7 V bei Blitzschlägen auftreten. („Engineering" 3. M 1929 S. 555*) [N 3080 g] *Pa.*

[1]) Vergl. a. S. 732 dieses Heftes.

BÜCHERSCHAU

Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Herausgeg. von *Ernst Feyerabend, Hugo Heidecker, Franz Breisig* und *August Kruckow.* Berlin 1929, Julius Springer. 1. Bd.: A bis K. 830 S. m. 1319 Abb., 2. Bd.: L bis Z. 903 S. m. 1450 Abb. Preis zus. 192 *RM.*

Ein groß angelegtes, höchst wertvolles Werk! Erstaunlich auch die Schnelligkeit, mit der der weit ausgreifende Plan durchgeführt und das Werk vollendet worden ist; man darf wohl sagen, daß trotz der raschen Entwicklung der Fernmeldetechnik weder etwas vom Neuesten fehlt, noch auch das Dargebotene veraltet ist.

Das Buch behandelt in lexikonmäßiger alphabetischer Anordnung sowohl die wissenschaftlichen Grundlagen der Fernmeldetechnik aus Physik, Chemie und Mathematik, auch aus Zoologie und Botanik, wie das Telegraphen-, Fernsprech- und Funkwesen, Eisenbahnsignalwesen, Anwendung der Telegraphie im Bergbau und in der Schiffahrt, insbesondere Linien- und Leitungsbau, den Betrieb, die Verwaltung und das Rechtswesen, Statistik; es schildert das Fernmeldewesen auch in fremden Ländern und die zwischenstaatlichen Beziehungen, auch die Geschichte. Außerordentlich zahlreiche Literaturhinweise dienen als Leitfaden für genaueres Studium. Jedem Stichwort ist in der Regel der gleichbedeutende Ausdruck im Englischen und im Französischen beigefügt, so daß man zugleich ein deutsch-englisches und ein deutsch-französisches Wörterbuch vor sich hat. Man findet ferner kurze Lebensbeschreibungen bedeutender Fernmeldetechniker. Die zahlreichen Abbildungen (2769 auf 1733 Seiten) sind vortrefflich und scheinen zum großen Teil für dieses Buch neu angefertigt worden zu sein. Unter „Schrifttum" findet man eine Aufzählung von 191 Büchern und 58 Zeitschriften, die sich größtenteils ausschließlich mit der Fernmeldetechnik, zum kleineren Teil auch mit andern Gegenständen der Technik befassen.

Ein vollständiges Verzeichnis der Mitarbeiter wird nicht mitgeteilt; doch läßt sich aus andern Angaben schließen, daß sich etwa 75 Fachleute in die Bearbeitung geteilt haben, durchweg Männer, die in Fachkreisen hoch geschätzt werden. Der Umfang der Beiträge schwankt, wie in andern Handwörterbüchern, von wenigen Zeilen bis zu mehreren Seiten. Es handelt sich in der Hauptsache nicht lediglich um Angaben, die aus der vorhandenen Literatur zusammengetragen worden sind; vielmehr erkennt man schon aus der Wahl der Mitarbeiter — und es wird im Vorwort noch ausdrücklich gesagt — daß die Absicht war, das lebendige Wissen der im Fernmeldewesen selbst tätigen Techniker und Verwaltungsbeamten nutzbar zu machen und der gesamten Fachgenossenschaft zur Verfügung zu stellen.

Druck, Papier, Abbildungen, die ganze Ausstattung sind ausgezeichnet gut.

Das Vorwort der Herausgeber schließt mit dem Wunsch, dem ich mich von Herzen anschließe: Möge das Werk die große Arbeit durch Erfüllung seines Zweckes lohnen: e Bild von der Größe und Bedeutung des elektrischen Fer meldewesens zu geben und dem Fachmann ein stets wil kommener Helfer sein! [E 2865] *Strecker*

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesen Heft 316: **Der indizierte Wirkungsgrad der Gasmaschin** Von *Hermann Schnell.* **Der Einfluß des Wärmeübergang auf den indizierten Wirkungsgrad der Gasmaschine.** V *Eberhard Hecker,* Berlin 1929, VDI-Verlag. 34 S. r 48 Abb. und 30 Zahlentaf. Preis 6,50 *RM*, für Mitglied des V. d. I. 5,85 *RM.*

Der erste Teil befaßt sich mit dem indizierte Wirkungsgrad (Gütegrad) der Gasmaschine. D thermische Wirkungsgrad wird unter Berücksichtigung d Abhängigkeit der spezifischen Wärme von der Temperat und der Verschiedenheit der Gaszusammensetzung vor u nach der Verbrennung in Abhängigkeit von der Art d Frischgases, des Luftüberschusses und des Verdichtung grades bestimmt. Aus Versuchsergebnissen wird der ind zierte Wirkungsgrad bei geänderter Drosselung, verschied nen Mischungs- und Verdichtungsverhältnissen ermittelt.

Der zweite Teil bringt die rechnerische Ermittlu des indizierten Wirkungsgrades einer Großgasmaschi (1500 PS) und zeigt dessen Abhängigkeit von Luftübe schuß, endlicher Verbrennung, Drehzahl, mittlerer Wan temperatur, Endtemperatur des Ansaugens und Maschine größe. Zuletzt wird der berechnete indizierte Wirkung grad mit dem beim Versuch ermittelten verglichen. [E 2575] *Ltr.*

Oil Refinery Specifications. Von *A. L. Nugey.* Easton 192 The Chemical Publishing Co. 210 S. m. 34 Abb. Pre 3,50 $.

Raffinieren von Ölen bedeutet in den englisch spreche den Ländern die Aufbereitung von Ölen mittels Destill tion. *Nugey* hat ein Buch geschaffen, wie wir es wohl a den allerwenigsten Gebieten der chemischen Großprozes haben, eine Einzelbeschreibung in so scharfer und sac licher Art, daß ich fast wünschen möchte, daß das Buch i deutscher Sprache den Fachleuten und den Ingenieuren al gemein zugänglich gemacht würde.

Es fehlt in dem verhältnismäßig kleinen Buch kein Te aus dem Gebiet der Ölverarbeitung als nur die Säurepun pen. Jeder Teil, von der Fabrikanlage angefangen b zum kleinsten Nebengerät und Maschinenteil, ist beschriebe Die Heizvorrichtungen, seien es Gas-, seien es Ölbrenne die Beseitigung von Abgasen und die Gewinnung vo Destillationsgasen, alles findet seine außerordentlich sac liche Behandlung in kurzen, sehr genauen Angaben. D Übersichten über die Fabrikanlagen sind skizzenhaft, ab so genau ausgeführt, daß für den Fachmann alles dara zu ersehen ist.

Wenn das Buch auch schon 1924 erschienen ist, so hat es im vollen Umfang auch heute noch seinen Wert, sowohl für den Bauingenieur wie für den Chemiker und Techniker. Dabei geht es nicht nur auf die Destillationstechnik, sondern auch auf die Einrichtung von Krackanlagen usw. ein. Ich habe selten ein Buch in der Hand gehabt, was ich so empfehlen kann wie dieses. Es ist wirklich bedauerlich, daß diese Dinge in Deutschland nicht genügend Beachtung finden dürften, um eine Übersetzung zu gestatten. Bei der Wiedergabe der Skizzen macht sich das schlechte Druckpapier ungünstig bemerkbar. [E 2827] *Frank*

Motorshipping. Von *A. C. Hardy.* London 1928, Chapman & Hall Ltd. 166 S. m. Abb. Preis 15 sh.

Der Umstand, daß ein Motorschiff für die gleiche Geschwindigkeit nur ein Drittel des Brennstoffgewichtes verbraucht, wie ein Dampfer gleicher Ladefähigkeit und daß mit dem Dieselantrieb noch eine ganze Reihe weiterer Vorteile verknüpft sind, hat zu einer Umwälzung in der Schiffahrt geführt. Diese Vorteile sind vor allem eine Vergrößerung des Fahrbereiches, des Laderaumes infolge Fortfalls der Kohlenbunker, an deren Stelle Ölzellen treten, eine Verringerung des Brennstoffverbrauches im Hafen, Fortfall des zum Anheizen der Kessel erforderlichen Brennstoffes, Möglichkeit, die Geschwindigkeit der Frachtschiffe wesentlich zu erhöhen und Vergrößerung der bewohnbaren Deckfläche bei Fahrgast-Motorschiffen. Wie sich diese Vorteile im einzelnen bei verschiedenen Schiffsgattungen auswirken, wird im vorliegenden Werk an vielen Beispielen eindrucksvoll dargelegt. [E 2795] *W. S.*

Einführung in die mathematische Behandlung naturwissenschaftlicher Fragen. Von *Alwin Walther.* 1. T.: Funktion und graphische Darstellung, Differential- und Integralrechnung. Berlin 1928, Julius Springer. 220 S. m. 174 Abb. Preis 9,60 *RM*.

Das Buch, das den Leser in die für den Naturwissenschaftler wichtigen mathematischen Methoden einführen will, behandelt in seinem 1. Teil Funktion und graphische Darstellung, im 2. Teil die Differential- und Integralrechnung.

Inhaltlich sei zunächst erwähnt, daß neben den formelmäßigen die zeichnerischen und die Verfahren der Zahlenrechnung gleichberechtigt behandelt werden. So ist im 1. Teil der zeichnerischen Darstellung der Funktion, auch durch Funktionsleitern (mit Anwendung auf den Rechenschieber) ein breiter Raum gewidmet. Die Ableitung wird zuerst geometrisch als Steigungsmaß eingeführt und erst nachdem der Wert dieses Begriffs in verschiedenen Anwendungen erprobt ist, wird er vertieft und auf seine Erklärung als Grenzwert des Differenzenquotienten eingegangen. Ausführlich werden Funktionsdifferenz und Differential behandelt, der Wert des Differentials für die Fehlerschätzung auseinandergesetzt und an Beispielen gezeigt, wie fein gerade das Differential dem naturwissenschaftlichen Denken angepaßt ist. Das unbestimmte Integral wird gleichzeitig mit der Ableitung eingeführt. Bei der Einführung des bestimmten Integrals wird sofort auf seinen Zusammenhang mit der Ableitung geachtet und dieser von allen Seiten aufs hellste beleuchtet.

Neben diesen allgemeinen Dingen enthält das Buch eine eingehende Besprechung der elementaren Funktionen: Lineare Funktion, Potenz (Darstellung auf Logarithmenpapier), Polynome (Anwendung auf die Interpolation), trigonometrische und zyklometrische Funktionen, natürlicher Logarithmus und Exponentialfunktion. Dabei wird stets an Beispielen erörtert, inwiefern die betreffende Funktion für den Naturwissenschaftler von Bedeutung ist.

Aus der Inhaltsangabe geht schon hervor, daß das Buch dem Leser nicht nur Fertigkeiten übermittelt, sondern ihm den Sinn der mathematischen Methoden zeigt und gleichzeitig an zahlreichen Beispielen erläutert, wie diese Methoden in den Anwendungen sinnvoll zu gebrauchen sind. Dabei ist besonders wertvoll, daß nicht nur die rein mathematischen Fragen eingehend behandelt sind, sondern gerade auch die Überlegungen, die zu einem mathematischen Ansatz führen.

Die Darstellung ist klar und anschaulich. Die Sätze werden größtenteils bewiesen, soweit das nicht der Fall ist, wird aber jedenfalls ihr Gehalt klar herausgearbeitet. Auch auf eine anschauliche Feststellung der Begriffe wird Wert gelegt. Man kann sich nur fragen, ob der für das ganze Gebiet gemeinsame Begriff des Grenzwertes nicht etwas zu kurz gekommen ist. Vielleicht hätte sich auch manches vereinfacht, wenn er am Anfang des zweiten Teiles allgemein erörtert worden wäre. Nicht ganz glücklich ist die Fassung des Begriffes der Stetigkeit, sie bringt nicht voll zum Ausdruck, daß durch „hinreichend" kleine Wahl der Argumentdifferenz die Funktionsdifferenz „beliebig" klein gemacht werden kann. Doch dies sind Kleinigkeiten gegenüber den genannten großen Vorzügen des Buches.
[E 2818] *Lösch*

Flughandbuch für das Deutsche Reich. Herausgeg. vom Reichsverkehrsministerium. 1. Lieferung: Beschreibung von 32 Flughäfen. Berlin 1928, Reichskartenstelle des Reichsamts für Landesaufnahme. Preis der 1. Liefrg. allein 21 *RM*; für jede weitere Liefrg. 9 *RM*; Gesamtpreis für alle 4 Lieferungen 48 *RM*.

Probleme des Betonstraßenbaues. Von *E. Probst* und *H. Brandt.* Berlin-Charlottenburg 1928, Zementverlag. 289 S. m. Abb. Preis 12 *RM*.

Wissenschaft und Wirtschaft, 5. Bd.: **Vorträge der VII. Ingenieur-Tagung, Brünn 1928.** Zusammengest. von der Vereinsleitung des „Hauptvereines deutscher Ingenieure in der Csl. Republik". Brünn 1929, Verlag des HDI. 398 S. m. 172 Abb. Preis 55 K., für Mitglieder des HDI 40 K.

Handbuch des Grubenrettungswesens. Von *Gustav Ryba.* 1. Bd.: Brände und Grubenexplosionen. Leipzig 1929, Arthur Felix. 302 S. m. 147 Abb. Preis 24 *RM*.

Italienische Normen für Lieferung von hydraulischen Bindemitteln. Charlottenburg 1928, Zementverlag. 17 S. m. 2 Abb. Preis 1,20 *RM*.

ETZ. **Gesamtinhaltsverzeichnis** der 25 Jahrgänge 1903 bis 1927 der Elektrotechnischen Zeitschrift, der Bände 1 bis 18 des Archivs für Elektrotechnik und der VDE-Fachberichthefte 1926 und 1927. Herausgeg. vom Verband Deutscher Elektrotechniker e. V. und Elektrotechnischen Verein e. V. Bearb. von *Franz Moeller.* Berlin 1928, Julius Springer. 653 S. Preis 28 *RM*.

Große Naturforscher. Von *Philipp Lenard.* München 1929, J. F. Lehmanns Verlag. 324 S. m. 67 Bildnissen. Preis 12 *RM*.

Das Urheberrecht an Werken der Literatur und der Tonkunst in Deutschland. Kommentar zum Reichsgesetz vom 19. Juni 1901, 22. Mai 1910 und den internationalen Verträgen Deutschlands. Von *Bruno Marwitz* und *Philipp Möhring.* Berlin 1929, Franz Vahlen. 402 S. Preis 16,50 *RM*.

---

68. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure Königsberg i. Pr., 23. Juni 1929

Das Programm der 68. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure ist in Nr. 16 dieser Zeitschrift vom 20. April 1929 S. 564 veröffentlicht. Zur Ergänzung sei hier noch folgendes mitgeteilt. Entsprechend dem diesjährigen Tagungsort der Hauptversammlung sind die wissenschaftlichen Darbietungen zum größten Teil auf die Gebiete der Land- und Forstwirtschaft, insbesondere der Gewinnung, Prüfung und Verarbeitung von Holz abgestellt.

Die wissenschaftlichen Verhandlungen

beginnen **Sonntag**, den 23. Juni 1929, 10 Uhr, in der Börse. Die beiden Vorträge werden das Thema „Die Bedeutung der organischen Produktion für Technik und Industrie" behandeln, und zwar werden Wirkl. Geh.-Rat Dr. jur. h. c. *von Batocki*, Exz., Oberpräsident a. D., über „Landwirtschaft" und Ministerialdirektor Dr. Dr.-Ing. E. h. *Wappes*, München, über „Forstwirtschaft" sprechen.

Fachsitzungen

Am **Freitag**, dem 21. Juni 1929, werden bereits in **Danzig** drei Fachsitzungen abgehalten. In der Fachsitzung

Verkehrswesen,

die vom Verein deutscher Ingenieure gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen um 10 Uhr in der Technischen Hochschule veranstaltet wird, wird Prof. Dr.-Ing. *Pirath*, Stuttgart, über „Verkehrs-

probleme der Gegenwart“ und Prof. Dr.-Ing. *Faßbender*, Berlin, über „Die Hochfrequenztechnik im Dienste der Verkehrssicherung“ sprechen.

Die Fachsitzung

Wärmetechnik,

15 Uhr in der Technischen Hochschule, bringt einen Vortrag von Dr.-Ing. *von Laßberg*, München: „Die Wärmewirtschaft in der Zellstoffindustrie“ und einen zweiten von Prof. Dr.-Ing. *E. Schmidt*, Danzig, über „Versuche über Wasserumlauf in Dampfkesseln“.

In der ebenfalls um 15 Uhr in der Technischen Hochschule stattfindenden Fachsitzung

Schweißtechnik

wird der erste Vortrag über „Die Stumpfschweißung im Abschmelzverfahren und ihre Anwendungsmöglichkeiten im Schiffbau“ von Dr. *Wuppermann*, Schlebusch, gehalten. Sodann spricht Dr. *Sommer*, Düsseldorf, über „Fortschritte in der Verwendung hochwertiger Schweißdrähte“, Prof. Dr. *A. Hilpert*, Berlin, über „Neueste Untersuchungen des Werkstoffüberganges im Schweißlichtbogen“ und Dr. *Holler*, Knapsack, über „Die Azetylenschweißung von Rohrleitungen für Ferngasversorgung“.

In Königsberg finden Sonnabend, den 22. Juni 1929, vier Fachsitzungen statt. Die Fachsitzung

Landwirtschaftstechnik

wird um 14 Uhr im Tragheimer Gemeindehaus abgehalten. Nach einem Vortrag über „Technik im Wirtschaftswalde“ spricht Oberforstrat *Ring*, Gumbinnen, über „Die Technik im ostpreußischen Forst“.

Die Fachsitzung

Betriebstechnik

um 14 Uhr im Gebauhr-Saal ist mit einem Vortrag von Reichsbahnrat *Schächterle*, Stuttgart, über „Holz als Konstruktionsmittel“ und einem weiteren Vortrag von Dipl.-Ing. *Warlimont*, Heidelberg-Rohrbach, über „Holztrocknung“ ganz auf das Holz als Bau- und Werkstoff eingestellt.

In der Fachsitzung

Staubtechnik

um 17 Uhr im Körtesaal werden Patentanwalt Dr.-Ing. *Meldau*, Berlin, über „Eigenschaften und Verwertung von Holzmehl und Holzstaub“ und Dr. *Teleky*, Düsseldorf, über „Die neueren Anschauungen über Staubschädigung und deren Verhütung“ vortragen.

Die Fachsitzung

Vertriebstechnik

wird um 17 Uhr im Stadthallen-Salon abgehalten. Hier wird Ziviling. *Bader*, Berlin, über die Arbeitsergebnisse der Fachgruppe „Vertriebsingenieure“ berichten. Sodann wird Dr. *Reithinger*, Berlin, über „Saisonschwankungen und deren Einfluß auf Arbeitsvorbereitung und Arbeitsplanung“ und Dr.-Ing. *Weicken*, Berlin, über „Anteil der Verpackungskosten am Warenpreis“ sprechen.

Montag, den 24. Juni 1929, finden drei weitere Fachsitzungen statt. Die Fachsitzung

Ausbildungswesen

um 9 Uhr im Hause der Technik steht ebenfalls im Zeichen des Holzes. Studienrat *Kersten*, Berlin, spricht über „Neuzeitliche Holzbauweise und ihre Beziehungen zum Unterricht der höheren Baugewerkschulen“ und Dir. *Becker*, Rosenheim, über „Die deutschen holztechnischen Fachschulen“; sodann behandelt Oberreg.-Rat *Lutze*, Königsberg, „Das technische Schulwesen in Ostpreußen“.

In der Volksmissionshalle Immanuel findet um 9 Uhr die Fachsitzung

Holzprüfung

statt. Der erste Vortrag von Prof. Dr. *Schwalbe*, Eberswalde, ist dem Thema „Die chemischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften des Holzes“ gewidmet, während in einem zweiten Vortrag Prof. *Graf*, Stuttgart, über „Die Festigkeitseigenschaften des Holzes und ihre Prüfung“ sprechen wird.

In der Fachsitzung

Industrielles Rechnungswesen

um 9 Uhr im Tragheimer Gemeindehaus behandelt Frhr. *von Stengel*, München, „Neuzeitliches Rechnungswesen in holzverarbeitenden Betrieben“. Der zweite Vortrag von Dr. *Schnutenhaus*, Berlin, lautet „Analyse der Vertriebskosten“.

In den Räumen des Hauses der Technik, am Wallring, wird während der Hauptversammlung eine Lehrschau „Holz“ gezeigt.

Für Montag, den 24. Juni 1929, sind zahlreiche Besichtigungen angesetzt. Weitere Einzelheiten, insbesondere über die Bestellung von Teilnehmerkarten und Wohnungen sind aus den VDI-Nachrichten Nr. 17 vom 24. April 1929 zu ersehen. [V 3079]

Berichtigungen

Hauptformen des zweiachsigen Lokomotiv-Laufgestells

In Z. Bd. 73 (1929) Nr. 15 muß es S. 493 r. Sp., 1. Zeile heißen „entspannt“ anstatt „gespannt“, linke Spalte, Zeile 9 von unten „Drehgestellrahmen“ anstatt „Druckgestellrahmen“. [N 3081]

Wasserhebung und Wasserspeicherung

In dem Aufsatz von *Baer* in Z. Nr. 16 vom 20. April 1929 sind folgende Zahlen zu ändern.

In Zahlentafel 1 S. 540, 3. Zeile, Frankfurt a. M. — Hattersheim, lautet Sp. 9 anstatt 56,3 richtig: **68 bis 68,9 erreicht.**

In Zahlentafel 3 S. 541, 6. u. 7. Zeile, Köln — Fühlingen ist Sp. 8 anstatt 53 zu setzen: **68.**

Auf S. 547, r. Sp., 3. Abs., 11. Zeile muß der Name nicht May, sondern *Muy* heißen. [N 3066]

Metalle im Flugzeugbau

In dem Aufsatz von *E. Everling* und *B. Splanemann* in Z. Nr. 17 vom 27. April 1929 sind auf S. 588 die Bilder der Abbildungen 8 und 9 zu vertauschen. [N 3067]

Die nordamerikanische Luftfahrt im Jahre 1928

In Zahlentafel 2, Z. Nr. 17 vom 27. April 1929, S. 594, ist die letzte Spalte der vorletzten Zeile von 12,6 in 126 $/km umzuändern. [N 3068]

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS
Bd. 73 SONNABEND, 1. JUNI 1929 Nr. 22



Die neue Schleuse in Ymuiden

Von C. T. C. HEYNING, Hoofdingenieur van den Rykswaterstaat, Ymuiden

Die neue Ymuider Schleuse, die größte der Welt, ermöglicht eine bedeutende Verbesserung des Zufahrtweges zum Hafen von Amsterdam. — Die großen Abmessungen und die tiefe Gründung der Schleuse führten zu schwierigen technischen Aufgaben, deren Klärung eingehende Versuche erforderlich machte. Die Schleuse ist in trockener Baugrube auf Betonpfählen in unverkleidetem Beton ausgeführt worden. Als Verschlußkörper der Häupter sind Schiebetore gewählt; die Umläufe in den Häuptern werden durch Rollenschützen abgeschlossen. Alle Vorrichtungen werden elektrisch angetrieben. — Der Bau wurde in drei Teilen ausgeführt: die Kammermauern, das Innenhaupt und das Außenhaupt. Insgesamt sind 225 000 m³ Eisenbeton mit 19 000 t Eisen erforderlich; der Bodenaushub betrug rd. 20 000 000 m³. Die Arbeiten werden wahrscheinlich dieses Jahr beendet werden, die Kosten belaufen sich auf rd. 19 Millionen Gulden.

Einleitung

Der Bau der neuen Schleuse in Ymuiden gehört zu den Arbeiten zur Verbesserung des Zufahrtweges von der Nordsee zum Hafen von Amsterdam. Früher war Amsterdam von der Nordsee aus nur über die Zuidersee zu erreichen. Im Anfang des 19. Jahrhunderts wurde dieser Weg, der nur für Schiffe mit einem Höchsttiefgang von 3,60 m bei Hochwasser zu befahren war, gänzlich ungenügend und durch einen Kanal von Amsterdam durch die Provinz Nordholland nach Den Helder ersetzt, der 1826 eröffnet wurde und für Schiffe mit einem Höchsttiefgang von 5 m fahrbar war, Abb. 1. Dieser Kanal, der bei seiner Eröffnung eine für lange Zeit ausreichende Verbesserung der Zufahrt nach Amsterdam zu sein schien, war nach ungefähr 30 Jahren schon zu klein. Zwischen einer Verbreiterung des bestehenden Kanales und der Schaffung eines neuen Verbindungsweges, der Amsterdam auf dem kürzesten Wege mit der Nordsee verbinden würde, bevorzugte man letztere Lösung.

Diese Verbindung war auch schon Anfang des 19. Jahrhunderts erwogen worden, jedoch hat man den Bau des dafür notwendigen Außenhafens an der sandigen Nordseeküste seinerzeit noch nicht gewagt. Auch im Jahre 1863, als man mit diesen Arbeiten begann, war der Bau des neuen Zufahrtweges nach Amsterdam und insbesondere der Bau des Außenhafens in Ymuiden mit den damals zur Verfügung stehenden Mitteln ein schwieriges technisches Problem, und es dauerte bis zum Jahre 1876, bevor der Nordseekanal der Schiffahrt übergeben wurde. Nunmehr konnte der Hafen von Amsterdam von Schiffen mit einem Tiefgang von 7,25 m erreicht werden.

Seit der Eröffnung des Nordseekanales hat dieser Hafen, der in der Mitte des 19. Jahrhunderts einen Teil seiner Bedeutung verloren hatte, sich sehr stark entwickelt. Der Gesamtinhalt der eingehenden Seeschiffe, der 1876 nur 1 136 000 m³ betrug, war im Jahre 1928 bis auf 26 084 000 m³ gestiegen. Insgesamt fuhren im Jahre 1927 7020 Seeschiffe mit einem Gesamtinhalt von 54 638 800 m³ durch die Schleuse von Ymuiden aus und ein.

Da nicht nur die Zahl der Schiffe, sondern auch ihre Größe während dieser Zeit sehr zugenommen hat, mußte selbstverständlich der Nordseekanal wiederholt verbreitert und verbessert werden. Die größte Verbesserung war der Bau einer Schleuse, die 1896 eröffnet wurde und eine Schwellentiefe von 10,15 m — NAP (Normaler Amsterdamer Pegelstand), eine Durchfahrtweite von 25 m und eine Länge von 225 m hatte. Gleichzeitig wurde das Kanalprofil erweitert auf eine Sohlenbreite von 50 m bei 10,3 m Tiefe — NAP, bei einer Neigung der Böschungen von 1 zu 3.

Im Zusammenhang mit dem Bau des Panamakanals und der beabsichtigten Erweiterung des Suezkanals, wurden schon um 1909 herum die Abmesungen des Nordseekanals und der größten Ymuider Schleuse als ungenügend erachtet. Nachteilig war nicht nur, daß Schiffe von mehr als 20 000 t den Amsterdamer Hafen nicht erreichen konnten, sondern in der Hauptsache, daß in Ymuiden



Abb. 1
Ältere und neuere Wasserstraßen zwischen Amsterdam und der Nordsee.

nur e i n e große Schleuse zur Verfügung stand. Falls diese infolge eines Unfalls zeitweise außer Betrieb kam, wäre der größte Teil der Amsterdamer Schiffahrt stillgelegt worden, weil die alte Schleuse aus dem Jahre 1876 für große Seeschiffe viel zu klein ist. Ein Bauausschuß riet 1911 zum Bau einer Schleuse von 360 m Länge, 40 m Durchfahrtweite und einer Schwellentiefe von 15 m — NAP, sowie außerdem zum Erweitern des Kanalprofiles. In der Hauptsache infolge des Krieges wurde erst im Januar 1916 durch Gesetz beschlossen, zum Bau einer Schleuse mit einer Schwellentiefe von 15 m — NAP und einer Erweiterung des Nordseekanals im Zusammenhang mit dieser Schwellentiefe zu schreiten.

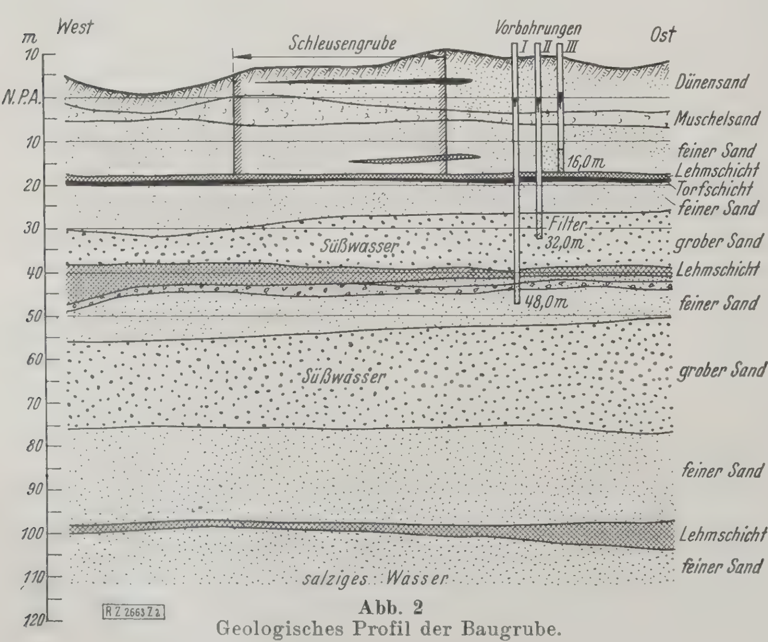


Abb. 2
Geologisches Profil der Baugrube.

Abmessungen der neuen Schleuse

Das Gesetz schrieb nur die Schwellentiefe vor, daß die übrigen Hauptabmessungen noch näher zu b stimmen waren. Beim Ausarbeiten der Pläne kam m zu folgender Größe: Nutzbare Länge 400 m., Durchfah weite der Schleusenkammer und der Häupter 50 Schwellentiefe 15 m — NAP, Oberkante Kammerwän 5 m + NAP. Mit diesen Abmessungen ist die ne Schleuse in jeder Hinsicht größer als alle bestehend Schleusen. Sie muß bei jedem Wasserstand des Inne und Außenwassers benutzbar sein.

Für das Außenwasser kommt in Frage:

Höchster Wasserstand . . .	3,7 m + NAP,
Normalhochwasser	0,75 m + NAP,
Normalniedrigwasser . . .	0,9 m — NAP,
Niedrigster Wasserstand . .	2,5 m — NAP.

Für das Binnenwasser kommt in Frage:

Höchster Wasserstand . . .	0,2 m + NAP,
Normaler Wasserstand . .	0,5 m — NAP,
Niedrigster Wasserstand . .	0,8 m — NAP.

Es wurde angenommen, daß bei dem höchsten b kannten Außenwasserstand von 3,7 m + NAP der Binne wasserstand gleichzeitig nicht unter 0,3 m — NAP b tragen würde, so daß der größte Wasserstandunterschi nicht mehr als 4 m beträgt. Unterschiede über 1,75 werden jedoch zu den Ausnahmen gehören. Bei der En eignung zwecks Verbreiterung des Kanales innerha der Schleusen legte man ein Profil mit einer Sohlenbrei von 100 m und einer Tiefe von 15,5 m — NAP zugrun Vorläufig wird jedoch die Sohlenbreite auf 75 m und d Tiefe auf 12,5 m — NAP gebracht. Auch der neue Z fahrtweg vom Außenhafen zur Schleuse und der Auße hafen selbst werden auf diesen Tiefgang ausgebagge

Der Entwurf

Während der Vorarbeiten waren einige wichti Fragen zu klären: nämlich die Möglichkeit, die Schleu ohne ernsthafte Beeinflussung der Wasserversorgung d Umgebung mittels einer trockenen Baugrube ausz führen, ferner ob das Seewasser in Ymuiden den unb kleideten Beton angreift, und schließlich welche Art d Wasserzu- und -abflusses zur Schleusenkammer anz wenden sei.

Trockene Baugrube

In Hinblick auf eine einfache Durchführung der B tonarbeiten wählte man als Bauverfahren die trocke Baugrube. Die Schleuse liegt in einem Gebiet ausg biger Wasserentziehung, sowohl für Trink- wie auch f Gebrauchswasser. Welchen Einfluß wür nun die Trockenlegung der tiefen Baugru auf die Wassernutzung haben? Dabei wur an folgende Nachteile gedacht:

1. Senkung des Grundwasserstandes wä rend des Schleusenbaues, wodurch e Teil der Wasserfassungen in der U gebung während mehrerer Jahre trocke gelegt werden mußte.
2. Vergeudung der in diesem Dünengebi vorhandenen Süßwassermenge, die n allmählich durch Regen und Schnee wi der aufgefüllt wird.
3. Störung des Gleichgewichtzustandes i Grundwasser, wodurch das in größer Tiefen vorhandene Salzwasser aufstei und das darüber gelegene Süßwasser ve salzt, so daß es unbrauchbar wird.

Abb. 3 deutet an, wie man sich die Bewegu des Wassers in diesem Gebiete vorzustell hat. Mittels einer großen Zahl Grundbohru gen, die planmäßig über das ganze Gebiet d Baugrube verteilt waren, wurden in erst Linie die geologischen Bodenverhältnisse b stimmt, Abb. 2. Bis auf große Tiefe war San boden vorhanden, der mit drei Lehmschicht

.f rd. 18 m, 38 m und 100 m — NAP durchsetzt ist. ·iter wurde mittels einer großen Anzahl Steigrohre die ie Höhe des Grundwassers bestimmt, und zwar einmal das Wasser über der obersten Lehmschicht, ferner das zwischen der obersten und der mittleren und ließlich für das unterhalb der mittleren.

Die Beobachtungen ergaben, daß das Oberwasser ·en freien Spiegel hat, hingegen das mittlere und tie·e Wasser unter Druck stehen. Das obere Wasser war ·erhalb eines bestimmten Abstandes vom Meere, von : Tide und dem Barometerstand unabhängig, die da·gen das mittlere und tiefere Wasser beeinflußten. Wei· konnte man annehmen, daß die beiden Lehmschich·ı auf 18 und 38 m — NAP wahrscheinlich wasserdicht .ren. Diesen Umstand benutzte man zur Herstellung der ·ckenen Baugrube, in dem diese mittels einer Spund·nd, die bis 39 m — NAP in die mittlere Lehmschicht ·chte, eingeschlossen wurde. In dieser wasserdichten ube konnte man nunmehr die Grundwerke errichten, ·ne daß das Grundwasser der Umgebung nachteilig be·flußt worden wäre. Jedoch waren Spundwandeisen ·r bis zu einer Länge von 26 m zu bekommen, und man ·tte damit zu rechnen, daß die Oberkante der Spund·nd auf 13 m — NAP lag.

Damit nun das Grundwasser nicht über die Spund·nd in die Grube eindringen konnte, war das Grund·sser außerhalb der Grube bis auf 13 m — NAP abzu·nken. Hierdurch wäre ausschließlich das Oberwasser ·einflußt worden und wo dieses mancherorts verunrei·gt und als Nutzwasser ohne Bedeutung ist, brachte die ·senkung keine weiteren Nachteile. Neben dieser Absen·ng des Oberwassers ist jedoch auch noch eine Absen·ng des Mittelwassers nötig, Abb. 3, weil dieses unter ·uck steht und die Lehmschicht auf 18 m — NAP außer·lb der Spundwand durchbrechen wird, sobald das Ge·cht dieser Schicht zusammen mit dem Boden- und Was·rdruck oberhalb kleiner werden als der Druck des ·ttelwassers. Aus der Dicke der Schicht konnte man ·ststellen, daß der Druck des Mittelwassers, der ur·rünglich einer Steighöhe bis NAP gleichkam, durch ·senkung auf eine Steighöhe von 9 m unter NAP ver·gert werden mußte. Dies würde wohl einen nachtei·ken Einfluß auf die Wasserversorgung der Umgebung ·ben, jedoch dieser Einfluß ist viel kleiner, als anfangs ·t Rücksicht auf die Gründungstiefe von 19,50 m — NAP ·fürchtet wurde.

Bevor man mit dem Trockenlegen der Baugrube be·nn, hat man eine Probegrube von 25 m² auf diese Art ·ockengelegt.

Das Rammen der langen Spundwandeisen war ohne ·ülen nicht möglich. Obwohl jedoch die erste Lehm·hicht infolge des Spülens in der Nähe der Spundwand ·glicherweise beschädigt worden ist, blieb der An·luß der Lehmschicht an die Spundwand genügend ·sserdicht. Mehrere Wochen, nachdem die Probegrube auf 19,5 m — NAP ausgegraben und trockengelegt ·r, stellte man fest, daß die Absenkung des Oberwassers ·inen merkbaren Einfluß auf das Mittelwasser hatte ·d daß die Absenkung des Mittelwassers nur wenig ·influß auf das Tiefwasser ausübte. Eine Gleich·wichtstörung zwischen dem Süß- und dem darunter ge·genen Salzwasser war daher nicht zu befürchten, und

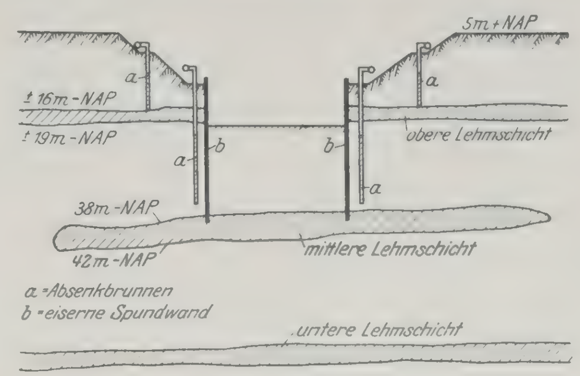


Abb. 3
Schema der Grundwasserabsenkung.

man entschloß sich, die Baugrube auf diese Weise herzustellen und trockenzulegen. Zur weiteren Einschränkung eines schädlichen Einflusses beschloß man, das Innen- und Außenhaupt nacheinander auszuführen.

Einfluß von Seewasser auf Beton

Zur Feststellung der Erhärtung von Beton in Seewasser wurden folgende Untersuchungen gemacht:

1. Zugproben mit Mörtel.
   Zusammensetzung in Gewichtsteilen:
   a) 3 Zement, 1 Wasser,
   b) 3 Zement, 1 Traß, 1,35 Wasser,
   c) 1 Zement, 3 Flußsand und 0,7 Wasser,
   d) 1 Zement, ⅓ Traß, 3 Flußsand und 0,8 Wasser.
2. Druckproben mit Betonwürfeln von 10 cm Kantenlänge.
   Zusammensetzung:
   7,5 kg Zement, 7,5 l Dünensand, 15 l Flußsand und 26 l Kies.
3. Biegeproben mit 1 m langen bewehrten Balken mit einem Querschnitt von 2×2 dm².
   Zusammensetzung in Gewichtsteilen:
   a) 1,5 Zement, 0,5 Traß, 3 Sand und 5 Kies,
   b) 2 Zement, 1 Traß, 3 Sand und 6 Kies,
   c) 2 Zement, 2 Traß, 3 Sand und 7 Kies.

Von allen Untersuchungen führte man zwei Versuchsreihen aus: die eine Probe ließ man in Salzwasser, die andre in Süßwasser oder feuchtem Sand erhärten. Die Zugproben wurden bereits nach 24 h der Einwirkung des Seewassers ausgesetzt. Die Druckproben ließ man drei bis vier Tage an der feuchten Luft, dann vier bis sechs Wochen in salzigem Wasser, um sie schließlich in Seewasser zu tauchen. Die Biegeproben ließ man vier Wochen

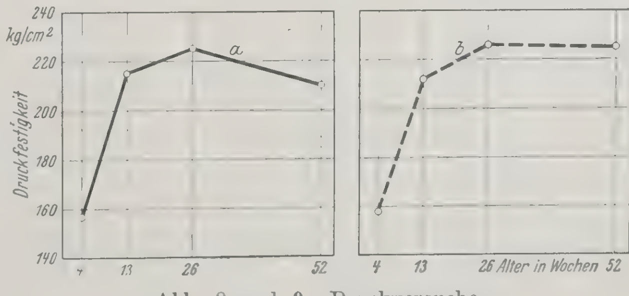
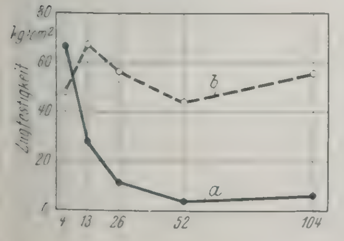
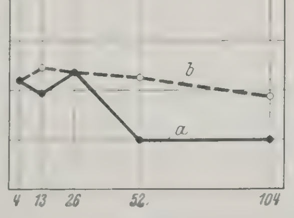
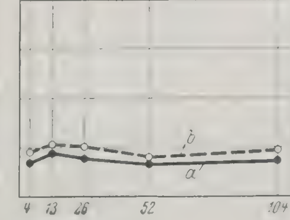


Abb. 8 und 9. Druckversuche.

Abb. 4 bis 9
Zug- und Druckfestigkeit von Mörtel und Beton.
——— Erhärtung im Seewasser
- - - - Erhärtung im Süßwasser







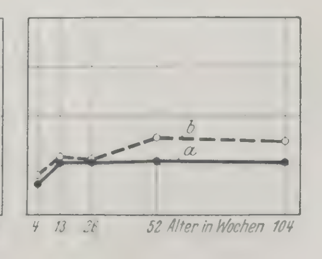


Abb. 4 bis 7. Zugversuche.

Trossenzug in den Haltetauen bei einem Schiff von 45 200 t Verdrängung

Zahlentafel 1. 4 m Wasserstandsunterschied.

Anordnung	Füll-zeit min	Hubgeschwindigkeit des Abschlußschiebers mm/s	Größter Trossenzug t
Seitenöffnungen in der Kammermitte	12	45	47
Seitenöffnungen in der Nähe der Häupter, verbunden durch einen Stollen	12	20	57
Stichkanäle über die ganze Kammerlänge	12	14	46
Kurze Umläufe in den Häuptern	12	20	56
Öffnungen in den Schleusentoren	12	80	140

Zahlentafel 2. 1,4 m Wasserstandsunterschie

Anordnung	Füll-zeit min	Hubgeschwindigkeit des Abschlußschiebers mm/s	Größt Tross zug t
Seitenöffnungen in der Kammermitte	7,5	45	20
Seitenöffnungen in der Nähe der Häupter, verbunden durch einen Stollen	8	20	25
Stichkanäle über die ganze Kammerlänge	8	14	20
Kurze Umläufe in den Häuptern	8	20	20
Öffnungen in den Schleusentoren	7,5	80	45

an der feuchten Luft, bevor man sie in Seewasser brachte. Die Untersuchungen auf Druck und Zug wurden 4, 13, 26, 52 und 104 Wochen nach der Herstellung der Proben und die Biegeversuche zwei und zehn Jahre nach Herstellung der Proben ausgeführt.

Es hat sich gezeigt, daß der Mörtel 1a vier Wochen nach der Erhärtung in Seewasser gleich hohe und sogar höhere Festigkeit als der im Süßwasser erhärtete aufweist, er wird aber auf die Dauer durch Seewasser angegriffen, so daß nach 104 Wochen die Festigkeit der Proben in Seewasser im allgemeinen nicht mehr als 10 bis 20 vH der anfänglichen beträgt. Mörtel ausschließlich aus Hochofenzement ändert seine Festigkeit nach vier Wochen bei weiterem Liegen in Seewasser nicht mehr. Die Zufügung von Traß zu Portlandzement hat eine Verbesserung zur Folge, jedoch genügt dies nicht, die Verringerung der Festigkeit aufzuhalten. Mörtel aus Portlandzement und Sand zeigt im allgemeinen eine größere Festigkeit beim Erhärten in Süß- wie beim Erhärten in Salzwasser. Die Unterschiede sind jedoch gering und eine Abnahme der nach vier Wochen vorhandenen Festigkeit ist im allgemeinen nicht beobachtet worden.

Die Druckproben zeigten ähnliche Ergebnisse wie die Zugproben von Zement und Sand, Abb. 4 bis 9. Die Biegeproben ergaben keinen Unterschied in der Festigkeit der Bälkchen, die in Seewasser und derjenigen, die in feuchtem Sand erhärteten. Nach der Untersuchung deckte man außerdem die Bewehrung ab. Bei 2 cm Deckung war sowohl in der feuchten Luft wie auch im Seewasser Rostbildung eingetreten. Diese war jedoch bei den Proben, die im Seewasser erhärtet waren, bedeutend größer, so daß das Eisen an einigen Stellen größere Anfressungen zeigte. Bei 5 cm Betondeckung wurden bei allen Proben nur hier und da vereinzelte kleinere Rostflecken gefunden, im allgemeinen war das Eisen blank geblieben. Die Rostbildung nach zwei und die nach zehn Jahren zeigte keine Unterschiede.

Auf Grund der Ergebnisse aller oben genannten Proben schien die Anwendung von unbekleidetem Beton daher zulässig, zur Sicherheit hat man jedoch Beton mit möglichst hoher Dichte verwendet. Daher wurde eine neue Reihe Proben ausgeführt, um aus den bei diesem Schleusenbau leicht erhältlichen Baustoffen den Beton mit der größtmöglichen Dichte zusammenzustellen. Zu diesem Zweck fügte man dem Zement Traß und dem gröberen Flußsand feinen Dünensand bei. Die Dichte wurde an Betonplatten gemessen. Diese standen unter Wasserdruck und man bestimmte den Überdruck, bei dem die Platten begannen durchzuschwitzen. Außer der Dichtheit wurde auch das Schwinden beim Erhärten gemessen. Es zeigte sich, daß bei einer Zusammenstellung von weniger als 375 kg Zement auf 1 m³ Beton durch Zufügen von ¼ bis ⅕ Teil Traß auf 1 Teil Zement, sowohl die Festigkeit wie auch die Dichte erhöht wurden und daß der Zusatz von 0,5 Teilen feinem Dünensand auf 1 Teil Flußsand die Dichte des Betons erhöht, ohne die Festigkeit und das Schwundmaß merkbar zu beeinflussen.

Wasserumläufe

Beim ersten Entwurf hat man für den Zu- u Abfluß des Wassers durchgehende Umläufe vorgeseh die ganz in den Kammermauern liegen und mit viel Stichkanälen zur Kammer hin versehen sind. Die Bauart, die bereits bei vielen großen Schleusenbaut durchgeführt worden ist, erfordert schwere Kamm mauern mit tief gelegenen Fundamenten. Zum Verr gern der Baukosten und zum Einschränken der Grur wasserabsenkung bevorzugte man eine Mauerkonstrukti mit hoch gelegenen Fundamenten, eine Konstrukti die nur praktisch ausführbar war ohne durchgehen Umläufe in den Kammermauern, doch mit kurz Umläufen in den Häuptern, wie sie bereits bei einig Schleusen für die Binnenschiffahrt angewandt word sind. Bevor man sich zu dieser Konstruktion entschi wollte man feststellen, ob während des Füllens d Kammer die Zugkräfte in den Haltetauen der Schi bei Anwendung von kurzen Umläufen nicht ungünstig wären als bei Ausführung von durchgehenden Umläuf oder von andern Systemen von Wasserläufen. Zu dies Zweck wurden verschiedene Modelle in der Versuc anstalt für Wasser- und Schiffbau in Berlin untersuc wobei für die verschiedenen Ausführungen der Umläu die Zugkräfte in den Haltetauen eines Schiffes v 45 200 t während des Füllens der Kammer in einer v geschriebenen Füllzeit gemessen wurden, Zahlentafel und 2.

Erhöhte man bei den kurzen Umläufen in den Häu tern die Füllzeit von 12 min auf 12 min 20 s, so verri gerte sich die höchste Zugkraft auf 46 t.

Diese Ergebnisse führten zur Anwendung von kurz Umläufen in den Häuptern. Ferner versuchte man no durch Änderung des Verlaufes und des Profils d kurzen Umläufe die Trossenzüge zu verringern. I folgedessen sind die Mündungen der Umläufe, die u sprünglich senkrecht geplant waren, in einem stumpf Winkel zur Schleusenachse ausgeführt worden. Fern nimmt der Querschnitt von 26,5 m² bei den Schiebe allmählich auf 60 m² in der Nähe der Mündung zu u schließlich hat man das Profil der Umläufe unmittelb bei den Schiebern unten mit abgeschrägten Ecken ve sehen, so daß bei gleichmäßigem Abheben der Schieb die Vergrößerung der Durchflußöffnung im Anfang se langsam und allmählich schneller vorsichgeht.

Dadurch wurde erreicht, daß bei 4 m Gefälle u einer Füllzeit von 12 min die höchste Zugkraft n 13,5 t betrug. Bei 1,4 m Gefälle und 7,5 min Füllzeit erg sich eine Zugkraft von 5 t. Die Hubgeschwindigkeit d Umlaufschieber beträgt dabei 10 mm/s. Weiter ist daf zu sorgen, daß das Schiff wenigstens 35 m vom Schleuse tor entfernt ist. Eine weitere Untersuchung erg außerdem, daß der Einfluß des Durchtrittes der Ur läufe durch die Tornische unwesentlich ist, so daß bei Binnenhaupt diese Anordnung, die eine beträchtliche E sparnis an Mauerwerk ergibt, gewählt wurde. Da d Außenhaupt mit zwei Toren ausgeführt wird, ist die Lösung dort unmöglich.

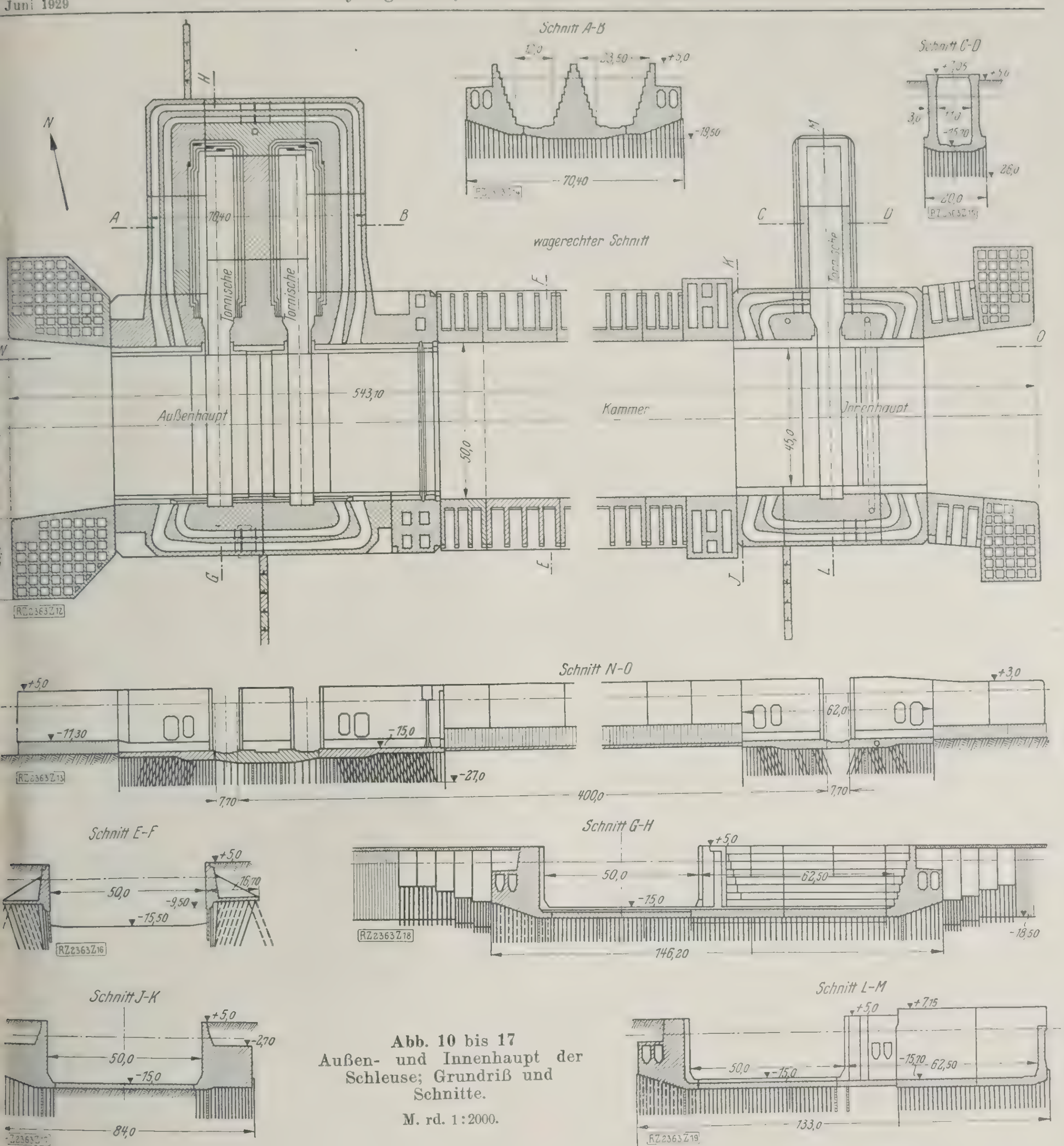


Abb. 10 bis 17
Außen- und Innenhaupt der Schleuse; Grundriß und Schnitte.
M. rd. 1:2000.

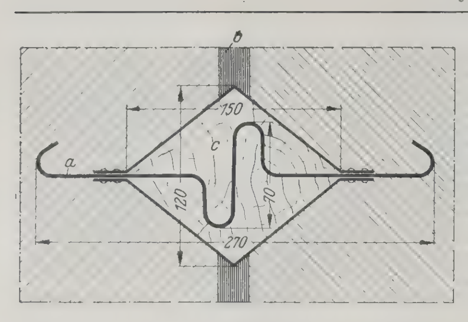
Das Bauwerk

Das ganze Bauwerk ist auf Betonpfählen aufgebaut, ›b. 10 bis 17. Ein Fundament ohne Pfähle wäre nicht un›öglich gewesen, jedoch bot das Pfahlfundament größere ›cherheit ohne beträchtliche Erhöhung der Kosten. Ein ›ındament ohne Pfähle hätte im Zusammenhang mit der ›ehmschicht von 18 bis 19 m — NAP eine Fundament›efe bis auf 19,5 m — NAP erfordert für das ganze Bau›erk. Das Fundament auf Pfählen ist unabhängig von ›r Lehmschicht, so daß der mittlere, tiefste Teil auf ›,5 m liegt, während die Tiefe nach den Seiten zu ›f 13,6 m — NAP abnimmt.

Probepfähle ergaben eine zulässige Belastung von ›t Druck und 25 t Zug für jeden Pfahl. Die beiden ›äupter und die Kammerwände sind durch senkrechte ›ächen in gesonderte Baublöcke unterteilt, deren Länge ›i allgemeinen 20 bis 30 m beträgt. Die Blöcke sind zum ›erhindern des Haftens mittels Asphaltplatten von 1,6 cm ›icke getrennt. Eiserne Rohre, mit Asphalt gefüllt, und ›reifen aus Münzmetall, die gleichzeitig in je zwei ›nachbarte Blöcke eingelassen sind, bilden den wasser›chten Abschluß, Abb. 18 bis 22.

Die Kammermauern sind hochfundierte Kaimauern, während der Boden unterhalb des Fundaments mittels schwerer Eisenbetonwände abgeschlossen wird. Die Kammersohle wird nur mittels leichter durch Steine beschwerter Faschinen abgedeckt. Dagegen sind bei den Häuptern Betonsohlen vorgesehen, worauf die massiven Mauern ruhen. Auch dort, wo nach den Berechnungen keine Zugkraft zu erwarten war, hat man eine Bewehrung vorgesehen, um so weit wie möglich Schwundrisse zu vermeiden.

Das Binnenhaupt hat eine, das Außenhaupt zwei Tornischen. In jeder Nische befindet sich ein Tor, und da alle drei Tore genau gleich ausgeführt sind, dient das zweite im Außenhaupt sowohl für das Außen- wie für das Innenhaupt als Ersatztor. Jede Tornische kann mittels eiserner Wände beim Leerpumpen abgeschlossen werden, so daß in jeder das Tor nachgesehen und ausgebessert werden kann. Die Tornische im Binnenhaupt wird jedoch nur ganz selten dazu benutzt werden, weil dann die Schleuse stillgelegt ist. Bei der doppelten Anordnung im Außenhaupt behindert diese Verwendung der Nischen die Schiffahrt nicht. Aus diesem



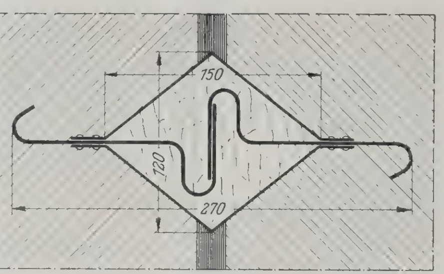
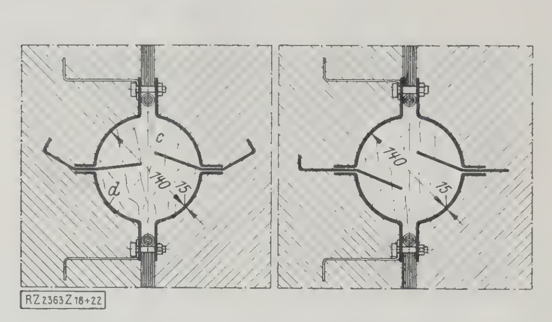
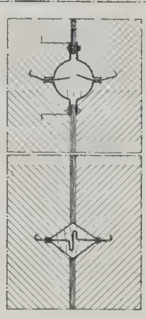


Abb. 18 bis 22
Wasserdichte Fugen zwisch den Baublöcken.

a Münzmetall
b Asphaltplatten
c Gußasphalt
d Eisen



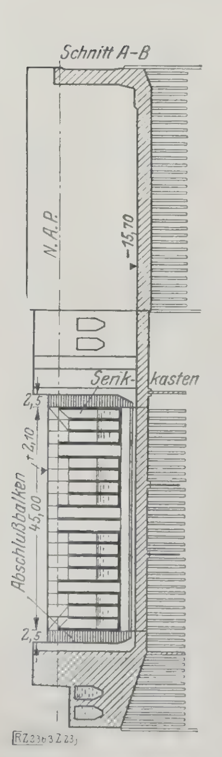


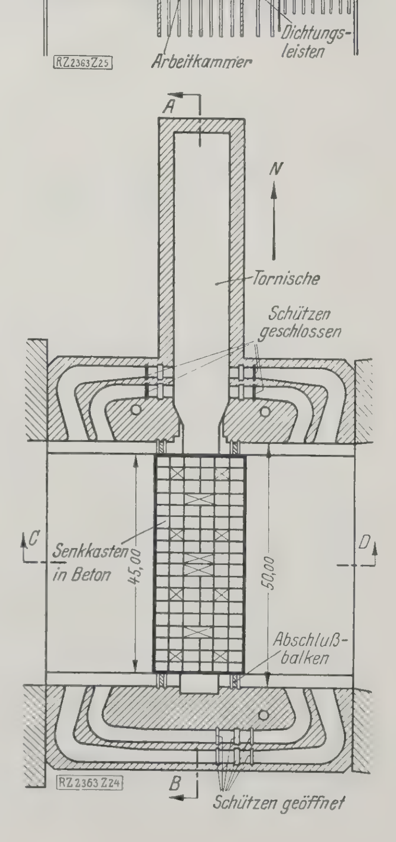
Grunde haben die Tornischen dort größere Abmessungen, damit Luft und Licht leichter zutreten können.

Die Umläufe in den Häuptern werden durch Rollschützen abgeschlossen. Bei den Türen und Schiebern sind Dichtungsleisten aus Granit vorgesehen. Im übrigen ist das ganze Bauwerk aus unbekleidetem Beton hergestellt.

Die Sohlen vom Innen- und Außenhaupt sind nicht darauf berechnet, daß diese im Ganzen trockengelegt werden. Man kann mittels eines Arbeitskastens aus Beton, Abb. 23 bis 25, die Torschienen und die Dichtungsleisten jeweils freilegen. Auf dieser Art hält das Gewicht des Arbeitskastens ungefä die Waage mit dem Auftrieb auf d Unterseite des trockengelegten Teil der Sohle. Die Schleusensohle wird d her viel günstiger belastet wie bei ein völligen Trockenlegung des ganzen Hau tes und kann schwächer gebaut werde Dieser Arbeitskasten wird vorläuf deshalb noch nicht hergestellt, weil m erwarten kann, daß das Freilegen d Torschienen in den ersten Jahren no nicht nötig sein wird.

Abb. 23 bis 25
Arbeitskasten zum Trockenlegen der Schleusensohle.





Schleusentore

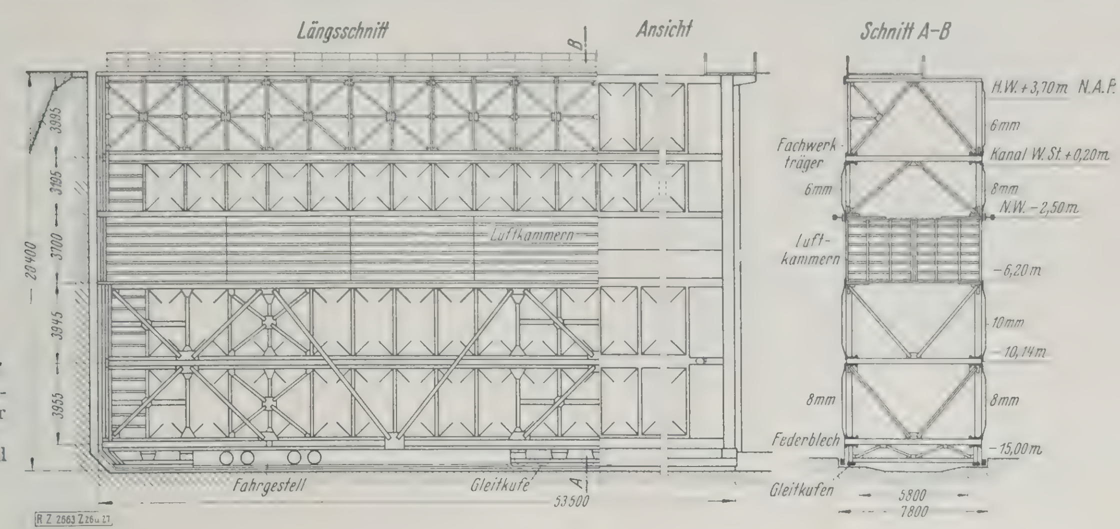
Die drei Schleusentore, Abb. 26 und 27, sind je 53,5 lang, 7,3 m breit und 20,35 m hoch. Jedes ruht mitte vier Walzen auf zwei Fahrgestellen, die über Schien auf der Schleusensohle mit 5,8 m Spurweite laufen. D Rollen sind in Stahlgußstücken gelagert, Abb. 28 und 2 Das Tor, das auf jeder Seite einen Spielraum von 6 c zwischen den Dichtungsleisten hat, wird sich daher unt dem Einfluß einer waagrechten Kraft bis zum Anlieg an die Dichtungsleisten auf den Walzen bewegen, oh daß die Laufwagen und die Schienen durch eine größe waagrechte Kraft belastet werden, Abb. 30 und 31. Soba diese Kraft nachläßt, führt die Schwerkraft das Tor seine mittlere Gleichgewichtstellung zurück. Obwohl m beabsichtigt, die Tore im normalen Betrieb stets mitte Fahrgestelle zu bewegen, können sie nach der Entfe nung der Fahrgestelle auf harthölzernen Leisten üb im Boden einbetonierte Granitbänder gleiten.

Jedes Tor besteht aus sechs Waagrechtversteifu gen mit beiderseitiger senkrechter Beplattung. Auß den beiden mittleren Versteifungen, die vollwandig au geführt sind, sind die übrigen als Fachwerkträger 6,8 hoch und 52,8 m lang ausgeführt. Die mittleren bild mit der senkrechten Beplattung einen Luftkasten, d mittels eines Längsschottes und sieben Querschotten 16 wasserdichte Abteile unterteilt ist. Die Oberkan dieser Kasten liegt, wenn das Tor auf dem Rollwag ruht, auf 2,5 m — NAP und wird daher auch bei dem ni drigsten Wasserstand nicht über Wasser kommen. D Verdrängung der 16 Abteile beträgt insgesamt 1400 r Das Eigengewicht der Eisenkonstruktion beträgt 118 das Tor wird also noch schwimmen, wenn zwei Abtei vollgelaufen sind. In jedes Abteil wird das Wass mittels eines Schiebers eingelassen und mittels Drucklu herausgepreßt.

Die untere hölzerne Dichtungsleiste ist an eine Federblech befestigt, Abb. 30 und 31, so daß die Durc biegung des untersten Trägers nicht durch die Abdic tung behindert wird. Dadurch erreicht man eine gü stigere Lastverteilung für die verschiedenen Träger un die Konstruktion wird statisch bestimmt. Wenn der Lu kasten ganz untergetaucht ist, beträgt der Tiefgang r 12 m. Der Schwerpunkt der Konstruktion liegt 0,46 oberhalb des oberen Abschlusses des Kastens und d metazentrische Höhe beträgt rd. 2,5 m.

Leitwerke

Zum Erleichtern des Verkehrs erweitert sich die Ei fahrt außerhalb des Tores von 50 auf 57,34 m und a schließend an die Mauern sind Leitwerke aus Harthc vorgesehen. Wie in Emden werden über die ganze Län der Leitwerke, Schleusenhäupter und der Schleusenka mer schwimmende Scheuerbalken angebracht in ein Gesamtlänge von 598 m auf jeder Seite.



bb. 26 und 27 as Schleusen-.r, in gleicher Konstruktion ir Innen- und Außenhaupt angewandt.

Für Schiffe, die aus dem Außenhafen kommen, sind u beiden Seiten der Fahrrinne in je 100 m Abstand alben vorgesehen. Diese Dalben bestehen aus Betonylindern von 7 m Dmr., die schwimmend herangeführt, an rt und Stelle abgesenkt und mit Sand aufgefüllt weren. Ferner befinden sich auf beiden Ufern zwischen wei Dalben Poller auf Pfahlgründung. Die beiden rsten Dalben liegen 300 m außerhalb der Schleuse, amit die wartenden die ausfahrenden Schiffe nicht beindern, Abb. 32.

Bedienung der Tore und Schieber

Alle Vorrichtungen werden elektrisch angetrieben. iese Anlage wird in einem späteren Aufsatz behandelt erden. Es sei hier erwähnt, daß ein Beamter vom entralen Bedienungsstand aus alle Vorrichtungen beient. Dieser kann jedoch das Gesamte nicht übersehen, o daß er ausschließlich nach Befehl des Schleusenneisters durch Fernsprecher handeln muß. Die Gebäude, vorin die Maschinen für sämtliche Vorrichtungen unterebracht sind, geben der Schleuse das äußere Gepräge, . Titelbild.

Bauausführung

Bodenarbeiten und Grundwasserabsenkung

Die Kammermauern, das Binnenhaupt und das ußenhaupt sind im Zusammenhang mit der Wasserbsenkung nacheinander ausgeführt worden. Die Bauruben wurden mittels Eimerbagger und z. T. mit Löffelaggern im Trockenen ausgeführt. Zum Hinterfüllen der läupter und Mauern benutzte man den Aushub aus den ufahrtkanälen. Diese sind nur bis zu einer geringen 'iefe im Trockenen gegraben worden, im übrigen hat

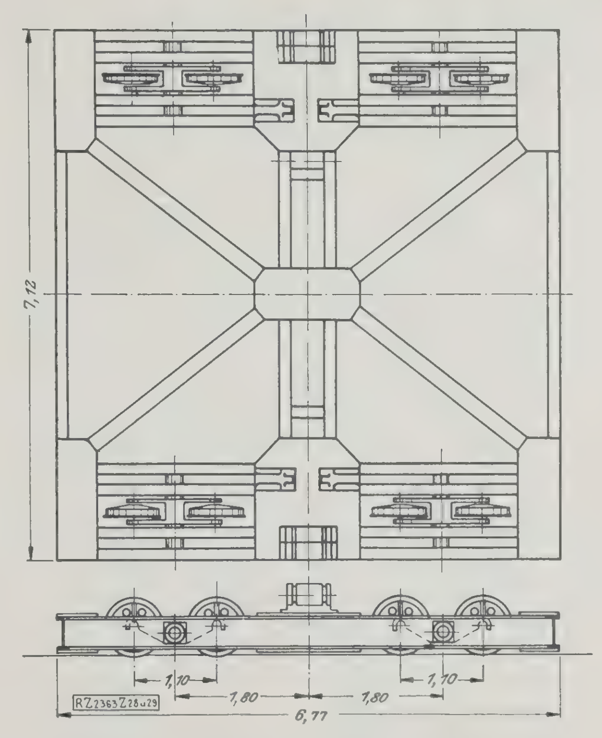
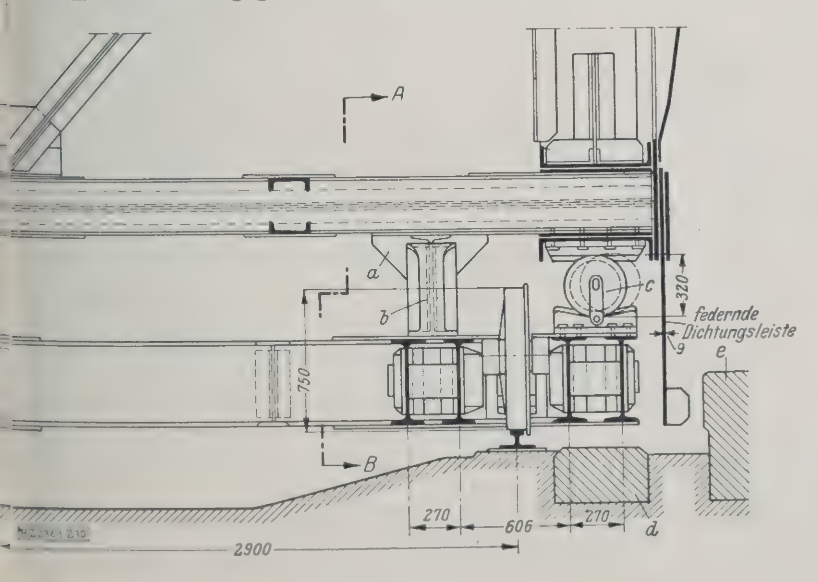


Abb. 28 und 29
Fahrgestell für die Tore.



a b, Führungsteile zwischen Tor und Fahrgestell
c Walze für die Seitenbewegung des Tores
d Granitschwelle
e Drempel

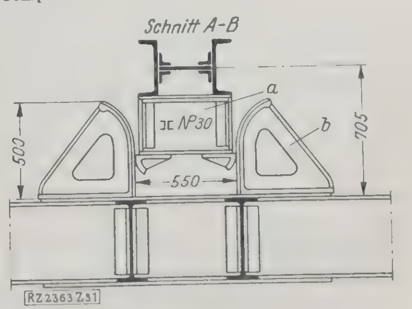


Abb. 30 und 31
Lagerung des Tores auf dem Fahrgestell und Abdichtung gegen den Drempel.

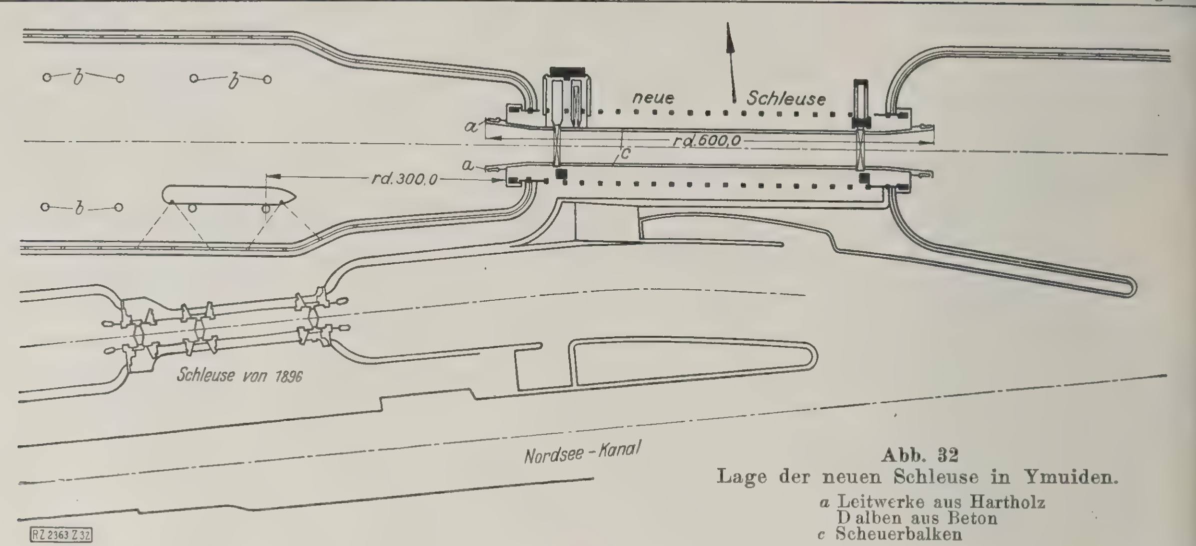


Abb. 32
Lage der neuen Schleuse in Ymuiden.
a Leitwerke aus Hartholz
Dalben aus Beton
c Scheuerbalken

man Schwimm- und Saugbagger verwendet, wobei dann das Baggergut mittels Spülleitung hinter die Schleusenmauern gebracht wurde. Insgesamt betrug der Bodenaushub 20 Mill. m³, die zum größten Teil nach Amsterdam zur Erhöhung neuer Stadtgebiete verschifft wurden.

Die Grundwasserabsenkung beim Bau der Schleusenmauern ergab nichts Besonderes.

Das Absenken des Wassers im Innen- und Außenhaupt wurde nach der S. 743, Abb. 3, erwähnten Anordnung ausgeführt. Die Anlage für das Außenhaupt zeigt Abb. 33. Die nördlichen Brunnen für das Mittelwasser ergaben reines Wasser, während die südlicheren, die dem Nordseekanal näher lagen, brackiges Wasser lieferten. Zum Verwerten des reineren Wassers hat man die nördlichen Brunnen an eine besondere Pumpanlage angeschlossen, die das Wasser mittels einer Hochdruck-

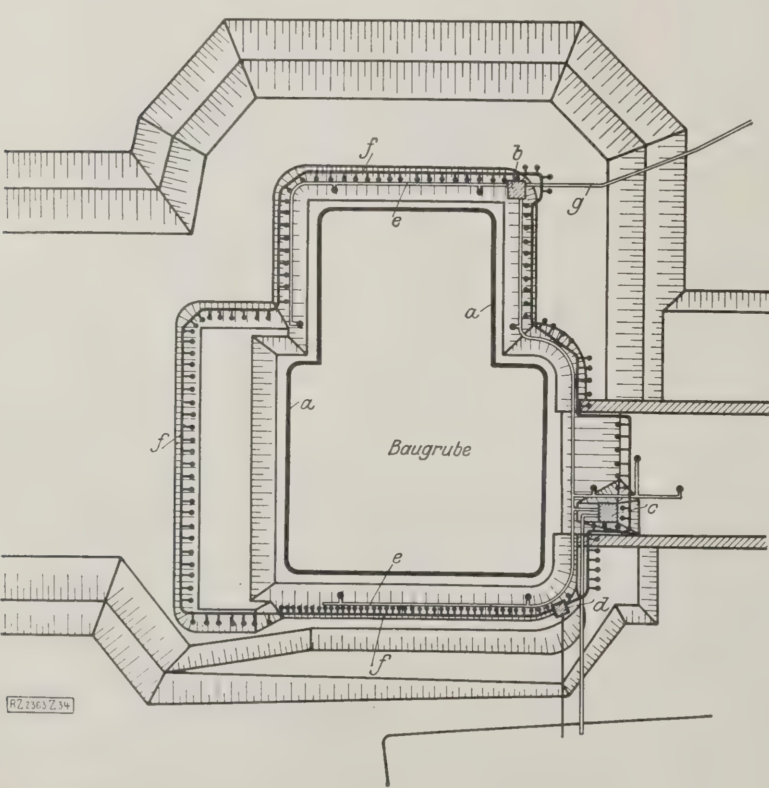


Abb. 33. Brunnenanlage für die Entwässerung der Baugrube des Außenhauptes.

a Eiserne Spundwand
b Pumpanlage für 5 Brunnen zum Mittelwasser
c Pumpanlage für 4 Brunnen zum Mittelwasser
d Pumpanlage für 150 Brunnen zum Oberwasser
e Saugrohr zum Mittelwasser auf 12 m — NAP
f Saugrohr zum Oberwasser auf 9 m — NAP
g Druckrohr nach der Wasserfassung der Provinz

Schleuderpumpe nach der Wasserfassung des Wasse werkes der Provinz drückte. Im Mittel mußten folgend Mengen weggepumpt werden:

außerhalb der Spundwand

Oberwasser	80 l/s,
Mittelwasser	100 l/s,

innerhalb der Spundwand

Leckwasser	20 l/s,
insgesamt	200 l/s.

Rammwerk

Vor der Ausführung hat man einige Probepfähle ge rammt und versuchsweise belastet. Jede Belastung wurd im allgemeinen 48 Stunden belassen und dann vor de Vergrößerung jeweils nahezu ganz weggenommen, dami man die bleibenden und die elastischen Einsen kungen unterscheiden konnte, Abb. 34 und 3 Diese Versuche ergaben, daß die Pfähle höch stens mit einem Druck von 50 t und einem Zu von 25 t belastet werden konnten.

Insgesamt wurden 15 500 Pfähle und 350 Spundwandbohlen verwendet. Obwohl di Herstellung und die Beförderung dieser Men gen für die Bauunternehmung eine schwierig Aufgabe war, würde es zu weit führen, dies ausführlich darzulegen. Aus der Anordnun des Arbeitsplatzes für das Außenhaupt, Abb. 36 ist der Förderweg in der Hauptsache zu erken nen. Die Pfähle und die Beton-Spundwandboh len wurden im allgemeinen erst nach eine Lagerung von 60 Tagen verwendet. Anschluß bohlen stellte man aus Schmelzzement her, s daß sie bereits nach drei Tagen eingebaut wer den konnten. Den Querschnitt und die Beweh rung zeigen Abb. 37 bis 40. Alle Pfähle un Bretter wurden vorgespült und danach gerammt Zum Rammen benutzte man Maschinen vo Menck & Hambrock, Halbach und Mac Kiernan & Terry mit einem Rammbär von 4200 kg Abb. 41.

Für das Vorspülen hat man ein Pumpwerk mit mehreren Hochdruck-Schleuderpumpen vorgesehen, die das Wasser mit 9 at in die Zuführ leitung drücken, woran die Spülschlangen an geschlossen wurden. Beim Außenhaupt arbei tete man bisweilen mit vier Rammen zu gleiche Zeit. Im Mittel betrug der Verbrauch 25 l/s für jeden Pfahl. Die Pfähle wurden bis auf 70 cm über der endgültigen Tiefe in den einzelnen Abteilungen eingespült. Das Nachrammen bis zum erwünschten Halt erfolgte erst dann, wenn in der betreffenden Abteilung nicht mehr ge spült wurde.

Im Anfang geschah es mitunter, daß beim Vorspülen das Loch in der Lehmschicht nich

der Achse des Pfahles lag. Beim Her-
tergehen des Pfahles wurde infolgedessen
Spitze zur Seite gedrückt, so daß der Pfahl
olge des auftretenden Biegungsmomentes
ach. Später traten diese Schwierigkeiten
olge größerer Übung der Belegschaft nicht
hr auf. Außerdem ließ man die Spitze
g, die im Entwurf bei allen Pfählen vor-
sehen war, nachdem man gesehen hatte,
die Pfähle ohne Spitze weniger leicht
rch die Lehmschicht beiseite gedrückt wur-
n. Die Bretter der Spundwände neigten
zu, beim Rammen nach vorn überzuneigen.
otz aller Maßnahmen neigten manche Bret-
so weit vornüber, daß man ein Keilbrett,
s unten 30 cm breiter war als oben, ver-
nden mußte. Die Nute der einzelnen Bret-
ist 1,5 cm größer als die Feder. Dieser
ischenraum wurde nach dem Rammen
glichst vom Sand befreit und mit Zement
sgefüllt. Dort, wo die Bretter nicht gut
sammenschlossen, so daß der Zwischen-
um größer war, hat man ihn vor dem Aus-
len mit einer Hartholzleiste versehen. Auf
se Weise war die Spundwand sehr dicht.
Für die eiserne Spundwand verwendete
n Larseneisen Nr. 3 und spülte die Eisen,
mit die Lehmschicht auf 38 m — NAP
cht beschädigt wurde, nur bis zu einer
efe von 37,5 m — NAP vor, worauf dann,
bald eine ganze Gruppe bis zu dieser
efe heruntergebracht war, die Eisen einzeln nur mittels
mmen auf die volle Tiefe von 39,5 m — NAP gebracht
urden. Dieses Nachrammen erforderte vielfach 1500
. 2000 Schläge mit einem Bären von 4200 kg bei rd.
n Fallhöhe. Auch die eisernen Spundwände neigten
ch vorn über. Für die keilförmigen Eisen schnitt man
ei gewöhnliche Eisen mit dem Schneidbrenner schräg
rch und verschweißte die entsprechenden Teile elektrisch.



Abb. 34
Dauer der Probebelastung auf Druck.
1 cm = 24 h   *a* Senkung des Pfahlkopfes im M. 1 : 3.

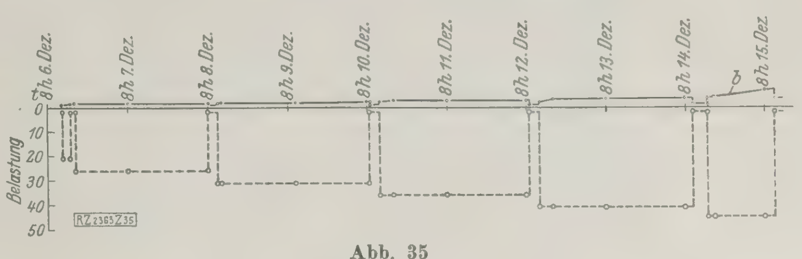


Abb. 35
Dauer der Probebelastung auf Zug.
1 cm = 24 h   *b* Hebung des Pfahlkopfes im M. 1 : 3

Abb. 34 und 35
Probebelastung der Pfähle.

Betonierungsarbeiten

Insgesamt sind für die Schleuse 225 000 m³ Eisenbeton
d 19 000 t Eisen eingebaut worden. Für die einzelnen
rwendungszwecke hatte der Beton folgende Zusammen-
llung:

a) für Pfähle und Spundwandbalken: 7 Mengenteile Kies, 6 Teile Flußsand und 450 kg Zement je m³ Bauwerk. Bei einem Teil der Pfähle hat man an Stelle von 450 kg nur 350 kg Zement und 75 kg Traß verwendet;
b) für die Schleusensohlen und einige hochbelastete Teile: 13 Teile Kies, 8 Teile Flußsand, 4 Teile Dünensand, 300 kg Zement und 60 kg Traß je m³ Bauwerk;
c) für die Kammermauern, Abb. 41: 15 Teile Kies, 8 Teile Flußsand, 4 Teile Dünensand, 270 kg Portlandzement und 54 kg Traß je m³ Bauwerk;
d) für die Teile des Mauerwerkes, die im allgemeinen nicht mit Seewasser in Berührung kommen: 37 Teile Kies, 22 Teile Flußsand, 10 Teile Dünensand, 225 kg Portlandzement und 50 kg Traß je m³ Bauwerk.

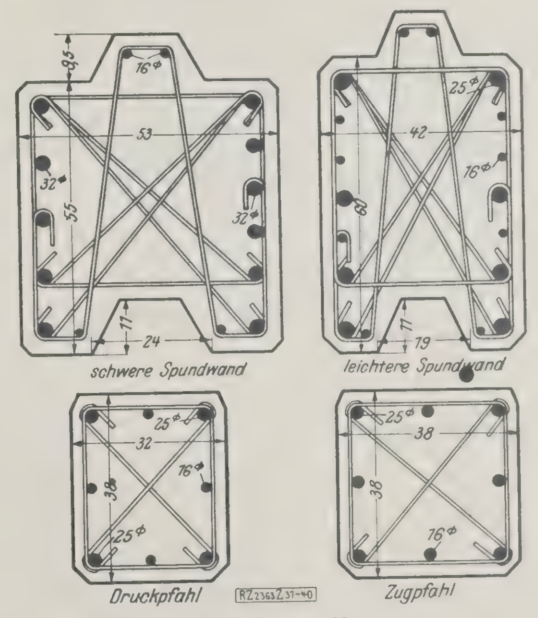


Abb. 37 bis 40
Querschnitt und Bewehrung der Beton-Spundwandbohlen.

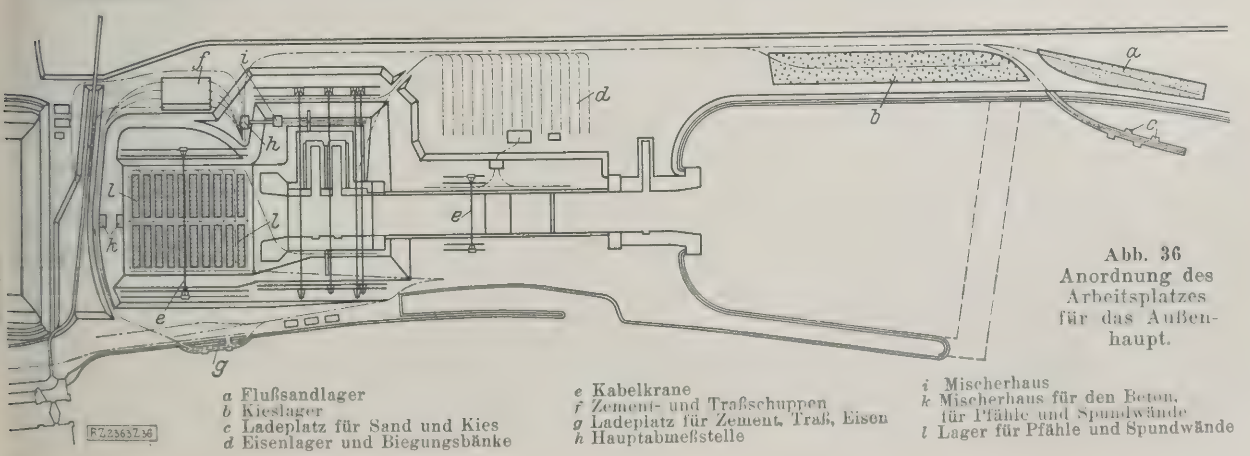


Abb. 36
Anordnung des Arbeitsplatzes für das Außenhaupt.

a Flußsandlager
b Kieslager
c Ladeplatz für Sand und Kies
d Eisenlager und Biegungsbänke
e Kabelkrane
f Zement- und Traßschuppen
g Ladeplatz für Zement, Traß, Eisen
h Hauptabmeßstelle
i Mischerhaus
k Mischerhaus für den Beton, für Pfähle und Spundwände
l Lager für Pfähle und Spundwände

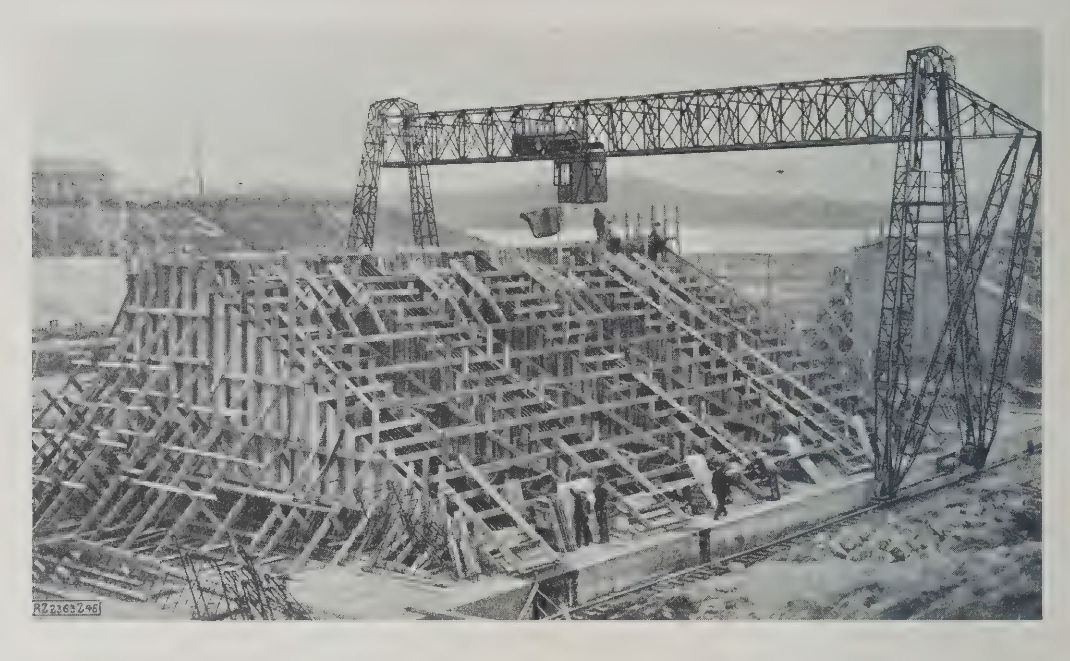


Abb.
Beton
arbeit
an d
Kamm
maue

Bei verschiedenen Bauteilen hat man an Stelle von Portlandzement Hochofenzement genommen, dafür ist dann der Traß durch die halbe Menge dieses Zementes ersetzt worden.

Die Flüssigkeit des Betons beim Verarbeiten wurde mittels der Setzprobe gemessen und betrug rd. 20 cm. Für Betonmischung b ergab sich eine Übereinstimmung dieser Setzprobe von 20 cm mit einer Wassermenge von 250 l je m³ Bauwerk. Die Zufügung des feinen Dünensandes hatte insofern einen günstigen Einfluß, als beim Transport keine Entmischung auftrat und der Beton leicht zu bearbeiten war. Für die beiden Häupter hat man ungefähr dieselben Betonaufbereitungsanlagen benutzt, Abb. 42 bis 44. Dabei wurden zunächst der Zement mit dem Traß und der Flußsand mit dem Dünensand vorgemischt. Das Gemisch Zement-Traß, der gemischte Sand und der Kies wurden mittels Abmeßschieber selbsttätig abgemessen und auf das Förderband gebracht, das die trockenen Baustoffe dem Mischer zuführte. In dem Mischerhaus waren drei Mischer, Bauart *Gauhe-Gockel*, aufgestellt, hiervon diente einer zur Aushilfe.

Beim Innenhaupt brachte man die Mischung mittels Aufzugturmes, Bauart *Inslev*, und Gießrinnen ein, Abb. 45. Der Aufzugturm war doppelt ausgeführt, so daß mit zwei Behältern gearbeitet werden konnte und die Leistung 60 m³/h betrug.

Beim Außenhaupt wurde das Gemisch in Behältern auf Schmalspurwagen zu den vier Kabelkranen gebracht, Abb. 46. Die Behälter wurden mittels der Kabelkrane auf die Gießtürme aufgesetzt. Diese waren oben mit einem Bunker versehen, woraus der Beton mittels kurzer Gießrinnen bei einer Neigung von 1 : 3 bis 3,5 eingebracht wurde. Die Gießtürme waren so bemessen, daß sie mittels der Kabelkrane versetzt werden konnten, was jede Woche geschah und wenig Schwierigkeiten bereitete. Im allgemeinen dienten drei Kabelkrane zum Betonieren, wobei jeder Kran einen Turm bediente. Den vierten Kabelkran verwendete man dann zur Beförderung der Bewehrungseisen und zum Anbringen der Verschalungen. Die drei Kabelkrane hatten eine Leistung von 55 bis 60 m³/h.

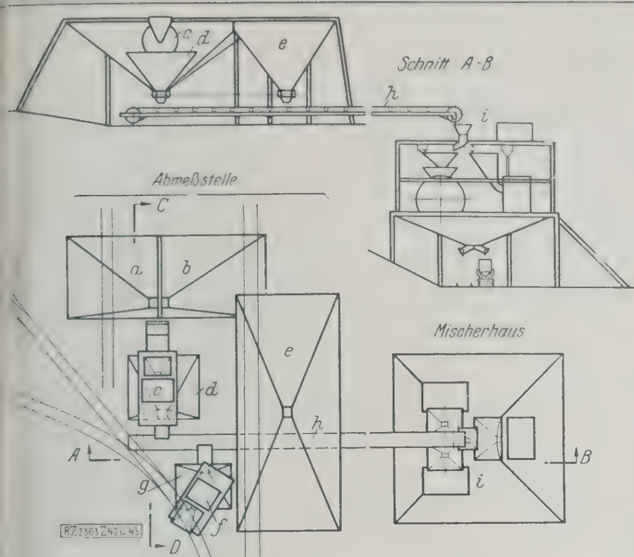
Das ganze Bauwerk ist durch senkrechte Fugen in gesonderte Baublöcke unterteilt. Jeder Baublock besteht außerdem, mittels einiger im voraus bestimmter waagerechter Gußfugen getrennt, aus Gießungen. Dabei war vorgeschrieben, daß jede Gießung ohne Unterbrechung von mehr als einer Stunde herzustellen sei. Die größte Gießung hatte einen Inhalt von 4570 m³ und eine Oberfläche von rd. 1000 m². Die Größe des Inhalts verursachte keinerlei Schwierigkeiten. Jedoch bei der großen Oberfläche war es schwierig, den Beton so gleichmäßig zu verteilen, daß nirgends eine Schicht bereits abgebunden war, bevor die nächste darüberliegende eingebracht werden konnte, w bei der Leistung von 55 bis 60 m³/h die Gießung in ei Stunde nur 6 cm anstieg.

Die Güte des verarbeiteten Betons wurde an der Ha von Probeblöcken von 30 cm Kantenlänge für jede Gießu in einem Amsler-Druckmesser untersucht. Gewöhnli wurden je drei Blöcke nach sieben Tagen, vier Woch drei und sechs Monaten untersucht. Während der E härtung ließ man die Probeblöcke, soweit angängig, un ähnlichen Verhältnissen wie der im Bauwerk verarbeit Beton erhärten. Deshalb stimmte die Festigkeit der Prol blöcke so ziemlich genau mit der Festigkeit des v arbeiteten Betons überein. Dies wurde z. B. auch bei d Herstellung der Pfähle und der Beton-Spundwandbohl befolgt.

Sobald die Probeblöcke eine Druckfestigkeit von me als 300 kg/cm² aufwiesen, wurde die Erlaubnis zur V wendung auch dann gegeben, wenn die vorgeschriebene E härtungszeit noch nicht verstrichen war. Gleichzeitig die



Abb. 45
Das innere Schleusenhaupt während des Baues.



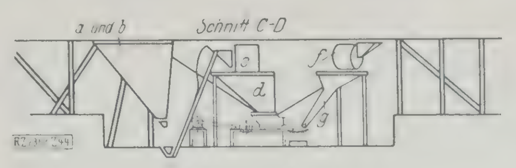


Abb. 42 bis 44
Betonanlage.

a Bunker für Dünensand
b Bunker für Flußsand
c Mischer für Dünen- und Flußsand
d Bunker für gemischten Sand
e Bunker für Kies
f Mischer für Zement und Traß
g Bunker für Zement-Traß-Gemisch
h Förderband
i Mischerhaus

ı die Ergebnisse zum Nachprüfen der Betonherstellung. ıbei war jedoch die Temperatur während der Erhärtung ı Rechnung zu stellen, da diese besonders die Festigkeit ıch sieben Tagen und nach vier Wochen stark beeinflußte. ıton mit dem Mischverhältnis b, zwischen dem 15. Juli ıd dem 1. Oktober 1927 eingebracht, zeigte als Mittel aus ıer großen Anzahl Proben eine Druckfestigkeit von:

107 kg nach 7 Tagen,
168 „ „ 4 Wochen,
227 „ „ 3 Monaten,
242 „ „ 6 Monaten.

Beton von derselben Mischung jedoch, zwischen dem . Oktober und dem 15. Dezember eingebracht, hatte eine ruckfestigkeit von:

52 kg nach 7 Tagen,
109 „ „ 4 Wochen,
173 „ „ 3 Monaten,
250 „ „ 6 Monaten.

Man sieht daraus, daß die Festigkeit während der ılten Jahreszeit anfänglich sehr niedrig bleibt, aber ıhließlich dieselbe Höhe erreicht wie beim Beton der ımmermonate. Bei verschiedenen Gießungen hat man die Temperatur während der Erhärtung gemessen. Abb. 47 und 48 zeigt deutlich, daß die Temperaturen sich stark erhöhen.

Soweit wie möglich hat man eine Einheitsschalung von 2 m Breite und 3,9 m Höhe verwendet. Diese Einheitsschalung und ihre Verankerung sind für einen gleichmäßigen Druck von frischem Beton von 1000 kg/m² berechnet. Es hat sich erfahrungsgemäß erwiesen, daß es



Abb. 49
Torkammer des Außenhauptes.



Abb. 46
Die Baugrube der Schleuse mit den Gießtürmen und Kabelkranen.

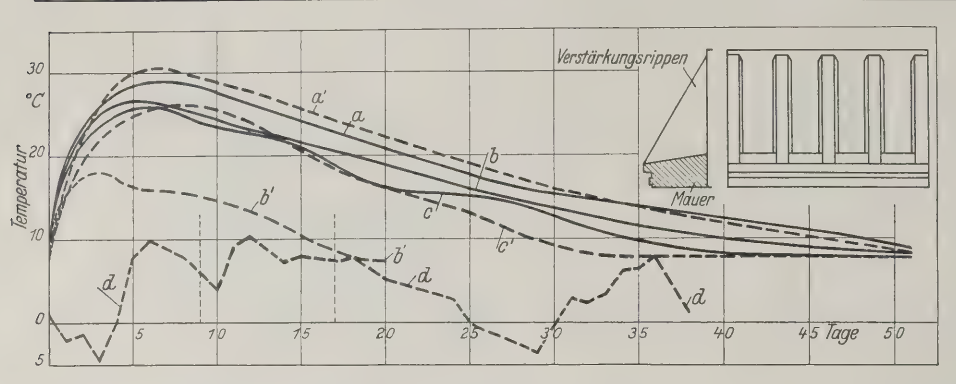


Abb. 47 und 48
Temperatur während der Er
härtung des Betons beim Ba
der Kammermauer.

a 2 m von der Außenseite in die Ma
a' 2 m „ „ „ „ „
b 1 m „ „ „ „ „
b' 1 m „ „ „ „ „ Vers
fungsrippen
c 0,50 m von der Außenseite in die Ma
c' 0,50 m „ „ „ „
d Lufttemperatur

nicht erwünscht war, bei diesen Schalungen den Beton mehr als 16 bis 20 cm/h ansteigen zu lassen, da sonst der Druck auf die Schalungen zu groß wurde.

Schleusentore

Die Schleusentore sind auf einer Schiffswerft in Rotterdam hergestellt. Da die Tore in aufrechter Stellung bei ganz leerem Luftkasten einen Tiefgang von 12 m haben, und diese Tiefe sowohl bei der Werft wie auch auf dem Fahrweg nach Ymuiden nicht zur Verfügung stand, wurden sie liegend gebaut und zu Wasser gelassen, Abb. 49. Damit sie in dieser Stellung schwimmen konnten, hat man sie mit einem zweiten Hilfsluftkasten ausgerüstet. Von Rotterdam nach Ymuiden sind sie über See geschleppt worden. Die Tore wurden nach dem Binnenhaupt gebracht, wo man sie durch Füllen des zweiten Luftkastens in aufrechte Stellung brachte. Diesen Kasten hat man dann in der Tornische des Binnenhauptes, die hierfür trockengelegt wurde, entfernt.

Baukosten und Bauzeit

Die Kosten betragen ungefähr:

Grunderwerb		2 000 000
Betonarbeiten:		
Schleusenkammerwände . .	1 600 000 fl	
Binnenhaupt	3 000 000 „	
Außenhaupt	4 700 000 „	
Verschiedenes	200 000 „	9 500 000
Schleusentore und Abschlußkasten		1 000 000
Bodenaushub, Ufer- und Bodenbefestigung .		3 500 000
Bedienungsanlage		600 000
Verschiedenes		1 400 000
Insgesamt:		18 000 000

Mit dem Bodenaushub hat man schon im Jahre 19 begonnen, mit den Betonarbeiten 1923. Man hofft, d Schleuse vor Ende 1929 dem Verkehr übergeben : können. [B 2363]

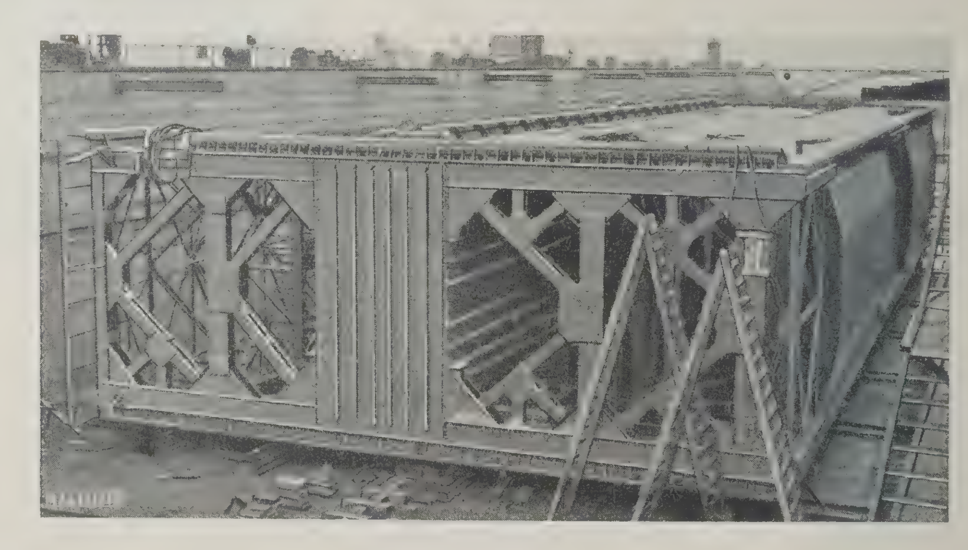


Abb. 50
Tor während des Baues (liegend).

Physikalische Eigenschaften von Chrom-Eisen- und Vanadium-Eisen-Legierungen

K. Ruf[1]) hat die physikalischen Eigenschaften, und zwar den spezifischen elektrischen Widerstand, seinen Temperaturkoeffizienten, die thermoelektrische Kraft, das spezifische Gewicht und den thermischen Ausdehnungskoeffizienten an einer Reihe von kohlenfreien Legierungen aus Chrom-Eisen und Vanadium-Eisen in Abhängigkeit von der Temperatur und von der Zusammensetzung untersucht.

Die Legierungen enthielten 0 bis 50 Gewichtshundertteile Chrom und 0 bis 18 Gewichtshundertteile Vanadium.

Von besonderer Bedeutung war die Bestimmung des spezifischen Widerstandes von elektrolytisch niedergeschlagenem Chrom, das im Vakuum geschmolzen war; hierfür ergab sich der Wert: $\sigma_{20} = 0{,}284\ \Omega\ \mathrm{mm}^2/\mathrm{m}$.

Die Dichte von reinem Elektrolyteisen (C weniger als 0,02 vH) ergab sich zu 7,876 und die von reinem Chrom zu 7,011. Die Kurven des spezifischen Widerstandes, sowie der Thermokraft steigen mit wachsendem Chrom- ode Vanadiumgehalt an; die spezifischen Gewichte nehme geradlinig ab, und zwar stärker bei Vanadiumzusatz. Di thermische Ausdehnung der Vanadium-Eisen-Legierunge fällt mit steigendem Zusatz an Vanadium nach einer Kurv die konvex gegen die Konzentrationsachse gekrümmt is Die Vanadium-Eisen-Legierung mit 6, 12 und 18 vH Vana dium zeigen keine nennenswerten Richtungsänderungen i ihren Erwärmungskurven, zudem fällt die Abkühlungs kurve vollkommen mit der Erwärmungskurve zusammen Der Zusatz von Vanadium zu reinem Eisen bringt also di Zustandsänderungen $A_{2,3}$ des reinen Eisens zum Verschwin den, so daß die Legierungsreihe Vanadium-Eisen wenig stens in dem untersuchten Gebiet (bis 18 vH Va) eine un unterbrochene Reihe von Mischkristallen zu bilden schein — was auch in Übereinstimmung mit den anderen Eigen schaftskurven steht. Durch Zusatz von Chrom (bis 12 vH wird die Abweichung der Ausdehnung (bei A_3) vom rege mäßigen Verlauf verringert und der Umwandlungspunkt A selbst nach tieferen Temperaturen verschoben. Bei mehr al 13 vH Chrom sind keine Abweichungen der Wärmeausdeh nung mehr vorhanden. [N 2826] *A. S.*

[1]) Vergl. Z. f. Elektrochemie Bd. 34 (1928) S. 813.

Aufgaben des Betriebsingenieurs in Heilanstalten

Von TH. PLOPPA, Kiel

Der Begriff der Heilanstalten wird erläutert. — Die Errichtung von großen leistungsfähigen Krankenanstalten ist anzustreben. — Stellung des technischen Betriebsleiters in einer neuzeitlichen Heilanstalt und sein Betätigungsfeld: Kraftbetrieb und Wärmewirtschaft, Heizung und Lüftung, Wäschereien und Kochküchen, wärmeverbrauchende medizinische Apparate, elektro-medizinische Geräte, Instandsetzungswerkstätten, Normung der Geräte, Beleuchtung, Fördereinrichtungen, Unterhaltung der Baulichkeiten. — Schlußfolgerungen: Die Besetzung der Stellen technischer leitender Beamten durch wissenschaftlich vorgebildete Ingenieure ist eine Notwendigkeit. Die Berufung von Ingenieuren in die Stellung leitender Verwaltungsbeamter liegt infolge immer weiter schreitender Einführung der Technik in die Krankenhausbetriebe im allgemeinen Interesse.

nter dem Begriff „Heilanstalten" habe ich alle diejenigen Anstalten zusammengefaßt, die der flege Erkrankter dienen. Dazu gehören Krankenäuser, Irrenanstalten, Altersheime u. a. m. Es ist nicht u verkennen, daß diese Anstalten nicht nur hinsichtch ihrer Aufnahmefähigkeit, sondern auch in bezug auf re technische Ausstattung erhebliche Fortschritte geacht haben. Mit der Entwicklung der ärztlichen Wissenhaft hat die Technik in immer steigendem Maß Einang in den Betrieb der Heilanstalten gefunden. Anderits fordert der Gutachterausschuß für das öffentliche rankenhauswesen mit Recht eine möglichst weitgehende elbständigkeit nicht nur für die Wärme- und Kraftwirthaft, sondern auch für die sonstigen technischen Einchtungen, um Störungen durch Streiks und dergl. aususchalten. Was die Krankenanstalten im besonderen anngt, ist es im Zeitalter der Kraftwagen und gut ausebauter Straßen ebenso wichtig, in einem Bezirk nicht ehrere kleine und wenig leistungsfähige Krankenäuser zu erreichen, sondern, wenn irgend möglich, nach er Schaffung von großen Anstalten zu streben, in denen icht nur für jedes Sonderfach ausgebildete Spezialärzte orhanden sind, sondern auch die Forderungen der Gendheitspflege und der Wirtschaftlichkeit in vollkommener Weise befriedigt werden können. Zu berücksichtigen st ferner, daß Heilanstalten, insbesondere solche, die sich n einsamer Lage befinden, ein Gemeinwesen für sich arstellen und daher auch möglichst selbständig in bezug uf ihre Wirtschaftsführung gestellt werden müssen.

Durch diese Umstände ist auch die Stellung des techischen Betriebsleiters und sein Einfluß auf die Wirthaftlichkeit des Betriebes ganz anders, als er zu der Zeit gewesen ist, in der die technischen Einrichtungen solcher Anstalten sich in der Hauptsache auf einige in den Gebäuden befindliche Sammelheizungen und Warmwasserbereitungen beschränkten. In einer neuzeitlichen Anstalt finden wir dagegen technische Einrichtungen von einer solchen Mannigfaltigkeit, wie kaum in einem andern Unternehmen.

In erster Linie wären

Kraftbetrieb und Wärmewirtschaft

zu nennen.

Aus den genannten Gründen wird in manchen größeren Anstalten der Strom für Licht- und Kraftzwecke aus einer eigenen Anlage gewonnen. In vielen Fällen, wie beispielsweise in den Krankenhäusern München-Schwabing und Düsseldorf, wird der Betrieb der Stromerzeugungsanlage lediglich nach dem Wärmebedarf geregelt. Dabei wird der Überschußstrom in das städtische Netz geleitet, während zu andern Zeiten vom städtischen Werk Strom bezogen wird. Eine solche Kupplung stellt unter bestimmten Voraussetzungen wärmetechnisch den günstigsten Fall dar. Es gibt aber auch Fälle, in denen es wirtschaftlicher und zweckmäßiger ist, zum Dampf- und Strombezug überzugehen, namentlich dann, wenn besondere Umstände, beispielsweise die Nähe eines Elektrizitätswerkes, dies rechtfertigen oder die Anfuhr der Brennstoffe und Beseitigung deren Rückstände in gesundheitlich einwandfreier Weise nicht möglich ist.

Da bei Eigenbetrieb der Abdampf der Antriebmaschinen in wirtschaftlicher Weise für Zwecke der Heizung und Warmwasserbereitung das ganze Jahr über benutzt werden kann, werden vornehmlich wegen des öl-



Lageplan des Städt. Rudolf-Virchow-Krankenhauses zu Berlin

rankenbelegzahl bis	2 600	
im Jahre		
ohlenverbrauch	15 000	t
altwasserverbrauch	580 000	m³
armwasserverbrauch	132 000	„
asverbrauch	50 000	„
tromverbrauch	500 000	kWh
iserzeugung	1 000	t

a Aufnahmehaus (Verwaltung)
b Badehaus
c Apotheke
d Operationshaus
e Röntgenhaus
f Anatom.-patholog. Institut
g Desinfektion
h Kochküche
i Remise für Speisewagen
k Kesselhaus
l Kohlenhof
m Maschinenhaus
n Schornsteine
o Wasserturm
p Waschküche
q Bleichplatz
r Remise für Wäschewagen
s Werkstätte
t begehbare Kanäle zur Aufnahme der Dampf-, Warmwasser-, Heizwasser- und Kondensatleitungen

freien Kondensats Dampfturbinen verwendet. In vielen Fällen ist auch eine eigene Wasserversorgung eingerichtet, deren Pumpen zweckmäßig elektrischen Antrieb bekommen, damit die Krafterzeugung einheitlich gestaltet wird. Das gleiche gilt auch für die Eisbereitungs- und Kühlanlagen, die in einer neuzeitlichen Anstalt nicht fehlen dürfen.

Der von den Antriebturbinen kommende Dampf kann, soweit es sich um Gebäudeheizung handelt, mit rd. 2 at Überdruck zu den einzelnen Häusern geführt werden, oder er wird in Wärmeaustauschern niedergeschlagen, und die Wärme wird in die einzelnen Häuser mittels Pumpen-Warmwasserheizung geleitet. Die in jedem Fall erforderlichen Rohrleitungen werden in Kanälen verlegt, in denen gleichfalls die Leitungen zur Rückführung des Kondensats untergebracht sind.

Die Versorgung mit Wärme von einer Stelle aus bietet gesundheitliche und wirtschaftliche Vorteile, weil man die Überwachung und Regelung einer einheitlichen Anlage besser durchführen kann als die von mehreren Kleinanlagen und die Brennstoffe im ersten Falle bei geringerem Aufwand an Personal besser ausgenutzt werden. Da jedoch außerdem erhebliche Dampfmengen zum Kochen, Waschen und Sterilisieren erforderlich sind, müssen im Fall einer Warmwasserheizung, die aus gesundheitlichen Gründen bevorzugt wird, besondere Dampfleitungen für diese Zwecke eingebaut werden.

In welcher Größenordnung sich die Kosten für Brennstoffe bewegen und welche Ersparnismöglichkeiten durch eine zweckmäßig durchgeführte Wärmewirtschaft erzielt werden können, mag aus folgendem ersehen werden:

In einer Krankenanstalt von etwa 2000 Betten, die eine eigene Stromerzeugung, Kühl- und Eisbereitungsanlage nebst Wasserversorgung mit Enteisenung hat, wurden die vorhandenen Dampfantriebmaschinen der Stromerzeuger mit Kondensation betrieben. Auf Grund wärmewirtschaftlicher Überlegungen wurde die Kondensationsanlage stillgesetzt und der Abdampf dieser Maschinen für Heizungszwecke und zur Warmwasserbereitung verwendet. Die Brennstoffersparnisse betrugen nach der Umstellung rd. 41 000 *RM* im Jahr, während der gesamte Umbau einschl. Fernleitungen für die neu angelegte Pumpenheizung nur 56 000 *RM* betrug, so daß der Kapitalaufwand durch die erzielten Brennstoffersparnisse in reichlich einem Jahr gedeckt werden konnte. Von derartigen Beispielen ließen sich noch mehrere anführen.

Auf Grund von Messungen ist nach dem Umbau die Verteilung der in den Dampfkesseln erzeugten Wärme auf die einzelnen Verbrauchstellen im Jahresmittel wie folgt ermittelt oder geschätzt worden:

1.	Kraftbetrieb nach Abzug der durch Abdampfverwertung zurückgewonnenen Wärme	3,6 vH,
2.	Gebäudeheizung	49,9 „ ,
3.	Warmwasserbereitung	16,2 „ ,
4.	Waschküche	6,0 „ ,
5.	Kochküche	2,95 „ ,
6.	Medizinische Geräte und Wärmeschränke in den Krankenstationen	5,0 „ ,
7.	Rohrleitungsverluste einschließlich Kondensatleitungen und Restglied	16,35 „ .
		100,— vH.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Anteil der Raumheizung der Koch- und Waschküche unter Nr. 2 eingesetzt ist.

In dem Werk „Das deutsche Krankenhaus 1925“ schätzt Obering. *Arthur Schulze* den Gesamtbrennstoffverbrauch aller öffentlichen Krankenhäuser zu 642 000 t Kohlen im Jahr, entsprechend einem Geldwert von 22,5 Mill. *RM*. Nur 20 vH Ersparnis, wie sie aber unter den gegebenen Verhältnissen leicht erreichbar ist, würden jährlich rd. 4,5 Mill. *RM* ausmachen.

Der Wirkungsgrad der Heizanlagen kann durch zweckmäßige Maßnahmen beachtlich verbessert werden. Beispielsweise können die in ausgedehnten Dampfrohrnetzen unentbehrlichen Kondensatableiter eine ständige Verlustquelle darstellen, wenn ihre Zahl nicht auf das zulässige Maß verringert und eine scharfe Überwachung durchgeführt wird. Des weiteren spielen die Wahl d Brennstoffe und die jeweilige Anpassung des Wärmea wandes an die Außentemperatur eine erhebliche Ro

Es ist daher von Vorteil für die Krankenhäus die technischen Anlagen erfahrenen und f diese Zwecke vorgebildeten Ingenieuren zu unt stellen, die über das erforderliche wissenschaftli Rüstzeug verfügen. Zu dieser Ansicht sind die meis wärmeverbrauchenden Industrien gekommen; sie hab sich auch dementsprechend eingestellt. Man könnte w einwenden, daß die erforderliche Überprüfung du Sonderingenieure der Hauptverwaltung mit demselb Erfolg und billiger durchgeführt werden könnte. D ist entgegenzuhalten, daß man den größten wirtscha lichen Erfolg nur durch zielsichere und eingehende V tiefung, d. h. durch gründliche Beschäftigung mit jed Einzelfall erreichen kann. Deshalb können für die L tung solcher Betriebe nur hauptamtlich tätige, wiss schaftlich vorgebildete Ingenieure in Frage komm Sicherlich wird auch für die Professoren und Ärzte ei fachwissenschaftliche Beratung von erheblichem Vort sein und zu weiterer Entwicklung der technischen Hil mittel führen.

Im Zusammenhang mit dem Wärmeverbrauch st die viel umstrittene Frage der Lüftung der Kra kenräume, und ich glaube sagen zu können, daß m auf diesem Gebiete nur vorwärts kommen wird, wenn Zukunft mehr als bisher die Beaufsichtigung solcher A lagen entsprechend vorgebildeten Fachleuten unterste wird; denn nur durch Erfahrungen im Betriebe könn die noch schwebenden Fragen einer Lösung entgeg geführt werden.

Andere technische Einrichtungen in Heilanstalten

Einen weiteren wichtigen Bestandteil der He anstalten bilden die Wäschereien und Koc küchen. Diese Betriebe, in denen der elektrische Kra antrieb vorherrschend ist, sind von großer Bedeutu Durch rationelle Arbeitsverfahren und Mechanisierung d Betriebes kann die Wirtschaftlichkeit erheblich verb sert werden, sowohl hinsichtlich des Wärme- und d Materialverbrauches als auch des Personalaufwand Der Betrieb der Wäscherei verlangt von dem te nischen Betriebsleiter gewisse chemische Kenntnisse, d folgerichtig angewendet, erhebliche Ersparnisse b Schonung der Wäsche im Gefolge haben. Bei dem v hältnismäßig hohen Kapitalaufwand, den der Wäsc bestand eines Krankenhauses erfordert, spielt die pfl liche Behandlung der Wäsche eine wichtige Rolle.

Der Streit, ob Zentralküche oder Einze küche die beste Lösung darstelle, ist zu Gunsten d gemeinsamen Küche entschieden worden. Diese ka aber den gestellten Anforderungen nur genügen, we neben einer straffen Arbeitsteilung auch die Hilfsmitt die die Technik bietet, dienstbar gemacht werden. Zv

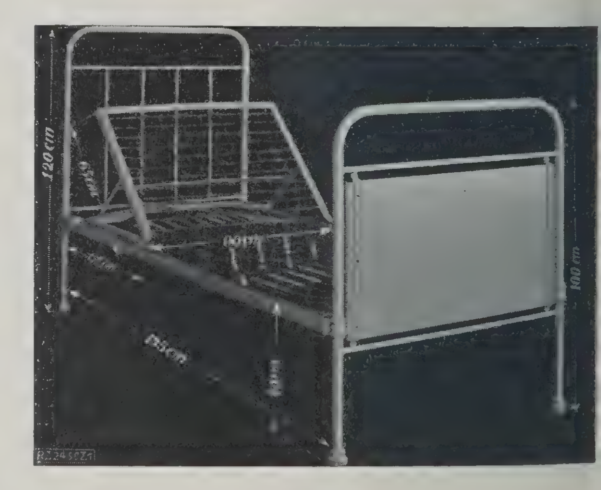


Abb. 1
Genormtes Personalbett.

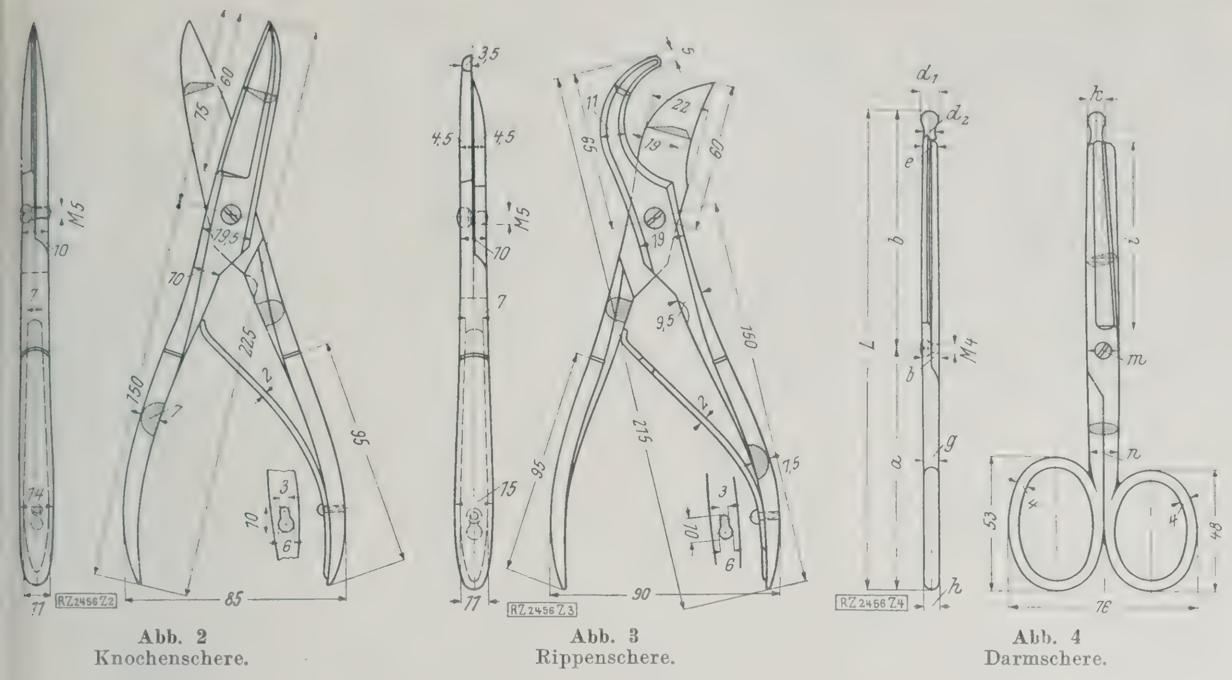


Abb. 2
Knochenschere.

Abb. 3
Rippenschere.

Abb. 4
Darmschere.

Abb. 2 bis 4. Normblattentwürfe für chirurgische Geräte.

ıen Verpflegung und Technik gibt es viele Verbindun-
ı, die dem Fernstehenden unbekannt sind. Die fort-
ıreitende Einbeziehung der Technik in den Küchen-
rieb wird zweifellos einen erheblichen Fortschritt auf
n Wege zur Verbilligung der Verpflegung bedeuten[1]).

Zu den Nebenbetrieben einer Anstaltskochküche ge-
rt vielfach eine Fleischerei mit den erforderlichen
hlräumen und sonstigen Einrichtungen zur Konser-
rung der Lebensmittel. Von Wichtigkeit sind ferner
Einrichtungen, die zum Warmhalten der Speisen
nen, und die Fördermittel zu den einzelnen Häusern,
in größeren Anstalten als Kraftfahrzeuge ausge-
ırt sind.

Die Reinigung des Geschirrs kann, wie das Beispiel
ßer neuzeitlicher Gaststätten zeigt, durch Einführung
n Fließarbeit verbessert und gleichzeitig verbilligt
rden[2]). Wie groß ist der Anteil der Ausgaben der Koch-
che an dem Haushalt einer Heilanstalt ist, wird er-
htlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß etwa ein
ertel der Jahresausgaben auf die Verpflegung entfällt.

Zur Ausstattung der Heilanstalten gehört ferner
ıe Reihe wärmeverbrauchender medizi-
scher Apparate, wie Sterilisatoren, Instrumenten-
cher, Desinfektionsanlagen und dergl. mehr, die als
izmittel vornehmlich Dampf, Gas oder Elektrizität er-
rdern. Die Forderung nach ständiger Bereitschaft
ser Geräte bringt es mit sich, daß von vornherein zwei
izmittel vorgesehen werden. Eine Sonderart stellen
pneumatischen Kammern dar, die für gewisse Behand-
ngen immer mehr in Aufnahme kommen.

In neuzeitlichen Krankenhäusern sind die in der
zten Zeit hervorragend durchgebildeten elektro-
dizinischen Geräte für Sonderbehandlung
entbehrlich geworden. Diese erfordern eine besonders
chkundige Pflege, die nur durch entsprechend vorge-
deten Personal durchgeführt werden kann. In diesem
sammenhange soll noch auf das große Gebiet der
öntgentechnik hingewiesen werden.

Die zahlreichen und zum Teil sehr kostspieligen
pparate und Inneneinrichtungen erfordern sachkundige
standhaltung. Größere Krankenanstalten haben daher
sondere Werkstättengebäude, in denen alle
rkommenden Ausbesserungen ausgeführt werden.
ese werden am besten durch gut geschulte Anstalts-
handwerker ausgeführt, da eine gewisse Ortkenntnis
Bedingung für sachkundige und schnelle Erledigung
dieser Arbeiten ist. In einem neuzeitlichen Kranken-
haus sind infolgedessen fast alle Handwerkerberufe ver-
treten. Durch Einführung von rationellen Arbeitsver-
fahren und Schulung des Personals können auch auf
diesem Gebiete die Ausgaben wesentlich gesenkt werden.
Auch eine verständige Normung der Geräte bringt
erhebliche wirtschaftliche Vorteile. Um ein Beispiel zu
bringen, sei erwähnt, daß in einem Krankenhaus 18
verschiedene Arten von Betten vorhanden waren,
während nach dem Urteil der Fachärzte mit 3 bis höch-
stens 4 Modellen auszukommen wäre. Ein genormtes
Bett zeigt Abb. 1, Normblattentwürfe für chirurgische
Geräte zeigen Abb. 2 bis 4.

Ein wichtiges Gebiet ist die künstliche Beleuchtung,
namentlich diejenige der Operationssäle; hier können
ebenfalls durch verständnisvolles Zusammenarbeiten zwi-
schen dem Arzt und Techniker noch große Fortschritte
erzielt werden.

Wenn ich noch die in einer Heilanstalt erforderlichen
Personen- und Lastenaufzüge sowie die
Fernsprech- und Signalanlagen erwähne, so
dürften die technischen Einrichtungen in der Hauptsache
behandelt sein. Selbstverständlich können unter Umstän-
den, durch besondere Verhältnisse bedingt, Sondereinrich-
tungen vorkommen, die in das Arbeitsgebiet des tech-
nischen Betriebsleiters fallen.

Auch die Unterhaltung der Baulichkeiten, die einen
bemerkenswerten Anteil an den Gesamtausgaben aus-
macht, soll kurz gestreift werden. Hier kann der Be-
triebsingenieur in Zusammenarbeit mit dem zuständigen
Bauamt Ersprießliches leisten und viele Schäden im Ent-
stehen beseitigen. Anderseits kann er durch ständige
Fühlungnahme mit dem Betrieb zweckentsprechende Vor-
schläge bei Neu- und Umbauten machen. Die Berücksich-
tigung wärmewirtschaftlicher und technischer Gesichts-
punkte beim Entwurf von Heilanstalten beeinflußt natur-
gemäß die Wirtschaft der Anstalt im günstigen Sinne;
hier ist der Rat des mit dem Betriebe eng verwachsenen
Ingenieurs von besonderem Nutzen.

Schlußfolgerungen

In seinem Bericht zum Gutachterausschuß[3]) kommt
auf Grund einer Umfrage, die sich auf 517 Krankenhäuser
erstreckte, Obering. *Arthur Schulze* hinsichtlich der Be-
setzung der technischen Stellen in Krankenhäusern zu

[1]) Bestrebungen in dieser Richtung verfolgt insbesondere der
hausschuß „Technik im Heim" beim Verein deutscher Ingenieure,
gl. a. *Säuberlich*, „Wie Technik Dir im Haushalt hilft". Berlin 1928
I-Verlag.

[2]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 1893.

[3]) *W. Alter*, „Das Deutsche Krankenhaus 1925", Berlin 1927, Julius
Springer.

folgenden Feststellungen, die ich wörtlich wiedergeben möchte, da sie die bestehenden Verhältnisse treffend kennzeichnen.

„Es wurde bereits mehrfach von der Technifizierung in der Krankenpflege gesprochen und die Ausbesserwerkstätten mit kleinen Maschinenfabriken verglichen und die mannigfachen, teilweise recht schwierigen technischen Einrichtungen erwähnt, die in einem Krankenhause notwendig sind und ständig zunehmen. Wenn man einmal das Krankenhaus auch hinsichtlich seines Personals mit einer Maschinenfabrik vergleicht, ergibt sich, daß der wissenschaftlich gebildete Ingenieur nur sehr schwach vertreten ist, während jede kleine Maschinenfabrik über eigenes technisch vorgebildetes Personal verfügt. Gegenüber den kostbaren technischen Einrichtungen, die es im Krankenhause zu überwachen, instandzuhalten und zu verbessern gibt, erscheint das vollkommen unzulänglich."

„Daß die Krankenhäuser im allgemeinen wärmewirtschaftlich noch so rückständig sind, ist eine große Folge davon, daß die wissenschaftliche Betriebführung meist fehlt. Es ist für einen wissenschaftlich arbeitenden Betriebsingenieur gerade im Krankenhaus unendlich viel zu tun."

„Man kann ruhig aussprechen, daß das Krankenhaus im allgemeinen nicht dem wissenschaftlichen Stande der Technik entsprechend besetzt ist."

Gleichzeitig wurde durch die Umfrage festgestellt, daß in der Rationalisierung noch Weniges, nur Vereinzeltes, nirgends etwas Ganzes getan ist, bei der großen Zahl der Anstalten verschwindend wenig.

Diese klar zum Ausdruck gebrachten Mängel bedeuten aber große Verluste an Nationalvermögen, die durch entsprechende Besetzung der Stellen leicht vermieden werden können. Wenn man bedenkt, welche Werte in den Krankenhäusern stetig umgesetzt werden, so erscheint die Forderung nach besserer Auswahl der leitenden technischen Persönlichkeiten als eine Selbstverständlichkeit. In einer Zeit, in der das deutsche Volk schwer um seine Existenz ringt, müssen auch im Betriebe der Heilanstalten alle technischen Fortschritte angewendet werden, um den höchsten Grad der Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Die erzielbaren Erfolge sind bedeutend, und sie kommen letzten Endes den Kranken und damit der Volksgemeinschaft zugute.

Ist so die Notwendigkeit der Besetzung der Stellen der leitenden technischen Beamten mit wissenschaftlich vorgebildeten Ingenieuren nachgewiesen, so glaube ich, daß bei der immer weiter sich entwickelnden Technifizierung des Krankenhauses sich der Ingenieur auf Grund seiner Vorbildung auf den Gebieten der Naturwissenschaften, der Verwaltung und der Statistik auch für die Stelle des leitenden Verwaltungsbeamten eignet. Bisher sind die Stellen der Verwaltungsdirektoren und Krankenhausleiter mit Beamten, die aus der allgemeinen Verwaltung hervorgegangen sind, besetzt worden, zum Teil liegt die Leitung der Verwaltung in den Händen des ärztlichen Direktors.

In verschiedenen Anstalten werden die Verwaltungsgeschäfte und die Vertretung nach außen von einem Direktorium besorgt, in dem neben zwei ärztlichen Direktoren der Verwaltungsdirektor Sitz und Stimme hat. Diese Organisation ist nach dem Urteil berufener Fachleute für größere Anstalten als die beste Lösung anzusehen. Mit diesem Vorschlage sollen die Verdienste und Leistungen der bisherigen Verwaltungsdirektoren durchaus nicht geschmälert oder herabgesetzt werden. Aber da die technischen Einrichtungen derartiger Anstalten bereits jetzt einen überragenden Einfluß auf ihre Wirtschaft und ihren Betrieb ausüben und zweifellos sich in Zukunft dieser Einfluß noch verstärken wird, so scheint mir die Berechtigung obigen Vorschlages durch die Entwicklung der Dinge nachgewiesen zu sein.

Abgesehen davon, daß der Betriebsingenieur in na
geordneter Stellung wegen des unvermeidlichen
stanzenweges seinen Ideen und Vorschlägen nicht imm
die gewünschte Auswirkung sichern kann, gibt es in
Verwaltung der Heilanstalten sehr viele Aufgaben,
von vornherein in das Gebiet des Technikers fallen.
möchte in diesem Zusammenhang den Einkauf der M
terialien anführen, der eine ausschlaggebende Ro
spielt, die Durchführung von Statistiken über den P
sonalaufwand für den Wirtschaftsbetrieb, über
Energie- und Materialverbrauch.

Man darf nicht einwenden, daß der Ingenieur
Fragen der allgemeinen Verwaltung nicht beherrsche;
Entwicklung unserer Industrie zeigt es an unzählig
Beispielen, daß Ingenieure auch hervorragende Verw
tungsbeamte sein können, und das gleiche ist von v
schiedenen Zweigen der Kommunalverwaltung zu sag
Natürlich gehört eine gründliche Auslese bei der B
setzung solcher Stellen dazu, und es ist eine Selbstverstän
lichkeit, daß nur solche Bewerber in Frage komm
können, die den Krankenhausbetrieb aus eigener A
schauung von Grund auf kennen. Dazu ist es notwend
daß die oberen Verwaltungsbehörden jungen Ingenieur
Gelegenheit zur Aneignung der erforderlichen Sond
kenntnisse geben durch mehrjährige Tätigkeit in ein
gut geleiteten größeren Heilanstalt.

Zweckmäßig dürfte es ferner sein, wenn auf d
technischen Hochschulen die in den Heilanstalten v
kommenden Sondergebiete behandelt werden würden. I
bin überzeugt, daß mit der immer fortschreitenden E
wicklung dieser Anstalten ganz von selbst der vorg
schlagene Weg beschritten wird, wenn das höchste
Wirtschaftlichkeit erreicht werden soll. [B 2456]

Die deutsche Maschinenausfuhr

behandelt Dr. *O. Veit* für das vergangene Jahr im „M
schinenbau"[1]). Den sehr beachtenswerten Mitteilung
entnehmen wir die folgende Zusammenstellung der wic
tigsten Absatzmärkte der deutschen Maschinenindustrie f
die Jahre 1926 bis 1928. Die Länder sind nach dem Gel
wert der Ausfuhr von 1928 geordnet.

Absatzmärkte	1928		1927		1926	
	1000 t	Mill. RM	1000 t	Mill. RM	1000 t	Mill. RM
Insgesamt	**606,2**	**1 113,3**	**534,8**	**937,7**	**457,2**	**769,2**
Davon nach:						
Rußland	74,8	132,2	67,1	124,1	37,2	65,[illegible]
Niederlande . . .	54,3	78,1	43,7	59,7	40,4	52,[illegible]
Polen (einschl. Danzig)	36,4	71,9	26,1	51,1	10,5	21,9
Frankreich (einschl. Elsaß-Lothringen)	30,4	65,7	17,5	38,4	10,2	23,1
Tschechoslowakei .	26,0	61,2	14,8	36,1	14,9	33,9
Großbritannien . .	33,7	57,1	36,2	57,2	27,2	39,8
Italien	28,0	56,3	28,3	46,4	43,4	61,9
Schweiz	23,3	44,2	17,5	33,2	15,9	26,6
Argentinien . . .	25,8	43,4	20,1	31,4	19,3	30,1
Österreich	18,7	41,1	13,6	31,2	12,6	26,5
Belgien (einschl. Luxemburg) . .	21,6	37,2	16,9	25,8	11,8	17,8
Spanien	17,5	35,1	14,0	26,6	18,0	31,1
Vereinigte Staaten	13,7	32,9	14,5	34,1	17,8	34,6
Brasilien	15,8	32,0	13,6	25,7	21,7	38,5
Rumänien	18,0	32,0	21,7	33,3	13,4	21,4
Schweden	16,6	26,8	15,8	25,6	13,5	22,7
Jugoslawien . . .	12,1	23,3	10,8	19,2	6,3	11,0
Niederl.-Indien . .	15,2	23,0	12,5	16,7	12,6	16,4
Dänemark	11,7	18,1	9,7	16,0	9,7	14,3
Ungarn	8,4	17,7	8,0	17,0	5,6	13,2
Japan	7,7	17,1	11,1	18,0	8,1	15,9
Britisch-Südafrika	11,9	16,8	12,3	20,1	2,8	4,6
Finnland	9,6	16,0	8,6	13,5	5,7	10,1
Britisch-Indien . .	8,7	15,0	7,3	12,6	7,8	13,6

[N 3101]

[1]) „Maschinenbau — Wirtschaft" Bd. 8 (1929) Nr. 10 S. 109 (W).

Erziehung zum werkstattgerechten Konstruieren

Von Prof. Dr.-Ing. KARL LAUDIEN, Stettin[1])

Die Erziehung zum werkstattgerechten Konstruieren verlangt die Schaffung neuen Unterrichtsstoffes und eine Umstellung vom „Nachkonstruieren" zum „konstruktiven Denken". Der Aufsatz gibt Aufschluß über den von der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure geschaffenen und geplanten Unterrichtstoff und erklärt eine neue Unterrichtsmethode.

)ie an jede Maschine und jeden Maschinenteil gestellten Forderungen „Gut" und „Billig" laufen in geissem Grade gegeneinander. Nur dann kommt eine veckmäßige Konstruktion zustande, wenn der Ausgleich vischen diesen Forderungen gelingt. — So gilt es, den onstrukteur dahin zu erziehen, daß er solchen Ausgleich icht, daß er beim Konstruieren stets an die Forderung Billigkeit der Herstellung" oder, was dasselbe ist, „werkattgerechtes Gestalten" denkt.

Für die Erziehung zum Konstrukteur ist eine gute raktische Ausbildung unbedingt erforderlich. Der Sinn ir die Einzelzeiten, für zulässige Spandicke, für die eihenfolge der Bearbeitungsvorgänge läßt sich nicht lein durch Worte wecken; er muß aus dem eigenen Erben kommen. Gefühlsmäßig muß der Konstrukteur beim onstruieren entscheiden; g e n a u n a c h r e c h n e n kann die Herstellkosten erst dann, wenn die Arbeit abeschlossen ist.

Die Begabung ist und bleibt entscheidend für den Beıf. Wer kein Gefühl für Wirtschaftlichkeit hat, wird iemals werkstattgerecht konstruieren. Seine Formen erden entweder überhaupt falsch sein oder zum mindeen den Eindruck erwecken, als sei nachträglich etwas remdes hineingearbeitet. Seine Konstruktionen werden ein organisches Ganzes bilden. Man wird zum Konstrukur geboren; das Konstruieren ist eine Kunst.

Aufgaben des Konstruktionsbüros

Vor 60 Jahren waren Konstruktionsbüro und Betrieb ıns. Der Konstrukteur schrieb die Bearbeitung vor, er ab bei den Gußstücken die Einformrichtung an, er zeichete Schrägungen. Dann verzichtete die Konstruktion uf diese Festlegungen; sie konnte diese Arbeit nicht mehr iitleisten und gab nur noch an, w o b e a r b e i t e t werden ollte. Wieder etwas später legte die Konstruktion est, welche M a ß e genau einzuhalten wären, dann schrieb ie den G e n a u i g k e i t s g r a d für diese Maße vor. Daiit begann das Konstruktionsbüro von neuem den [erstellvorgang vorzuschreiben. Es hat keinen Vert, eine Höchstgenauigkeit zu verlangen, ohne zugleich ie Vorschrift „Schleifen" zu geben.

Mit dem Vorschreiben der Herstellart kam es zu iner schärferen Kritik von Form und Lage der Beareitungsflächen. Die mit „Schleifen" gekennzeichnete 'läche mußte so gebaut und angeordnet sein, daß sie sich chleifen ließ. Heute will man noch einen Schritt weiterehen: Die Konstruktion soll für einen ganz bestimmten r b e i t s p l a n arbeiten.

Daß sich dieses Ziel nur bei enger Zusammenarbeit on Konstruktionsbüro und Betriebsbüro erreichen läßt, st selbstverständlich. Die jungen Konstrukteure haben ur in seltenen Fällen den Einblick in die Fabrikationsinrichtungen, den sie für diese Arbeit brauchen. Selbst enn man mit der Gepflogenheit, den Konstrukteuren den esuch der Werkstätten zu verbieten, bricht, wird man icht ans Ziel kommen. Die jungen Konstrukteure wecheln verhältnismäßig häufig ihre Stellungen. So bedarf es er engen Fühlungnahme mit den Betriebsleuten, um die onstruktionen den Sondereinrichtungen der Fabrik anzuessen. Letzten Endes liegt die Entscheidung, auf welche laschine ein Stück kommt, beim Betriebsleiter; nur er reiß, welche Maschine zur Zeit verfügbar ist.

Für die Umstellung der Konstrukteurerziehung ist resentlich eine Änderung des Technologieunterrichts, eine Umstellung von der Erklärung und Berechnung der Werkzeugmaschinen und ihrer Einzelheiten zur eingehenden Behandlung der Fertigungsmöglichkeiten.

Dieser Richtung hat man sich seit Kriegsschluß weitgehend angepaßt. Zwar geht diese Arbeit unter der Losung „Erziehung des Betriebstechnikers" vor sich, aber diese Umstellung kommt nicht nur dem Betriebsmann, sondern auch dem Konstrukteur zugute.

Lehrstoff für den Konstruktionsunterricht

Eine so weitgehende Umstellung bedarf der vorhergehenden Schaffung von Unterrichtsmitteln. Es ist nicht damit getan, daß man das Ziel angibt und den Weg genau festlegt.

Mit den Lehrmitteln trifft man auf zwei Gruppen: Die werdenden Konstrukteure, d. s. die Schüler der technischen Lehranstalten, und die in der Praxis stehenden Konstrukteure. Beiden soll das Gleiche: „Werkstattgerechtes Konstruieren", vermittelt werden. Diese beiden Gruppen stehen aber der Aufgabe verschieden gegenüber. Während die werdenden Konstrukteure noch keinen Formenschatz besitzen und leicht in die neue Richtung eingestellt werden können, haben die in der Praxis stehenden eine große Menge Formen, auch falscher, in sich aufgenommen und müssen aus der alten in die neue Richtung umgestellt werden. Die werdenden Konstrukteure müssen „Berechnen und Formgeben" lernen, die in der Praxis stehenden sind dagegen überwiegend zum „Formändern" zu erziehen, deshalb müssen die Unterrichtsmethoden, d. i. die Art der Benutzung des Unterrichtsmittels, ja dieses selbst in gewissem Grade, verschieden sein. — Für die in der Praxis stehenden Konstrukteure gibt die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure eine Sammlung „W e r k s t a t t g e r e c h t e s K o n s t r u i e r e n"[2]) heraus.

Der Unterricht

Die Unterrichtsmethode bleibt Sache der Lehrerpersönlichkeit. Der eine wird das Ziel „Erziehung zum konstruktiven Denken" im planmäßigen Aufbau zu erreichen suchen; er könnte z. B. die verschiedenen Formen miteinander vergleichen. Der andre wird anders vorgehen und an einer Reihe von Beispielen diese Formen lehren. — Ist der letztere Weg für die in der Praxis stehenden Konstrukteure der richtige, so ist damit noch nicht entschieden, ob er nicht auch für den Schüler wenigstens vorerst richtig ist, solange nämlich, bis eine umfassende und lückenlose Systematik vorliegt. Das durch den ganzen Unterricht über Maschinenteile gehende System „Bach" mag theoretisch noch so anfechtbar scheinen. Vorerst gibt es keine Veröffentlichung, die die gleiche Lehrstoff m e n g e planmäßig erfaßt. Ja, es mag dahingestellt sein, ob man nicht überhaupt die Erziehung zum Konstrukteur auf den Schulen in drei aufeinander folgenden Stufen durchführen soll:

Erste Stufe: „Berechnen der Maschinenteile und Vertrautmachen mit ihren bewährten Formen".

Zweite Stufe: „Kritik der Formen nach ihrer Werkstattgerechtigkeit".

Dritte Stufe: „Systematisch Lösungswege suchen".

Der erste Teil der Sammlung „Werkstattgerechtes Konstruieren" wird für die verschiedenen Herstellarten: Gußeisenteile, Schmiedeteile, Bearbeitung usw., „Falsch" und „Richtig" einander gegenüberstellen. Im zweiten

[1]) Der Aufsatz enthält in stark gekürzter Form den Inhalt eines . verschiedenen Bezirksvereinen des Vereines deutscher Ingenieure vischen dem 1. Dezember 1927 und dem 20. Juni 1928 gehaltenen Vorages.

[2]) I. Teil „Entwurf von Gußeisenteilen" erscheint im August d. Js. Weitere Teile, z. B. „Entwurf von Schmiedeteilen", werden folgen.

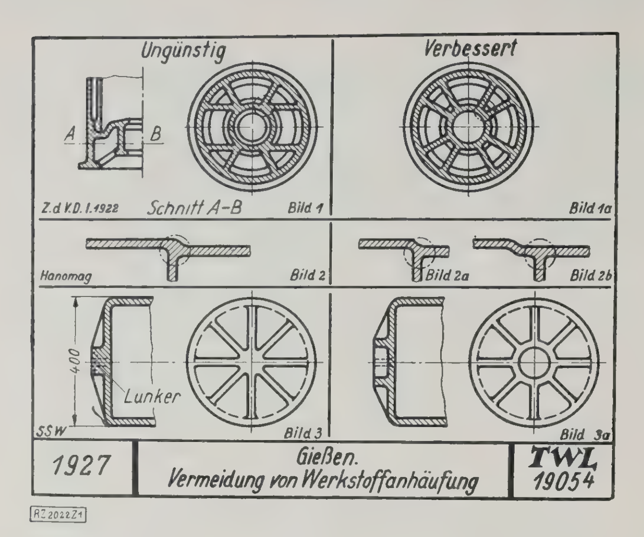


Abb. 1
Gießen. Vermeidung von Werkstoffanhäufung.

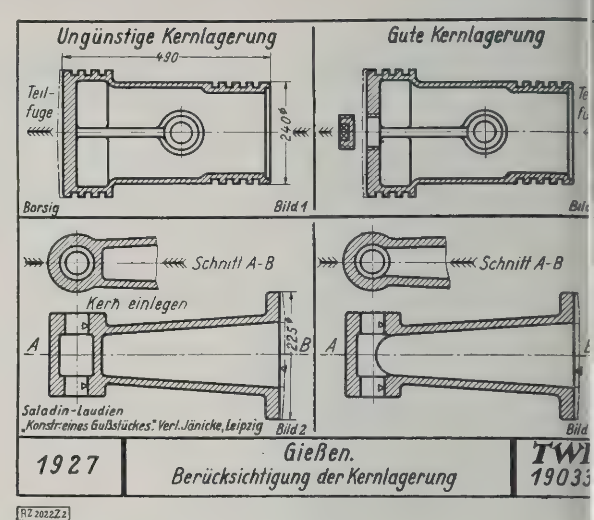


Abb. 2
Gießen. Berücksichtigung der Kernlagerung.

Teile sollen Konstruktionsbeispiele die Vielgestaltigkeit der Lösungsmöglichkeiten klarstellen, dadurch eine Kritik der verschiedenen Lösungswege geben und zur Wahl des günstigsten Lösungsweges erziehen.

Es muß dazu betont werden, daß die Umstellung in der Technikererziehung gewissermaßen von hinten angefangen hat. Zuerst wurde die Kalkulation verbessert. (Ein fehlerhaft konstruiertes Stück kann durch richtige Kalkulation billiger werden, aber nicht so billig, wie ein richtig konstruiertes.) Dann wurden die groben Fehler der Herstellung aus den Konstruktionen ausgemerzt. Dahin zielt der erste Teil der Sammlung „Werkstattgerechtes Konstruieren". Der zweite Teil der Sammlung soll zum Einschlagen des besten Konstruktionsweges und zur Wahl der einfachsten Bauart erziehen. Für diese Richtung ist die Bezeichnung Erziehung zum „konstruktiven Denken" geprägt worden.

Es ist schon oben erklärt worden, daß der Konstrukteur bei seiner Arbeit gefühlsmäßig vorgehen muß. Es sei zur Ergänzung betont, daß man nur in wenigen Fällen die Formänderung eines verwickelten Stückes genau genug nachzurechnen vermag und daß man sich gerade dort, wo die Steifigkeit der Form von ausschlaggebender Bedeutung ist, auf das Gefühl stützen muß. Dabei wird mit der stetigen Erhöhung der Festigkeitszahlen und der zulässigen Beanspruchungen die Prüfung der Steifigkeit immer wichtiger. Vor allem aber spielt das Gefühl die ausschlaggebende Rolle beim Erfassen der Gesamtaufgabe. Der Konstrukteur muß den Kraft- und Arbeitsfluß in seiner Konstruktion empfinden.

Damit ist das konstruktive Gefühl nicht begrenzt, auch die Formenerinnerungen gehören dazu. Auf sie stützen sich die Konstrukteure beim Entwerfen in sehr vielen Fällen, ohne sich genau zu überlegen, ob die Bedingungen, aus denen die alte Form entstand, dieselben waren, für die sie nun konstruieren wollen.

In diesem Zusammenhange muß von der „Schönheit der Form" gesprochen werden. Man hält oft die Form für schön, an die man gewöhnt ist; Neuformen erscheinen nicht nur ungewöhnlich, sondern manchmal auch häßlich. Auf den ersten Blick gefällt uns ein kegliger Putzen besser, als ein zylindrischer; in sehr vielen Fällen ist aber der zylindrische richtiger.

Einfluß der Herstellung

Gießen oder Schmieden

Aus dem Abschnitt „Gießen" des ersten Teiles der Sammlung „Werkstattgerechtes Konstruieren" seien nachstehend ein paar Bilder nach einzelnen der dort klargelegten Gesichtspunkte gebracht.

Für das Gußstück gilt „Vermeidung der Lunker und Risse"; daraus ergibt sich die sehr einfach klingende und vielfach sehr schwer erfüllbare Forderung: Gle mäßigkeit der Wanddicken. Kennzeichnend für Ä rungen in dieser Hinsicht ist Abb. 1[3]).

„Gut ausheben können" ist die zweite Forder Hier gibt es für die Erziehung nur ein Radikalmi Als Schlagwort muß man dem Anfänger einprägen: , bearbeitete Flächen liegen niemals senkrecht zur T ebene"! — Es mag nach „Drill" klingen, wenn solche Regel empfohlen wird; es geht aber nicht and Auch heute noch wird immer wieder gegen diese derung verstoßen.

Für die Verbilligung des Einformens gilt „möglic Vermeidung der Kerne". Zwar darf nicht überse werden, daß bei größeren Stückzahlen ein kerngeforn Teil nicht teurer wird, als der ohne Kern geformte, w die Kernform einfach ist, z. B. zylindrisch. Es wer sich auch Fälle finden, in denen der kerngeformte billiger ist. Aber darum bleibt für die Mehrzahl Fälle das Kernsparen das Ziel, und als solches muß betont werden. Schließlich ist es selbstverständlich, bei allen Regeln, die dem Konstrukteur gegeben wer zu ergänzen ist: „Überlege, ob die Bedingungen gege sind, die der Regel zugrunde liegen."

Auf gute Kernstützung wird verhältnismäßig we geachtet. Die Verbesserung der Kernstützung läßt Kernmarkenlänge sparen und die aus der Durchbieg und Schrägstellung des Kernes sich ergebende genauigkeit vermeiden, Abb. 2. Die Vereinigung beiden Kerne in der unteren Konstruktion zeitigt Stützung auf drei Punkten, also ohne freitragende L gen. Dafür erfordert diese Konstruktion einen K kasten; die Ausgangskonstruktion ließ sich mit scha nierten Kernen formen.

Daß Innenform und Außenform voneinander abhängig sind, sobald man mit einem Kern formt, w oft übersehen. Unwillkürlich zieht der Anfänger beiden Umrisse parallel, Abb. 3. Unbeachtet bleibt in meisten Fällen die Lage des Grates; ein Beispiel diesen Fall gibt Abb. 4. Der Teil soll mit unbearbeite Schaft, der aber glatt sein muß, in großen Mengen gestellt werden. Diese Vorschrift erzwingt die Umlegu der Formrichtung von der zunächst günstig erscheinen Lage von Bild 1 a in die Lage von Bild 1 b, Abb. 4.

[3]) Dieser Arbeit ging ein Versuch von „Stahl und Eisen" vor in einer „Fehlerecke" Unterlagen zu sammeln; der Versuch ist mißglückt. Ein weiterer Vorläufer ist das kleine Buch von *Sala Laudien:* „Wie konstruiere ich ein Gußstück", Leipzig 1925. V ferner Z. Bd. 72 (1928) S. 17, 549 und 1047, „Die Gießerei" Bd. 14 (S. 681 u. f., „Gießerei-Zeitung" Bd. 23 (1926) S. 407 u. f., „Maschinen Bd. 6 (1927) S. 652 u. Bd. 7 (1928) S. 705 und Fachheft „Konstrukteur Betrieb" des „Maschinenbau" Bd. 6 (1927) Heft 16 S. 785 u. f. Auch die Vortragsreihe „Einfluß der Fertigung auf die konstruktive Gestaltu die die Ortsgruppe Berlin der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betri ingenieure im Winter 1926/27 veranstaltet hat, sowie auf den von gleichen Ortsgruppe vom 22. März bis 25. April 1928 abgehaltenen strukteurkursus ist hier hinzuweisen.

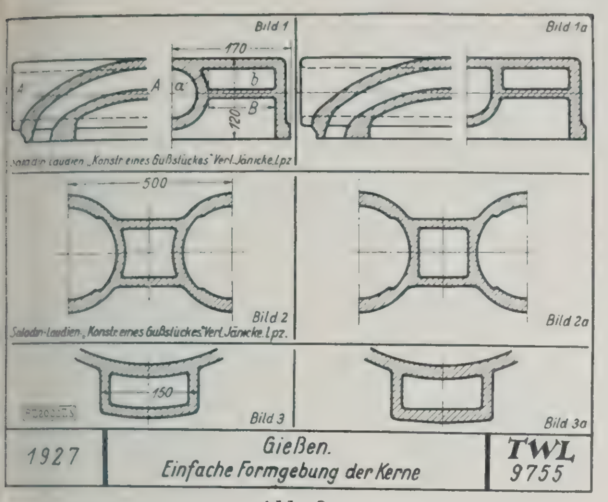


Abb. 3
Gießen. Einfache Formgebung der Kerne.
(Im Querschnitt $A - A$ hat der Kanal „b“ nur die Breite B. Die Erweiterung a ist also zwecklos.)

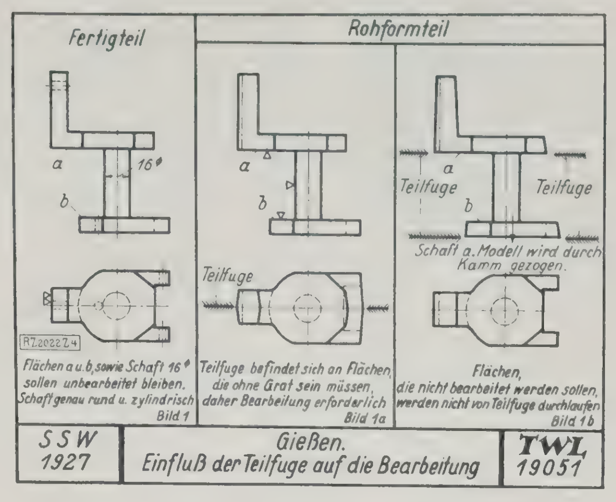


Abb. 4
Gießen. Einfluß der Teilfuge auf die Bearbeitung.

Für das Schmiedestück lassen sich Regeln der obigen Art nicht mit derselben Allgemeingültigkeit aufstellen[4]). Das zeigt schon die erste Regel für das Freiformschmieden: „Parallele Flächen“. Für das gesenkgeschmiedete Stück wird man kegelige Flächen vorziehen. Daß die kegelige Form größere Elastizität gibt, muß ausdrücklich betont werden. Man muß überhaupt bei der Befolgung der Herstellregeln immer nachprüfen, ob nicht die Verstärkung die Gleichmäßigkeit der Beanspruchung zu sehr stört. In diesem Zusammenhange sei ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß die Gefahr der Kerbwirkung die Befolgung der obigen Regeln hindern kann.

Die Regel „Einfachheit der Form“ läßt die Lasche, Abb. 5 und 6, falsch erscheinen gegenüber der Ausführungsform Abb. 6 und 7. Dieser Unterschied gilt aber nur für das freigeschmiedete Stück. Beim gesenkgeschmiedeten Stück wird man die Rundung vorziehen.

[4]) Vergl. *Meyer-Rinno:* Das Schmieden, Leipzig 1926, ferner „Werkstattgerechtes Konstruieren“ Teil „Schmieden“ und „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 793 u. f. u. Bd. 4 (1928) S. 1125.

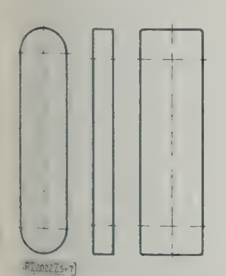


Abb. 5
Günstige Form für das Schmieden im Gesenk.

Abb. 6
Gemeinsame Seitenansicht.

Abb. 7
Günstige Form für das aus Flacheisen abgesägte Stück.

Abb. 5 bis 7. Lasche aus Schmiedeisen.

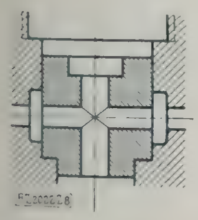


Abb. 8
Der Außenkörper enthält den Ringraum; er muß deshalb auf der Drehbank bearbeitet werden.

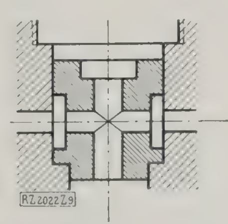


Abb. 9
Der Innenkörper enthält den Ringraum; das glatte Loch des Außenkörpers kann infolgedessen auf der Bohrmaschine gebohrt werden.

Abb. 8 und 9
Einfluß der Konstruktion auf die Art der Bearbeitung.

Überall, wo Schmiedestücke mit Gußstücken verbunden werden, soll man den zentrierenden oder entlastenden Vorsprung an das Gußstück legen. Am Gußstück macht der Vorsprung auch nicht annähernd die Schwierigkeiten, die er am Schmiedestück verursacht.

Einfluß der Bearbeitungsverfahren

Ist schon bei Regeln für das Schmieden die Schwierigkeit sehr groß, weil der Unterschied zwischen Gesenkschmieden und Freiformschmieden hereinspielt, so werden die Schwierigkeiten hier noch größer, da von Maschinenart zu Maschinenart andre Regeln gelten. Das geht so weit, daß man auf diesem Gebiete gut tun wird, nach dem Schema „Maschinenart gegen Maschinenart“ aufzubauen. Damit klärt man dann nicht nur die Ansprüche der Einzelbauart, sondern man zieht auch den Trennstrich für die Verwendbarkeit der einen Maschine gegenüber der Verwendbarkeit der andern, der gerade deshalb wichtig ist, weil der Konstrukteur für einen bestimmten Arbeitsplan konstruieren soll. Beispiele zur Frage „Bohrmaschine oder Drehbank“ zeigen Abb. 8 und 9. In Abb. 8 enthält der Außenkörper den erforderlichen Ringraum. In Abb. 9 liegt der Ringraum im Innenkörper, so daß der Außenkörper auf einer Bohrmaschine gebohrt werden kann. Hieraus ergibt sich die Regel: Außenbearbeitung ist billiger als Innenbearbeitung; man soll deshalb alles, was die Bearbeitung erschwert, auf die Außenwand des Innenkörpers legen.

Allgemeinbedeutung kann man der Regel beilegen: „Zusammenlegen der Bearbeitungsflächen in eine Ebene“, Abb. 10 und 11.

In den meisten Fällen ist die Entscheidung viel schwieriger. Der Erzieher wird nicht immer entscheiden können: „Dieses ist unbedingt besser als jenes“. Aber das ist auch gar nicht nötig. Das Vergleichen allein schon erzieht zur Kritik.

Zur Kennzeichnung dienen Abb. 12 bis 23. Augenscheinlich sind die beiden Konstruktionen nach Abb. 18 bis 23 wesentlich billiger als die Konstruktionen nach Abb. 12 bis 17. Damit beleuchtet dieses Beispiel scharf,

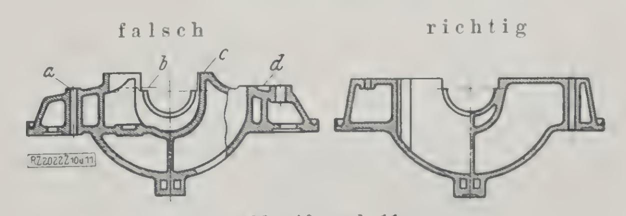


Abb. 10 und 11
Beispiel für die Regel: Zusammenlegen der Bearbeitungsflächen in e i n e Ebene.
Die in verschiedenen parallelen Ebenen liegenden Flächen a bis d von Abb. 10 sind in Abb. 11 zu e i n e r Bearbeitungsfläche vereinigt.

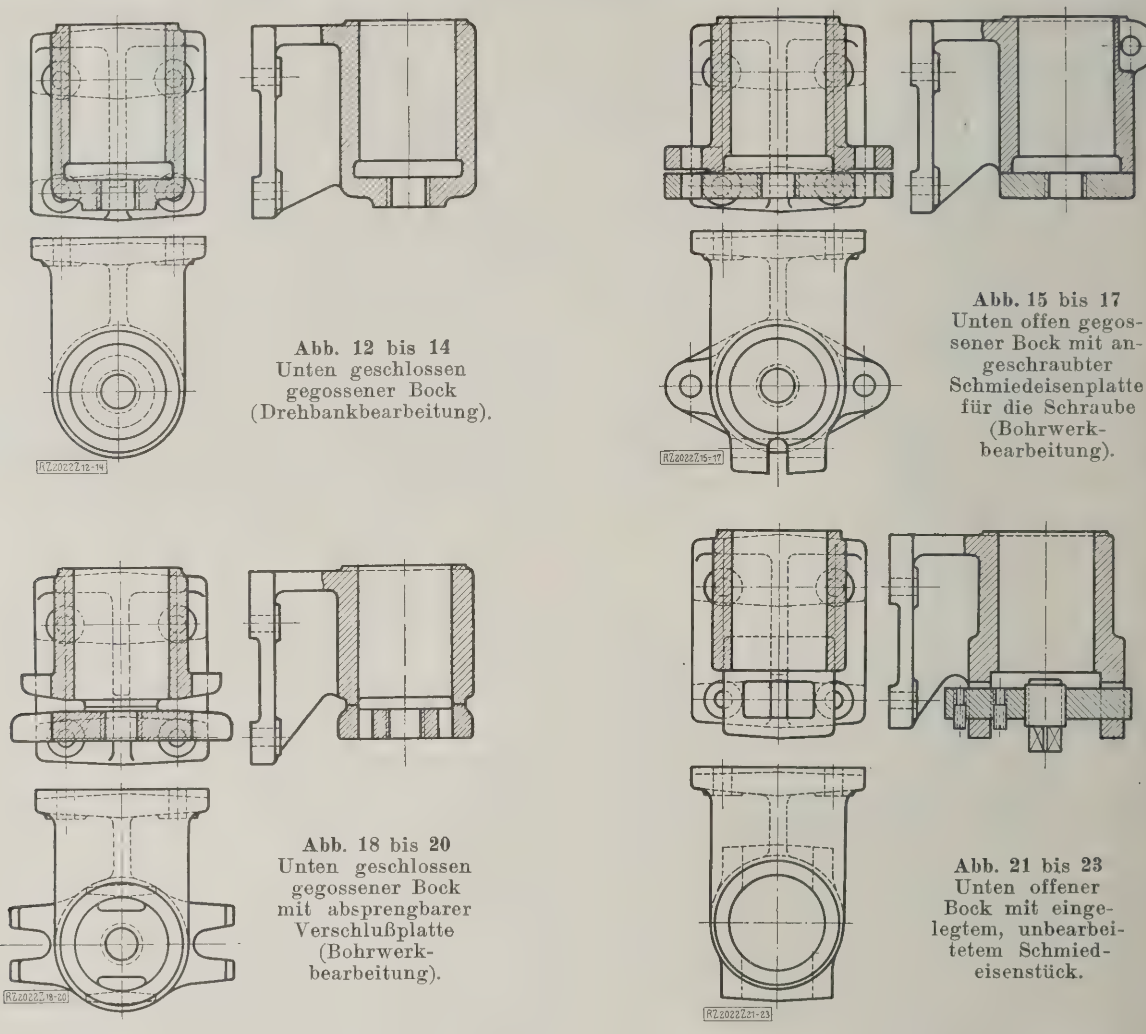


Abb. 12 bis 14 Unten geschlossen gegossener Bock (Drehbankbearbeitung).

Abb. 15 bis 17 Unten offen gegossener Bock mit angeschraubter Schmiedeisenplatte für die Schraube (Bohrwerkbearbeitung).

Abb. 18 bis 20 Unten geschlossen gegossener Bock mit absprengbarer Verschlußplatte (Bohrwerkbearbeitung).

Abb. 21 bis 23 Unten offener Bock mit eingelegtem, unbearbeitetem Schmiedeisenstück.

Abb. 12 bis 23. Verschiedene Lösungsmöglichkeiten der Aufgabe: Stützbock mit Nachstellschraube für einen zylindrischen Körper.

daß das Vermeiden von Fehlern nicht genügt. Man muß auch zur Wahl der richtigen Konstruktionswege erziehen. Dafür erscheint die Kritik verschiedener Konstruktionswege ein und desselben Stückes die beste Methode.

Das Gegenüberstellen verschiedener Konstruktionen erscheint ferner günstig für die Entwicklung der Konstrukteurphantasie. Der geniale Konstrukteur wird geboren; denn das Konstruieren ist eine Kunst. Aber darum bleibt immer noch der Erziehung ein sehr großes Feld. Sie vermag den Konstrukteur durch das Vertrautmachen mit den vielen Lösungswegen für ein und dieselbe Aufgabe elastischer, wendiger zu machen. Zugleich ermöglicht das Gegenüberstellen verschiedener Konstruktionen eine bessere Erziehung zur Beurteilung der Einzelkosten. Es lassen sich die Gegensätze zwischen der Form für die Einzelfertigung und der Form für das Massenstück herausarbeiten. Der Gegensatz zwischen der Herstellung aus Guß- und Schmiedeisen wird deutlich, die Ansprüche an den Genauigkeitsgrad können beleuchtet werden. Kurzum: Das Gegenüberstellen verschiedener Konstruktionen für ein und denselben Zweck bietet eine außerordentliche Fülle des Wertvollen.

Man könnte einwenden, die Fülle der Gesichtspunkte, nach denen entschieden werden muß, ist für den Lernenden, mag er Konstrukteur oder Schüler sein, zu groß; sie wird ihn verwirren. Dem muß zunächst entgegengehalten werden, daß die Konstrukteurerziehung das Gegeneinanderhalten der verschiedenen Einflüsse verlangt. Und dann ist folgendes zu bedenken: Die Fülle der Gesichtspunkte macht die Entscheidung nur theoretisch schwer. Es lassen sich praktisch Aufgaben von solcher Einfachheit und mit solcher Beschränkung stellen, daß die Gefahr einer Verwirrung verschwindet.

Ausbildung der werdenden Konstrukteure

Bei dieser Ausbildung ist eines von allergrößter W tigkeit: Der Lernende darf keine Vorbilder erhalten; muß gezwungen sein, frei zu entwerfen. Sobald der dende Konstrukteur in der Lage ist, ein Vorbild zu nutzen, wird er im guten Glauben an die Werkstattgere heit seines Vorbildes die Lösung seiner Aufgabe dan a u f z e i c h n e n und Überlegungen bezüglich Her lung zurückstellen. Er wird erst berechnen, dann zeichnen und ganz zuletzt den Herstellgang überden um danach vielleicht kleine Änderungen vorzunehmen.

Im Unterricht können nacheinander immer sch rere Aufgaben gestellt werden. Vom einfachen St — Böckchen, Hebel, Halter, Führung usw. — wird man zusammengesetzten Stücken und schließlich zu ganzen trieben gehen. Die für die erste Aufgabe gegebene dung „gußeiserne Konstruktion" wird gelockert. Es später „schmiedeiserne und gußeiserne Konstrukti vorgeschrieben. Die Bindung „Einzelstück" dann gelöst, „ein Stück oder 50 Stück" werden geschrieben. So läßt sich nacheinander immer mehr in Aufgabe hereinziehen, bis schließlich eine große An Gesichtspunkte gegeneinander abzuwägen ist.

Wie kann ein solcher Konstruktionsunterricht gebaut werden?

Das richtigste wäre, jeder Schüler bekäme eine sondere Aufgabe zum Durchkonstruieren nach mehr Richtungen, z. B. für Einzelfertigung, für die Ferti kleiner Reihen, als Massenstück, für eilige Lieferung (besserung), für sehr hohe Betriebsansprüche (hohe D zahl) und für geringe Betriebsansprüche (Handbetr für leichte Nachstellbarkeit usw., kurzum, für zwei

ei nach den verschiedenen Bestimmungsfaktoren abgewichene Forderungen. In dieser Weise wird man nicht ...en können.

So bleibt nur der eine Weg: einer größeren Anzahl von Schülern wird ein und dieselbe Aufgabe gegeben. Um von vornherein das Zustandekommen verschiedener Lösungen zu sichern, muß den Schülern einzeln oder gruppenweise eine Richtung vorgeschrieben werden, oder eine besondere Bedingung gestellt werden. Das geschieht bei der gemeinschaftlichen Besprechung der Aufgabe. Dabei werden die Konstruktionsforderungen festgelegt, die Lösungsmöglichkeiten erklärt und verteilt. Diese Besprechung geht schon in der Richtung „systematisch Lösungswege suchen".

Ein Beispiel mag diesen Vorgang erklären. Aufgabe: Schwinghebel und Lagerbock für eine nachstellbare Preßvorrichtung. — Es werden die Arten der Nachstellung (Keil, Schraube, Hebel, Exzenter usw.) und deren Lage (Verstellung an der Platte, Verstellung des Hebelstützpunktes, Verstellung des als Druckstange wirkenden Hebelarmes usw.) festgelegt. Weitere Unterschiede werden bestimmt: Der eine soll sein Böckchen für Drehbankarbeit konstruieren, der andre für Bohrwerkarbeit. Selbstverständlich wird dabei jedem Schüler freigelassen, einen eignen Lösungsweg zu gehen. Die Festlegung soll nur hindern, daß alle ein und denselben Weg verfolgen.

Die so gewonnenen Konstruktionen werden der ganzen Klasse gezeigt und gemeinsam besprochen. Jeder Schüler hat seine Konstruktion zu erklären und zu verteidigen; denn alle dürfen ihn angreifen. Das gibt die Erziehung zur Kritik. So wird die gemeinschaftliche Besprechung einer der Hauptteile bei der Erziehung der angehenden Konstrukteure.

Vielleicht ist es gut, wenn in diesem Zusammenhang ausdrücklich darauf hingewiesen wird, daß Schulzeichnungen vielfach falsch beurteilt werden. Den Erziehungswert sieht man keiner Zeichnung an. Sie gibt nur das Endergebnis.

Zusammenfassend

mag betont werden:

Es muß versucht werden, das Nachempfinden einzuschränken und den Konstruierenden zum stetigen Nachdenken der Herstellung zu zwingen. Dazu sollen die „Falsch—Richtig"-Zusammenstellungen dienen, die alte Gewohnheitsfehler aufdecken; dazu soll ferner die Gegenüberstellung verschiedener Lösungen und Lösungswege dienen, die den Wert der einzelnen Form im Verhältnis zu andern Formen klarlegen.

Der Wärmeübergang beim Kondensieren von Heiß- und Sattdampf

Von *M. Jakob* und *S. Erk*, Berlin

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt; Auszug aus der in den Forschungsarbeiten, Heft 310, abgedruckten Arbeit)

Die viel umstrittene Frage, ob sich zum Beheizen von Verdampfern und dergleichen kondensierender Heißdampf oder Sattdampf besser eigne, wird an dem einfachsten Fall des senkrechten, von Dampf durchströmten und außen gekühlten Rohres geprüft. Aus den Versuchsergebnissen kann man mit Hilfe eines „Gütegrad des Wärmeüberganges" genannten Vergleichsmaßes nachweisen, daß der Wärmeübergang bei Heißdampf im allgemeinen etwas größer ist. Dies stimmt mit Folgerungen aus der Nußeltschen Theorie der Oberflächenkondensation überein.

Obwohl das Kondensieren von Dampf eines der üblichten Arbeitsverfahren der Technik ist, weiß man recht wenig von dem Kondensationsvorgang. So streitet man immer noch darüber, ob es zweckmäßig sei, zum Beheizen von Verdampfern, Vorwärmern usw. überhitzten Dampf unverändert zu verwenden oder ob man ihn erst durch Einspritzen von Wasser in Sattdampf verwandeln soll[1]). Durch die uns bekannten Versuchsarbeiten[2]) ist diese Frage nicht mit Sicherheit entschieden worden, ja man hat noch nicht einmal ein brauchbares Vergleichsmaß für die Bewertung von Heiß- und Sattdampf als Wärmeträger gefunden[3]). Eine gut begründete Theorie der Oberflächenkondensation stammt von W. *Nußelt*[4]). Aus ihr hat zuerst *Stender*[5]) die Folgerung gezogen, daß kondensierter Heißdampf dem Sattdampf als Wärmeträger überlegen sei.

Da die *Nußeltsche* Theorie für den Fall strömenden Dampfes experimentell noch nicht geprüft ist, haben wir es unternommen, zunächst für einen möglichst einfachen Fall, den eines senkrechten Rohres, durch das Dampf von oben strömt, zu untersuchen, ob die Kondensation von Sattdampf oder von Heißdampf bezüglich des Wärmeüberganges günstiger verläuft. Von den hierbei gewonnenen vorläufigen Ergebnissen, die wir, dem Drängen der Praxis folgend, vor kurzem veröffentlicht haben[6]), soll einiges mitgeteilt werden. Wir beabsichtigen, die Versuche fortzusetzen und durch Änderung der Versuchsbedingungen (nach Größe, Lage und Art der Kühlflächen, Geschwindigkeit und Druck des Dampfes usw.) den Kondensationsvorgang weiter aufzuklären und die Berechnung von Kondensatoren und Wärmeaustauschern zu erleichtern. Hierzu werden noch sehr umfangreiche Arbeiten erforderlich sein, weil bei der Kondensation neben Wärmeleitung und Gas- und Flüssigkeitsströmungen auch Zustandsänderungen beteiligt sind.

Mittel für die Versuche haben uns die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der Verein deutscher Ingenieure zur Verfügung gestellt; beiden Körperschaften sei auch an dieser Stelle aufrichtig gedankt.

Versuchsverfahren

Unserm Versuchsverfahren liegt der Gedanke zugrunde, die vom Dampf in dem Versuchsrohr abgegebene Wärmemenge kalorimetrisch aus Menge und Temperaturzunahme des Kühlwassers zu bestimmen und gleichzeitig nicht nur Menge, Ein- und Austrittstemperatur des Dampfes, sondern auch die Temperatur der Rohrwand zu messen. Daß letzteres bei allen uns bekannten früheren Untersuchungen

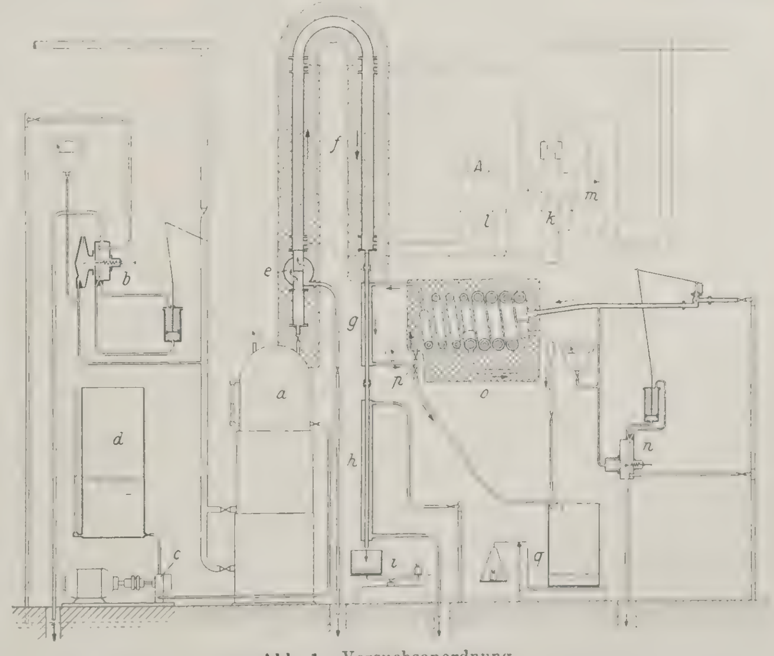


Abb. 1. Versuchsanordnung.
a Dampfkessel *b* Gasregler *c* Speisewasserpumpe *d* Speisewasserbehälter *e* Wasserabscheider *f* Überhitzer *g* Versuchsrohr *h* Kondensator *i* Waage *k*, *l* Schalter *m* Stufenwiderstand *n* Wasserregler *o* Wärmeaustauscher *p* Zweigventile *q* Waage

[1]) Vergl. z. B. *W. Stender*, Z. Bd. 69 (1925) S. 905.
[2]) *H. Claaßen*, Z. Bd. 46 (1902) S. 418; *F. Holmboe*, Dingl. Polyt. Journ. Bd. 324 (1909) S. 85 und Bd. 325 (1910) S. ...; *H. Jelineck*, Zeitschr. f. d. Zucker-Ind. in Böhmen Bd. 19 (1894) S. 79.
[3]) Vergl. z. B. „Power" Bd. 69 (1924) S. 160, 498 u. 917.
[4]) *W. Nußelt*, Z. Bd. 60 (1916) S. 541 u. 569.
[5]) *W. Stender*, „Die Wärme" Bd. 48 (1925) S. 485.
[6]) *M. Jakob* u. *S. Erk*, Forschungsarbeiten, Heft 310 (1928).

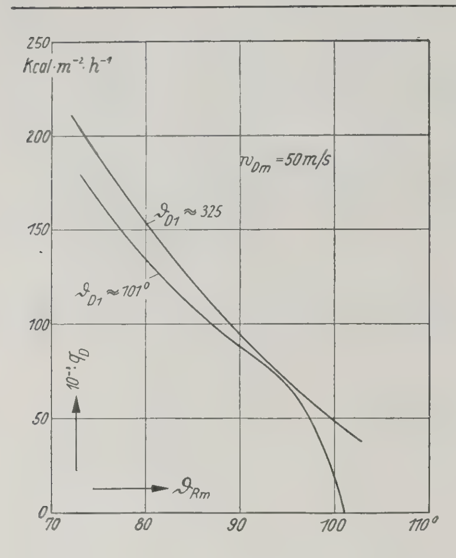


Abb. 2 Wärmeabgabe von Heiß- und Sattdampf, abhängig von der Wandtemperatur des Niederschlaggefäßes bei 50 m/s mittlerer Dampfgeschwindigkeit.

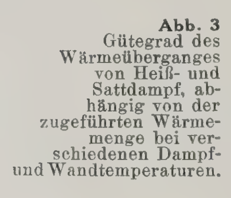
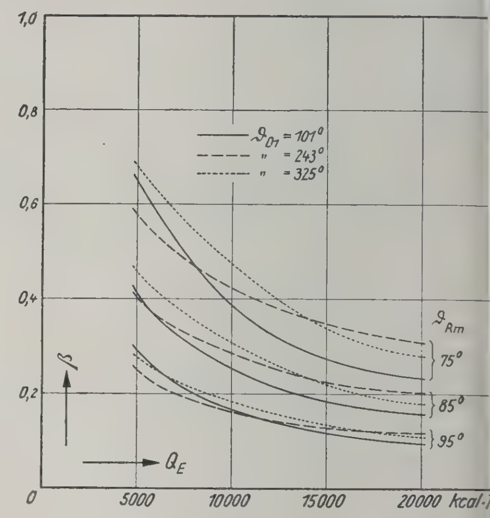


Abb. 3 Gütegrad des Wärmeüberganges von Heiß- und Sattdampf, abhängig von der zugeführten Wärmemenge bei verschiedenen Dampf- und Wandtemperaturen.



versäumt worden ist, scheint uns ein Hauptgrund für die geringen Erfolge dieser Versuche zu sein.

Ein senkrechtes Rohr, in dem innen der Dampf und an dem außen das Kühlwasser strömt, wählten wir, weil der Zylinder die einfachste und technisch wichtigste Übertragungsfläche ist und in senkrechter Anordnung aus Symmetriegründen die einfachste Gesetzmäßigkeit ergeben muß. Da wir außer dem Einfluß der Wandtemperatur auch den der Geschwindigkeit des stömenden Dampfes feststellen wollten, durften wir in dem Versuchsrohr nur einen Teil des Dampfes niederschlagen, um aus Ein- und Austrittsgeschwindigkeit mit hinreichender Annäherung eine mittlere Geschwindigkeit errechnen zu können. Den Rest des Dampfes mußten wir in einem zweiten Rohr niederschlagen, um die gesamte Menge des in das Versuchsrohr eintretenden Dampfes durch Wägen des Kondensats zu ermitteln.

Versuchsanordnung

Die Versuchsanordnung zeigt Abb. 1. Der Dampf wurde in einer Menge bis zu 40 kg/h einem kleinen Kessel *a* entnommen, dessen Heizgaszufuhr durch einen Strahlregler *b* mit Membransteuerung gleichgehalten wurde. Aus dem Kessel *a* strömte der Dampf durch den Wasserabscheider *e*, den elektrischen Überhitzer *f* und das Versuchsrohr *g* in den Kondensator *h*. Das Kondensat wurde mittels der Waage *i* gewogen. *k* und *l* sind Schalter, *m* ist ein Regelwiderstand für den Überhitzer *f*, *n* ein Strahlregler für das Kühlwasser.

Um die Versuche mit verschiedenen Wandtemperaturen durchführen zu können, mußten wir das Kühlwasser vor dem Eintritt in den Mantel des Versuchrsrohres erwärmen. Dazu diente ein von einer *Lindeschen* Luftverflüssigungsanlage stammender Gegenstromkühler *o*, in dem je nach der Einstellung der Ventile bei *p* mehr oder weniger erwärmtes Wasser strömte und dabei das Frischwasser erwärmte. Die Kühlwassermenge wurde dann mittels der Waage *q* festgestellt.

Das Versuchsrohr aus gezogenem Messing war 17 mm weit und von einem zweiten, 40 mm weiten Rohr umgeben. Durch den Zwischenraum strömte das Kühlwasser. Die Temperatur des Dampfes wurde unmittelbar vor und hinter der Meßstrecke durch Thermoelemente gemessen, die in Messingröhrchen eingeführt waren. Die Temperatur des Kühlwassers wurde im Ein- und Austrittsstutzen durch Thermometer bestimmt. Die Temperatur der 1 mm dicken Wand des Versuchsrohres wurde mit einem Thermoelement gemessen, das in einem an das Versuchsrohr angelöteten Messingröhrchen von 1,5 mm l. W. und 0,75 mm Wanddicke längs der ganzen Versuchstrecke verschoben werden konnte.

Versuchsergebnisse

Die Versuche ergaben, daß die vom Dampf an die gekühlte Wand abgegebene Wärmemenge in erster Linie von dem Unterschied zwischen Dampf- und Wandtemperatur und von der Dampfgeschwindigket abhängt. Für eine mittlere Dampfgeschwindigkeit von 50 m/s ist in Abb. 2 die stündlich auf 1 m² übergehende Wärmemenge q_D für Heißdampf von etwa 325 ° und Sattdampf von etwa 101 °, abhängig von der mittleren Wandtemperatur ϑ_{Rm} dargestellt. Hiernach ist bei gleicher Wandtemperatur die Wärmeabgabe von Heißdampf etwas größer als die von Sattdampf. Die beiden Linien sind jedoch auf gleiche Dampfgesch digkeit, also auf gleiches Dampf v o l u m e n, aber schiedene Dampf m a s s e in der Zeiteinheit bezo Würde dagegen gleiche Dampf m a s s e in der Zeitei als Bezugsgröße gewählt, so käme der bedeutende Ein der Dampfgeschwindigkeit (bezüglich dessen wir hier die ausführliche Behandlung im Forschungsheft 310 weisen müssen) nicht zum Ausdruck.

Ein einwandfreies und praktisch brauchbares gleichsmaß erhält man, wenn man die mit dem strömen Dampf an die Kühlfläche herangeführte Wärmemenge Vergleichsgrundlage wählt. Die denkbar größte Wä leistung Q_E (kcal/h) würde an die Wand übertragen, der gesamte Dampf kondensiert und das Kondensat auf Temperatur ϑ_{Rm} der Wand abgekühlt würde. Tatsäc wird nur eine kleinere Wärmeleistung Q_W (kcal/h) ü tragen. Das Verhältnis

$$\beta = \frac{Q_W}{Q_E}$$

nennen wir den „Gütegrad des Wärmeüberganges".

In Abb. 3 ist der Gütegrad β als Funktion der z führten Wärmemenge Q_E für verschiedene Wand- Dampftemperaturen dargestellt[7]). Für $Q_E = 0$ müßte, leicht einzusehen ist, $\beta = 1$ werden. Mit zunehmendem wird β bei gleicher Wandtemperatur immer kleiner, da den Wärmedurchgang behindernde Wasserhaut dabei di wird. Mit abnehmender Wandtemperatur steigt dagege bei gleicher Wärmezufuhr Q_E, weil sich von dem zuströ den Dampf an einer kälteren Wand mehr niederschlägt.

Weniger klar ist der Einfluß der Dampftempera Bei großem Q_E liegt β für Heißdampf höher als für dampf; bei kleinem Q_E aber kann Sattdampf günst werden. Welche Einflüsse hierbei eine Rolle spielen, ü sehen wir noch nicht.

Ein Vergleich unserer Versuchsergebnisse mit *Nußeltschen* Theorie hat diese in den Grundzügen stätigt; für genauere Berechnungen, namentlich bei driger Wandtemperatur, reicht sie aber nicht aus.

Bei einigen Versuchen lag die mittlere W temperatur über der Sättigungstemperatur des Dam Dabei zeigte sich, daß sich mit steigender Wandtemper auch beim Beginn des Siedens auf der Kühlwasserseite Wärmeübergang nicht sprunghaft ändert; dagegen kön Gasausscheidungen und Wandbelag auf der Seite der K flüssigkeit den Wärmedurchgang stark beeinflussen dürften in manchen Fällen an dem in der Praxis zuwe beobachteten schlechteren Wärmedurchgang bei Heißda schuld sein.

Zusammenfassung

Die beim Kondensieren von Satt- und Heißdampf gegebene Wärmemenge nimmt mit steigender W temperatur ab, mit steigender Dampfgeschwindigkeit Durch Einführung des Begriffes „Gütegrad des Wä überganges" läßt sich einwandfrei zeigen, daß der Wä übergang von kondensierendem Heißdampf im allgeme etwas besser ist als der von Sattdampf. [M 286

[7]) Die ausführliche Veröffentlichung (Forschungsheft 310) en mehrere Diagramme für verschiedene Wand- und Dampftempera

Der Stoßverlust an plötzlichen Erweiterungen in Rohren
beim Durchfluß von Gasen und Dämpfen

Von Prof. Dr.-Ing. WILHELM NUSZELT, München

Die Rechnung ergibt, daß der wirkliche Verlust bei Gasen kleiner ist als der nach der Carnotschen Formel für Flüssigkeiten berechnete, was durch Rückverwandlung von Reibungswärme in kinetische Energie erklärlich ist.

Die Versuche von *Schütt*[1]) haben die *Carnotsche* Formel über den Druckverlust, der beim Strömen von Wasser durch Rohrleitungen an einer plötzlichen Rohrerweiterung eintritt, recht gut bestätigt. Dies hat mich veranlaßt, den Strömungsverlust für elastische Flüssigkeiten auszurechnen und mit dem nach der *Carnotschen* Formel berechneten zu vergleichen.

Man kann bekanntlich mit Hilfe des Satzes vom Punkthaufen die *Carnotsche* Formel ableiten, wenn man annimmt, daß im Anfangsquerschnitt I, s. Abb. 1, des erweiterten Rohres derselbe statische Druck p_1 herrscht, wie im Mündungsquerschnitt des engen Rohres. Diese Annahme der Rechnung wird auch durch die Versuche von *Schütt* gut bestätigt. Es ist nun zu erwarten, daß diese Druckgleichheit im Querschnitt I auch beim Strömen von Gasen und Dämpfen durch eine solche Rohrerweiterung bestehen bleibt.

Es seien F_1 und F_2 die Querschnitte des engen und des weiten Rohres. Der Zustand des strömenden Gases im Endquerschnitt des engen Rohres sei gegeben durch w_1, P_1, T_1, v_1 und i_1. Der Zustand im erweiterten Rohr, der sich in einiger Entfernung von der plötzlichen Erweiterung, siehe den Querschnitt II in Abb. 1, einstellt, läßt sich dann durch die Auflösung der folgenden 5 Gleichungen nach w_2, P_2, T_2, v_2 und i_2 ermitteln.

Es gelten:

die Strömungsgleichung

$$i_1 + \frac{A\,w_1^2}{2\,g} = i_2 + \frac{A\,w_2^2}{2\,g} \quad \ldots\ldots (1)$$

nach dem Satz vom Punkthaufen

$$P_2 - P_1 = \frac{w_2}{g\,v_2}(w_1 - w_2) \quad \ldots\ldots (2)$$

die Kontinuitätsgleichung

$$\frac{w_1 F_1}{v_1} = \frac{w_2 F_2}{v_2} \quad \ldots\ldots (3)$$

die thermische Zustandsgleichung

$$v = \varphi(P, T) \quad \ldots\ldots (4)$$

und die kalorische Zustandsgleichung

$$i = \psi(P, T) \quad \ldots\ldots (5)$$

Diese fünf Gleichungen lassen sich näherungsweise, z. B. an der Hand eines *Mollierschen* *i-s*-Diagramms, auflösen. In ein solches, s. Abb. 2, sind durch die Punkte 1 und 2 die Zustände vor und nach dem Stoß in den Querschnitten I und II abgebildet. Wegen der Nichtumkehrbarkeit dieses Vorgangs muß die Entropie im Zustand 2 größer sein als die im Zustand 1. Läßt man das Gas nach der Erweiterung verlustlos, also adiabatisch, wieder auf den Anfangsdruck P_1 expandieren, so erhält man für diesen Zustand den Punkt 3 im Diagramm. Bezeichnet man die zum Zustand 3 gehörige Geschwindigkeit mit w_3, so gilt nach der Strömungsgleichung

$$i_1 + \frac{A\,w_1^2}{2\,g} = i_3 + \frac{A\,w_3^2}{2\,g} \quad \ldots\ldots (6).$$

Aus ihr folgt

$$\frac{A}{2\,g}(w_1^2 - w_3^2) = i_3 - i_1 \quad \ldots\ldots (7).$$

Es tritt also durch die Strömungsverhältnisse in der Erweiterung ein Verlust an kinetischer Energie im Werte von

$$Z = i_3 - i_1 \quad \ldots\ldots (8)$$

ein. In Zahlentafel 1 sind die Werte des Strömungsverlustes für den Anfangszustand $p_1 = 1$ at abs und $t_1 = 15°$ für das Erweiterungsverhältnis $F_2/F_1 = 2$ unter der Annahme,

Zahlentafel 1
Strömungsverlust für Luft
$p_1 = 1$ at abs, $T_1 = 288°\,K$, $\frac{F_2}{F_1} = 2$

w_1 m/s	w_2 m/s	Z kcal/kg	Z_{Car} kcal/kg	$100\,\frac{Z_{Car} - Z}{Z}$ vH
100	49,0	0,304	0,311	2,3
200	93,3	1,26	1,36	7,9
300	129	2,98	3,49	17,1
400	155	5,62	7,17	27,6
500	174	9,34	12,7	36,0
600	189	14,0	20,2	44,2
700	202	19,6	29,7	51,6
800	215	26,8	40,9	55,5
900	226	33,8	54,3	60,7
1000	236	41,6	69,8	67,8

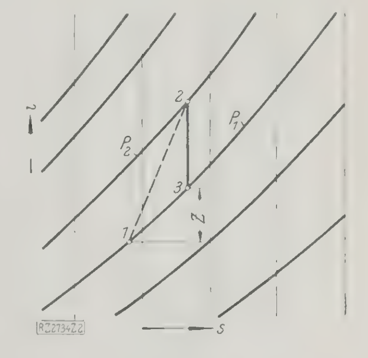


Abb. 2
Darstellung des Strömungsverlustes im *i-s*-Diagramm.

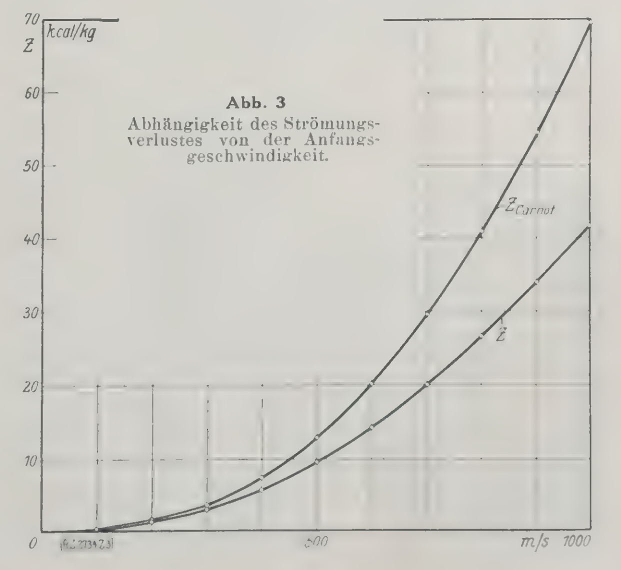


Abb. 3
Abhängigkeit des Strömungsverlustes von der Anfangsgeschwindigkeit.

[1]) *H. Schütt:* Versuche zur Bestimmung des Energieverlustes bei plötzlicher Rohrerweiterung, Mitteilungen des hydraulischen Institutes der Technischen Hochschule München 1926, Heft 1.

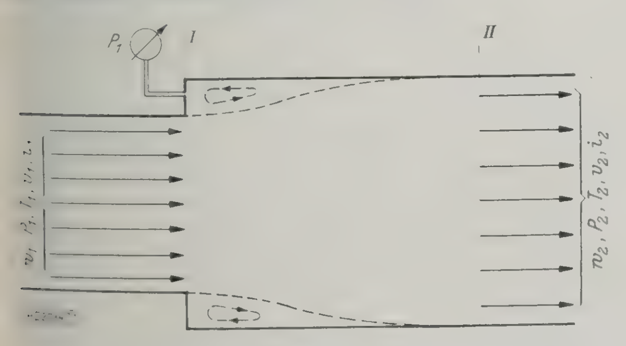


Abb. 1
Schema des Verlaufes der Strömung in der Erweiterung.

daß Luft durch die Erweiterung strömt, für wechselnde Anfangsgeschwindigkeiten w_1 eingetragen. Zum Vergleich ist noch der Wert der *Carnotschen* Formel

$$Z_{\text{Car}} = \frac{A}{2\,g}\,(w_1 - w_2)^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

angegeben. Z und Z_{Car} sind dann über w_1 in Abb. 3 aufgetragen. Man erkennt, daß der wirkliche Verlust bei Gasen kleiner ist als der nach der *Carnotschen* Formel berechnete, und zwar ist der Unterschied um so größer, je höher die Anfangsgeschwindigkeit w_1 ist. Es läßt leicht zeigen, daß für kleine Geschwindigkeitsänderu $Z = Z_{\text{Car}}$ wird.

Während bei Flüssigkeiten die ganze Reibungsa als Wärme erscheint, wird bei Gasen und Dämpfen Teil davon infolge der Ausdehnung durch diese Wä zufuhr wieder in kinetische Energie verwandelt. Des ist bei gleicher Geschwindigkeitsabgabe bei Gasen Dämpfen der Strömungsverlust durch die Erweite kleiner als bei Flüssigkeiten. [M 273

Der Busch-Schumann-Projektor, ein Ablesegerät für Brinellsche Kugeleindrücke

Es ist ein häufig empfundener Mangel der bisherigen Ausmeßverfahren für Kugeleindrücke, daß das Ablesen mit Meßlupen oder mit Mikroskopen bei der laufenden Betriebsüberwachung die Augen sehr anstrengt und ein verhältnismäßig häufiges Abwechseln der Leute notwendig macht. Wo nicht ganz besonders günstige Lichtverhältnisse vorliegen, kann man ohne künstliche Beleuchtung mit allen ihren Umständlichkeiten und Störungsquellen nicht auskommen. Nach mannigfachen Versuchen ist es gelungen, in dem Busch-Schumann-Projektor, Abb. 1, ein Ablesegerät auszubilden, das die Arbeitschnelligkeit erhöht und die Augen viel weniger ermüdet.

Das von der Lichtquelle *a*, einer kleinen Sonderglühlampe, durch die Linsen *b* tretende Lichtbündel wird durch das Prisma *c* und das spiegelnde Glasplättchen *d* nach unten auf die zu prüfende oder zu messende Oberfläche geworfen. Das Objektiv *e* bildet nun diese äußerst stark beleuchtete Fläche in zehnfacher Vergrößerung auf der mit Kreuzteilung versehenen Mattscheibe *f* ab, die zur Aufhellung des Bildes noch eine plankonvexe Linse trägt, während eine Lichtschutzhaube *g* störendes Seitenlicht abhält. Das Rohrstück *h*, das die Glühlampenfassung trägt, ist nach Lösen der Rändelschraube *i* zur etwa erforderlichen Einstellung des Lampenlichtpunktes im Gehäusedeckel verstellbar; der Deckel selbst wird durch eine Rändelschraube *k* in seiner Lage gehalten. Die Lampe *a* und die Linsen *b* sind in ein Gehäuse eingebaut, das mit dem unteren, für die Beobachtung bestimmten Rohrteil *l* vereinigt ist. Der Gewindestutzen *m* verbindet das untere Rohrteil mit dem Oberteil, das oben den drehbar angeordneten, abnehmbaren Mattscheibenrahmen *f* hält, der durch die Schraube *n* in jeder Stellung festgeklemmt werden kann.

Bei photographischen Aufnahmen entfernt man den Mattscheibenrahmen und tauscht ihn gegen einen besonderen Kassettenrahmen aus. Mittels eines besonderen Winkelansatzes kann man auch an den inneren Wandungen zylindrischer Hohlkörper mit dem Projektor Messungen oder Prüfungen vornehmen. Lichtschutzhaube und Photokassettenrahmen passen selbstverständlich auch dann auf den Winkelaufsatz. Die Mattscheibe trägt eine Kreuzteilung von 0 bis 6 mm, die Teilstrichentfernung beträgt $^1/_{10}$ mm; bei jeder Scheibenstellung lassen sich zwei Messungen senkrecht zueinander machen, ohne das Gerät drehen zu müssen. Ein Handgriff an der Seite des Gehäuses dient nur zum Ablegen des Gerätes, er kann auch abgeschraubt werden, um das Gerät an einem Stativ oder dergl. befestigen zu können.

Da die kleine Glühlampe nur für 12 V Spannung eingerichtet ist, schaltet man bei Gleichstrom einen Vorschaltwiderstand, bei Wechselstrom auch einen Transformator vor. Die Vorschaltgeräte sind der vielseitigen Verwendung halber

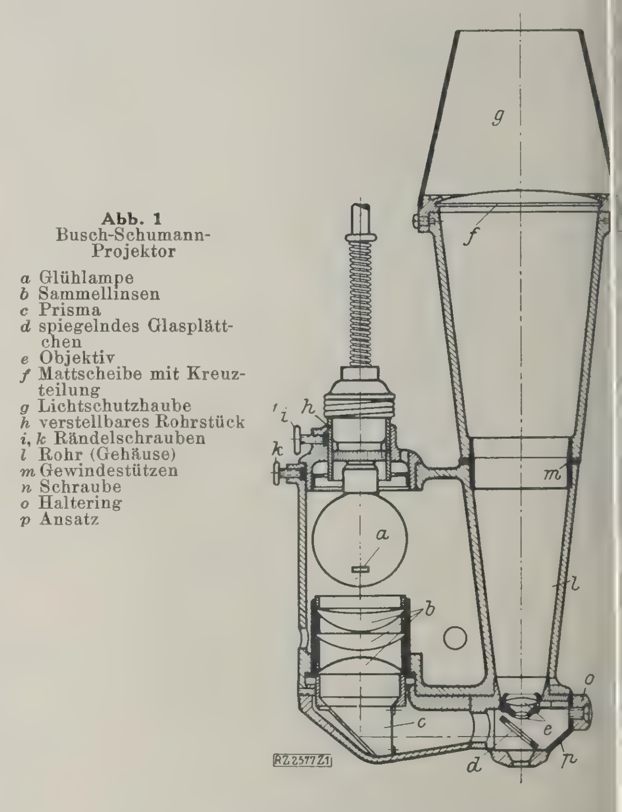


Abb. 1
Busch-Schumann-Projektor

a Glühlampe
b Sammellinsen
c Prisma
d spiegelndes Glasplättchen
e Objektiv
f Mattscheibe mit Kreuzteilung
g Lichtschutzhaube
h verstellbares Rohrstück
i, *k* Rändelschrauben
l Rohr (Gehäuse)
m Gewindestützen
n Schraube
o Haltering
p Ansatz

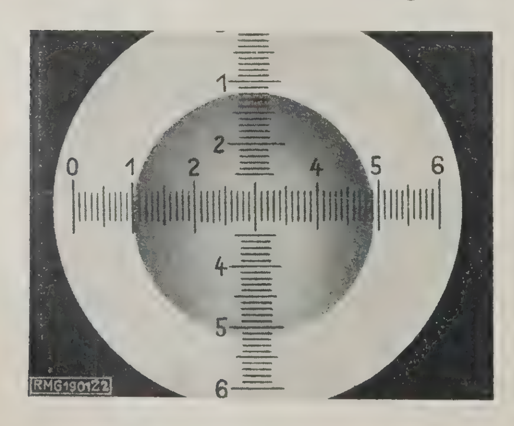


Abb. 2
Bild des Kugeleindruckes auf der Mattscheibe.

für drei verschiedene Spannungen eingerichtet. Bei Glei strom wird die Überspannung in dem Vorschaltwiderst vernichtet.

Mit der rechten Hand umfaßt man den unteren Hal ring *o*, während die linke Hand den oberen Teil Rohres *l* hält. Dann setzt man das Gerät mit der Öffnu des Ansatzes *p* auf die zu prüfende ebene Oberfläche un gelindem Druck so auf, daß der schmale Gummiring der Ansatzöffnung in seiner ganzen Fläche auf dem We stück fest anliegt. Bei senkrechter Lage der Rohrachse Prüffläche wird dann das Bild des Kugeleindruckes gleichmäßiger Schärfe auf der Mattscheibe erschein Abb. 2.

Um den Durchmesser der Eindrücke auszumess schiebt man zunächst den Randkreis an die Nullinie einen Teilung heran, liest ab und verfährt ebenso auf d andern Teilung. Bei sehr kleinen Eindrücken empfiehlt sich, nicht an die Nullinie heranzugehen, sondern mehr der Mitte von irgend einem andern Teilstrich aus die M sung vorzunehmen. Da das Werkstück bei dem Projekt normal zur Meßfläche beleuchtet wird, so erscheint der Me rand auch bei Aufwulstungen oder Einsenkungen der Kug eindrücke stets scharf, sofern die Unterschiede nicht all groß sind, was aber erfahrungsgemäß selten der Fall i Sollte dies jedoch öfters vorkommen, so besteht die Möglic keit durch einen verstellbaren Meßring mit Zehntelteilu auch Ablesungen an unebenen Flächen vorzunehmen. Verstellbarkeitsbereich beträgt 1 mm und reicht für alle v kommenden Fälle aus.

Die richtige Anzeige kann man durch einen Vorschrau ring mit zwei Lochblenden, deren Kontrollbohrungen (2 u 5 mm) mit einem Komparator auf 0,001 mm Genauigkeit prüft sind, jederzeit nachprüfen. [M 2577]

Schweinfurt. *Döhmer.*

RUNDSCHAU

Elektrotechnik

Gleichstrom-Doppelmaschinen für 12 000 kW

Die Norsk-Hydro-Gesellschaft, die in ihren Anlagen in Rjukanfos, Norwegen, bisher stickstoffhaltige Erzeugnisse nach dem Verfahren von *Birkeland* und *Eide* herstellte, ist neuerdings zu dem Verfahren von *Haber* übergegangen. Hierbei erhält man Ammoniak durch Synthese von Wasserstoff mit Stickstoff, der nach dem Verflüssigungsverfahren aus der Luft gewonnen wird. Den Wasserstoff will man auf elektrolytischem Wege herstellen. Der hierzu notwendige Gleichstrom wird in dem Kraftwerk Vemork in Rjukanfos erzeugt, in dem bisher elf Drehstromerzeuger von je 17 000 kVA aufgestellt waren, die bei dem früheren Verfahren zur Speisung der elektrischen Flammenbogenöfen dienten. Die Drehstromerzeuger werden unter Beibehaltung der vollständigen Wasserkraftanlage durch Gleichstrom-Doppelmaschinen, bestehend aus je zwei Gleichstromerzeugern von je 6000 kW bei 250 U/min ersetzt. Drei derartige Maschinensätze wurden von der Norsk Hydro-Gesellschaft der AEG in Auftrag gegeben.

Die beiden Gleichstrommaschinen stehen auf einer gemeinsamen Grundplatte; sie sind für ununterbrochenen Tag- und Nachtbetrieb bestimmt. Zur Erhöhung der Betriebsicherheit wurde die höchstzulässige Erwärmung bei einer Belastung mit 12 000 kW und 505 V, entsprechend 23 800 A, mit 45 ° vorgeschrieben. Darüber hinaus wurde verlangt, daß die Maschinen auch mit 470 V und 26 000 A oder 540 V und 22 200 A in Betrieb gehalten werden können unter Zulassung einer Temperaturzunahme in den in den Regeln für die Prüfung elektrischer Maschinen (REM) vorgeschriebenen Grenzen. Die Abnahmeprüfung ergab, daß nicht nur diesen Temperaturbedingungen über das erforderliche Maß hinaus entsprochen, sondern daß auch der vereinbarte Wirkungsgrad von 94,1vH wesentlich überschritten wurde.

Die Maschinen gehören, was ihre Leistung anbelangt, zu den größten bisher gebauten Gleichstrommaschinen. Abb. 1 zeigt einen Maschinensatz im Prüffeld der AEG. Die Kollektoren liegen innen und können von einer Treppe mit Bedienungsgang beobachtet werden. Die Lager haben Spülschmierung, das Öl wird in einem besonderen Behälter rückgekühlt. Zur Vermeidung von übermäßigem Geräusch und zu starker Erwärmung des Maschinenhauses sind die Maschinen bis auf den Kollektor gekapselt. Zur Belüftung dienen außerhalb des Maschinenraumes aufgestellte Lüfter. Die Welle ist dreiteilig; jeder Anker kann einzeln ausgetauscht werden.

Abb. 2 zeigt den bis auf die Bandagierung der Wickelköpfe fertiggestellten Anker. Die Kommutatorsegmente sind unterteilt, die beiden Teile eines Segmentes sind durch nachgiebige Zwischenglieder miteinander verbunden. Um bei der größten Umfangsgeschwindigkeit des Ankers von 100 m/s den Armstern des Ankers von der Fliehkraft des in Schwalbenschwänzen festgehaltenen Blechkranzes und von den Zusatzspannungen durch Erwärmung frei zu halten, sind mehrere Ringe aus Siemens-Martin-Stahl auf den Armstern aufgeschrumpft, die die von dem Blechkranz ausgeübten Kräfte aufnehmen. Die fertigen Anker wurden in der Schleudergrube mit der vorgeschriebenen Durchgangsdrehzahl von 480 U/min geprüft. [M 2651] *Lewinnek*

Freiluft-Trennschalter für 220 kV

Für Freiluft-Schaltwerke in 220 kV-Netzen baut das Sachsenwerk, Niedersedlitz, Trennschalter, Abb. 3, bei denen der mittlere Isolator, der das Schaltmesser trägt, drehbar ist. Die Isolatoren bestehen aus je vier Teilen, von denen die oberen einen kleineren Durchmesser haben als die unteren. Die Gesamthöhe der Isolatoren beträgt 3,25 m; sie halten 650 kg Spitzenzug und ein Drehmoment von 1400 mkg aus. Bei niedriger Frequenz und Trockenheit beträgt die Überschlagspannung 770 kV, bei Regen und Nebel 694 kV, liegt also noch wesentlich über der vom Verband Deutscher Elektrotechniker vorgeschriebenen Grenze von 650 kV. Bei 20 000 Hertz beträgt die Trockenüberschlagspannung 730 kV, bei Nebel und Regen 710 kV. Die Überschlagspannung bei Stoßbeanspruchung liegt bei 940 kV.

Wegen der Aufstellung im Freien ist der Trennschalter mit einer Eisbrechvorrichtung versehen, damit das Schaltmesser in den Kontakten nicht festfriert. Zu diesem Zweck

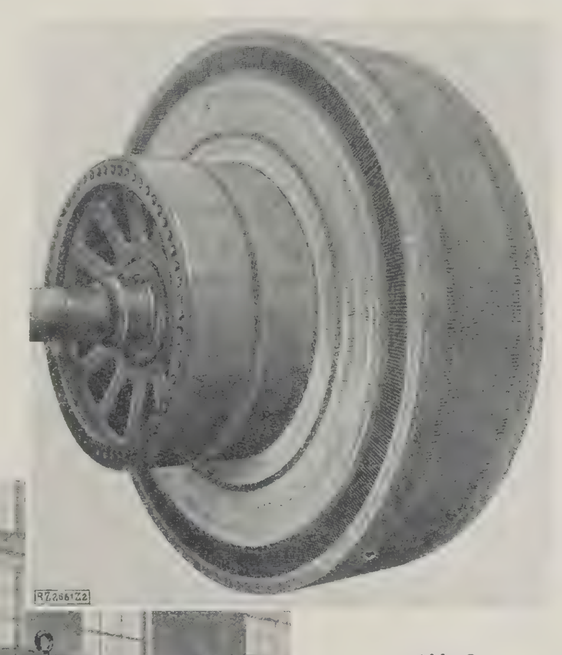


Abb. 2
Anker eines der Gleichstromerzeuger nach Abb. 1.
(Die Wickelköpfe sind noch nicht bandagiert.)

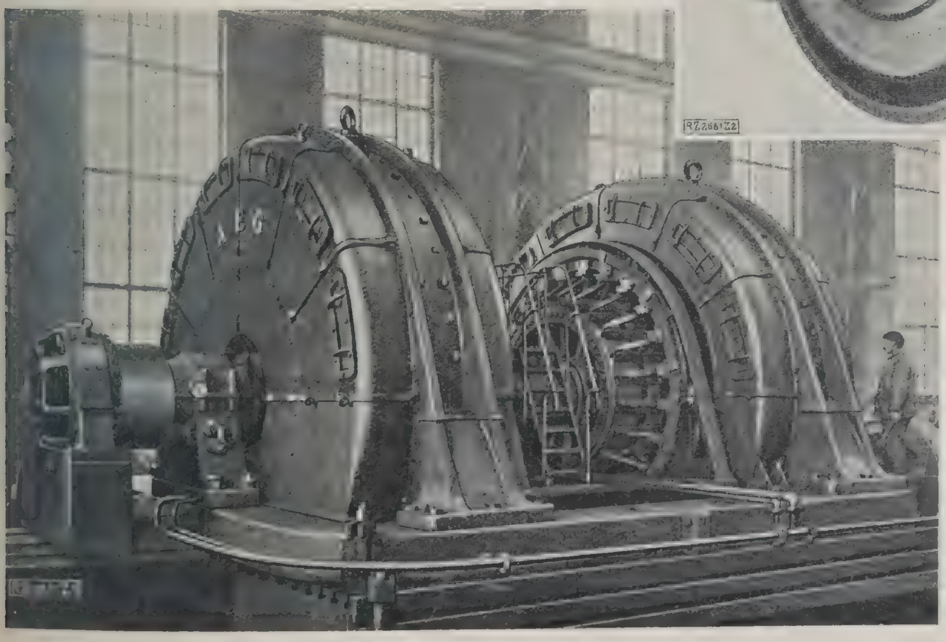


Abb. 1
Gleichstrom-Doppelmaschine für 12 000 kW, 22 200 bis 26 000 A bei 250 U/min für das Stickstoffwerk Rjukanfos (Kraftwerk Vermork) in Norwegen.
Aufnahme im Prüffeld der AEG, Berlin.

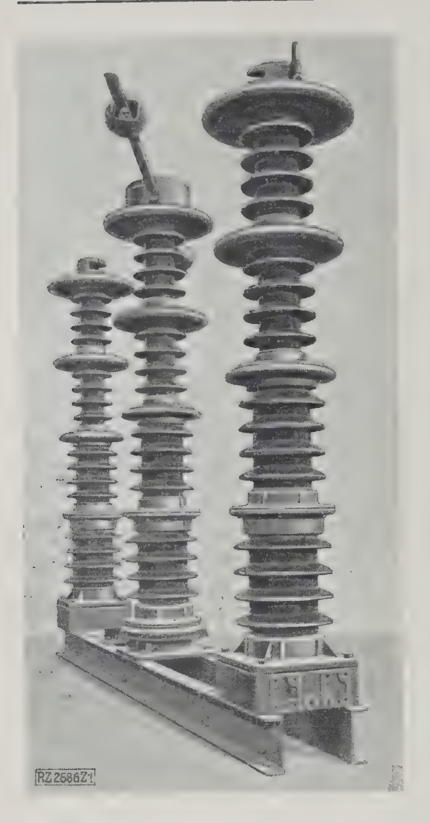


Abb. 3
Freiluft-Trennschalter für 220 kV mit Eisbrechvorrichtung an den Messern. Überschlagspannung 694 bis 770 kV bei Trockenheit.

sind die Enden des Messers mit dem Mittelstück gelenkig und federnd verbunden, so daß sie beim Ausschalten um einen bestimmten Winkel abknicken können. Die Gleitbewegung, die die Messerenden infolgedessen in den Kontakten ausführen, sprengt das Eis ab. Unterstützt wird diese Wirkung durch begrenzten Leergang des drehbaren Isolators, der die Ausschaltbewegung mit einem Ruck beginnen läßt. [M 2686] *Pa.*

Werkstoffe

Feststellung der Dämpfung von Porzellan mittels der Drehausschwingungsmaschine

In dieser Zeitschrift[1]) habe ich über Versuchsergebnisse berichtet, die auf einer Verdrehungsausschwingmaschine erhalten wurden. Es ist die verhältnismäßige Dämpfungsfähigkeit ψ in Abhängigkeit von der Randverformung γ_0 festgestellt worden. Die Versuchsanordnung bestand aus dem Probestab *a*, der an einem Ende *b* festgehalten wurde und der am andern Ende *c* eine Schwungmasse trug. Die Schwungmasse wird verdreht und plötzlich losgelassen. Stab und Schwungmasse führen dann abklingende Schwingungen aus, bei denen die Schwingungsenergie *A* während einer Schwingung um den Betrag ΔA abnimmt. Unter der Voraussetzung, daß die Schwingungen nur unter dem Einfluß der Werkstoffdämpfung des Stabes *a* abnehmen, ist die Werkstoffdämpfung $\psi = \frac{\Delta A}{A}$. Die Randformänderung γ_0, von der die Dämpfung ψ abhängig ist, ist gleich der Randspannung τ_0 geteilt durch den Gleitmodul *G*.

In Abb. 4 ist die Spannung τ in Abhängigkeit von der Formänderung γ aufgetragen. Der Gleitmodul $G = \frac{\tau}{\gamma}$ beträgt etwa 300 000 kg/cm². Bei einer Schwingung wird von jeder Faser im Spannungs-Formänderungsdiagramm eine Kurve durchlaufen, deren Flächeninhalt *d* gleich ΔA ist. Die bezogene Formänderungsarbeit *A* in der äußersten Lage wird in Abb. 4 durch die Fläche *e* wiedergegeben. In Abb. 4 ist $\psi = \frac{d}{e}$.

An der angegebenen Stelle[1]) habe ich unter Abb. 4 Dämpfungskurven (ψ-γ_0-Kurven) für verschiedene Werkstoffe wiedergegeben. U. a. war auch Porzellan untersucht worden, das dem Laboratorium für diese Versuche von den Hermsdorfer Porzellanfabriken zur Verfügung gestellt worden war. Bei den uns ursprünglich übersandten Probestäben waren die beiden Einspannenden *f* und *g* des Probestabe[s], Abb. 5 und 6, nicht bearbeitet und deshalb verhältnismä[ßig] uneben. Die Probestabenden wurden unter diesen Umst[än]den von den Einspannbacken der Maschine nicht glei[ch]mäßig festgehalten, so daß kleine Bewegungen in den E[in]spannenden während der Ausschwingung auftraten. Di[e] kleinen Bewegungen haben, wie nachträglich festgest[ellt] wurde, beträchtliche Energiemengen verzehrt und eine E[nt]stellung der Ergebnisse zur Folge gehabt. Die Hermsdor[fer] Porzellanfabriken haben auf meine Bitte hin neue Probest[äbe] hergestellt, bei denen die vorgeschriebenen Maße genau e[in]gehalten und die Probestabenden *f* und *g* tadellos eben [ge]schliffen worden waren. Mit diesen Probestäben haben [wir] neue Versuche angestellt und wesentlich gering[ere] Dämpfungswerte, namentlich bei größerem Ausschlagwin[kel] erhalten, als mit den ursprünglich gelieferten Stäben.

In Abb. 7 ist die gestrichelte Kurve aus Abb. 4 mei[ner] genannten Veröffentlichung übernommen worden. Die d[rei] ausgezogenen Dämpfungskurven sind nachträglich an d[en] verschiedenen Probestäben aufgenommen worden, die in [der] genannten Weise mit besonderer Sorgfalt hergestellt wor[den] waren. Wie man sieht, ist z. B. bei $\gamma_0 = 0{,}0004$ die Dämpfu[ng] bei den einwandfrei hergestellten Probestäben nicht [...] Viertel von dem fälschlicherweise ermittelten Wert der [ur]sprünglich hergestellten Porzellanstäbe. Die damals n[...]

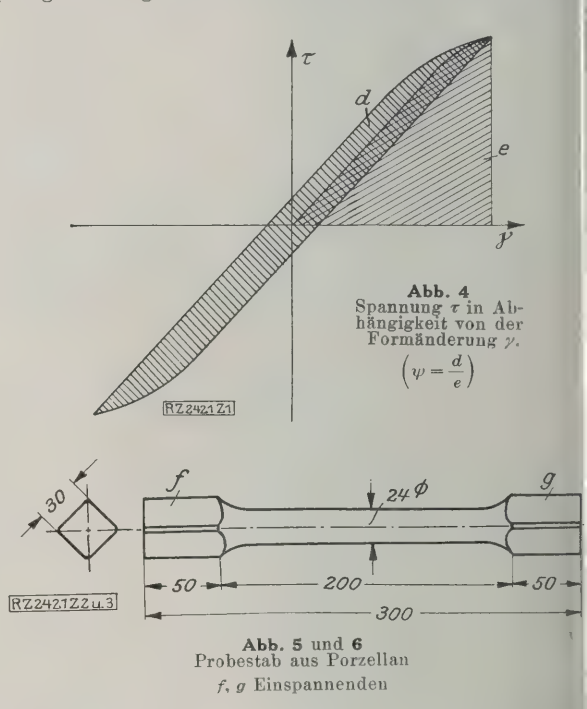


Abb. 4
Spannung τ in Abhängigkeit von der Formänderung γ.
$\left(\psi = \frac{d}{e}\right)$

Abb. 5 und **6**
Probestab aus Porzellan
f, g Einspannenden

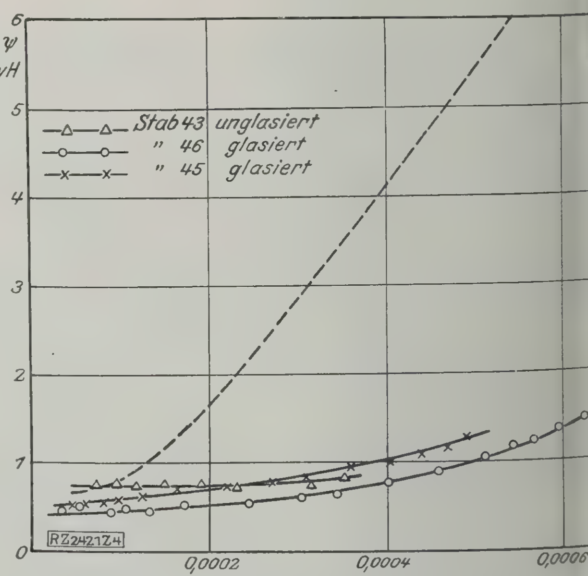


Abb. 7
Kurven der verhältnismäßigen Dämpfung von Porzellan.

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1923.

geteilten Dämpfungswerte für Porzellan waren also viel zu hoch ausgefallen; sie erfahren durch Abb. 7 eine wesentliche Berichtigung.

Von den drei neuerdings zur Untersuchung gekommenen Stäben war der eine (43) unglasiert und die beiden andern (45 und 46) glasiert. Die Glasur hat auf die Dämpfung nur geringen Einfluß, was bei der geringen Dicke der Glasur (etwa 0,4 mm bei einem Stab von 24 mm Dmr.) nicht zu verwundern ist. Die Glasur hat aber zur Folge, daß der Stab stärker beansprucht werden kann, ohne zu Bruch zu gehen. Die Dämpfungskurve für den unglasierten Stab konnte nur bis zum Werte 0,000 35 aufgenommen werden, da der unglasierte Stab beim Überschreiten dieser Grenze zerbrach. Von den glasierten Stäben konnte der eine bis zu einer Randformänderung 0,000 48 und der andre sogar bis 0,000 62 beansprucht werden, ohne daß Bruch auftrat. Für die Festigkeit des Porzellans ist also die Glasur trotz ihrer geringen Dicke sehr wesentlich.

Die vorstehenden Ausführungen lassen erkennen, wie unsicher die Dämpfungsbestimmung mit Hilfe der Ausschwingmaschine heute noch bei dynamisch spröden, d. h. wenig dämpfungsfähigen Stoffen ist. Es ist naheliegend, die Frage aufzuwerfen, ob unter diesen Umständen die Dämpfungsbestimmung auf der Ausschwingmaschine Wert für die Praxis hat, selbst wenn man die Probestäbe besonders sorgfältig herstellt, oder ob man nicht damit rechnen muß, daß auch vielleicht bei den jetzt mitgeteilten Ergebnissen noch große Fehler vorhanden sind. Dem ist entgegenzuhalten, daß man bei Nichtmetallen keine Dämpfungsbestimmung mit Hilfe der einwandfreie Ergebnisse liefernden Dauerdrehschwingmaschinen anstellen kann. Man ist deshalb bei diesen Stoffen, wenn man überhaupt ihre Dämpfung ermitteln will, auf das Ausschwingverfahren angewiesen. Die Dämpfungsermittlung mit Hilfe des Ausschwingverfahrens ist ferner für Porzellanstäbe besonders ungünstig, weil die Dämpfung sehr gering ist. Wenn man statt des Porzellanstabes einen Stab z. B. aus einem Kunstharz verwendet, so ist die Werkstoffdämpfung ein Vielfaches von dem Betrag, den man für Porzellan erhält, während die Versuchsfehler in beiden Fällen die gleichen bleiben. Der verhältnismäßige Fehleranteil ist deshalb bei dämpfungsreichen Stoffen viel geringer als bei dem besonders dämpfungsarmen Porzellan.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Ausschwingversuchen, die man etwa an verschiedenen Stahlsorten anstellen kann. Wenn man Stäbe aus gehärtetem Kugellagerstahl im Anlieferzustand untersucht, erhält man nach der Arbeit von *E. Pertz*[2]) ψ-Werte unter 2 vT. Für normale Baustähle erhält man dagegen ψ-Werte, die zehn- bis hundertmal so groß sind. Selbst wenn also im ersten Fall der Fehler bei der Bestimmung von ψ 50 vH betragen würde, so wäre er im letzteren Falle höchstens noch 5 vH. Aus den besonders kleinen Werten für ψ, die bei dynamisch spröden, d. h. wenig dämpfungsfähigen Stoffen erhalten werden, erkennt man also, daß die Dämpfungsbestimmung auf der Ausschwingmaschine bei dynamisch zähen Baustoffen mit verhältnismäßig geringen Fehlern behaftet ist. [M 2421]

Braunschweig *O. Föppl*

[2]) *E. Pertz*, „Die Bestimmung der Baustoffdämpfung nach dem Verdrehungsausschwingverfahren", Sammlung Vieweg, Heft 91, 1928.

Über das Monel-Metall

Da das Monel-Metall jetzt in den verschiedenartigsten Industriezweigen Verwendung findet und immer mehr an Bedeutung gewinnt, soll im folgenden über einige Arbeiten berichtet werden, die dessen Eigenschaften behandeln. Das Monel-Metall ist eine Naturlegierung, die aus etwa 67 vH Nickel, 28 vH Kupfer und 5 vH Eisen und Mangan, sowie Spuren von Kohlenstoff und Silizium besteht. Die Zusammensetzung der einzelnen Monel-Metallproben schwankt um mehrere Hundertteile. Die innige Vermischung der Hauptbestandteile, Nickel und Kupfer, ist bereits in den Erzen vorhanden, wie sie vor allem in Kanada und auch in den Vereinigten Staaten gefunden werden.

Zunächst ist von *A. Schulze*[1]) eine Reihe physikalischer Eigenschaften des Monel-Metalls untersucht worden, und zwar handelt es sich um den elektrischen Widerstand, die Thermokraft, die thermische Ausdehnung und die Längenänderung im Magnetfeld harter und weicher Proben. Ferner hat *A. Kußmann*[2]) die Magnetisierungsintensität und die Temperaturabhängigkeit der Magnetisierung bestimmt und endlich ist von *A. Schulze*[3]) in einer zusammenfassenden Arbeit über die gesamten physikalischen und che-

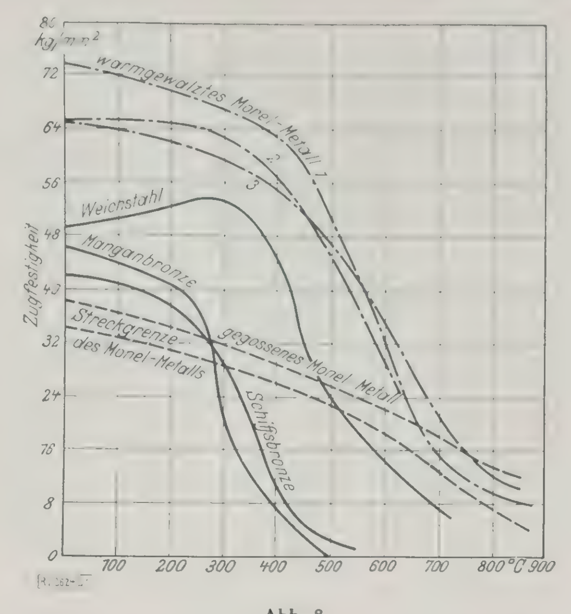


Abb. 8
Die Abhängigkeit der Zugfestigkeit von der Temperatur bei Monel-Metall und andern Metallen.

mischen Eigenschaften, sowie über die Festigkeitseigenschaften, die Mikrostruktur und die Bearbeitung des Monel-Metalls berichtet worden.

Von den physikalischen Eigenschaften ist zunächst der elektrische Widerstand beachtenswert. Hierbei ergab sich, daß von dem weichen Metall ein Draht von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt einen Widerstand von rd. 0,46 Ω bei Zimmertemperatur hat, während bei hartem Metall der Widerstand 0,48 Ω beträgt. Die Widerstandstemperaturzahl beträgt 1,5 bis 2 vT in diesem Temperaturgebiet. Der spezifische Widerstand ist somit sehr hoch und nahezu ebenso groß wie der des Manganins. Oberhalb 100° bis etwa 1000° beträgt die Temperaturzahl nur etwa 0,4 vT. Das plötzliche Umbiegen der Widerstandskurve bei 100° ist sehr wahrscheinlich auf den an dieser Stelle liegenden Curie-Punkt zurückzuführen. Auf Grund dieses günstigen elektrischen Verhaltens hat man das Monel-Metall häufig für elektrische Heizkörper verarbeitet. Die Wärmeleitfähigkeit beträgt etwa 6 vH von der des Kupfers.

Was die magnetischen Eigenschaften anbetrifft, so zeigt sich, daß es bei Zimmertemperatur schwach magnetisch ist. Das harte Material hat eine geringere Magnetisierungsintensität als das weiche. Mit zunehmender Temperatur nimmt die Magnetisierung ab, bis es etwa in der Nähe von 100° unmagnetisch wird. Der magnetische Zustand ist umkehrbar, d. h. bei Abkühlung wird das Monel-Metall wieder magnetisch.

Parallel mit dem Absinken des Curie-Punktes bei den Nickel-Kupferlegierungen sinkt auch der magnetische Sättigungswert $4\,\pi\,I\,w$. Er beträgt beim Nickel 6200 und beim Monel-Metall in weichgeglühtem Zustande nur noch etwa 1500. Die Koerzitivkraft liegt je nach der thermischen Behandlung zwischen 0,1 und 0,3 Gauß; bei einem kaltgereckten Stabe betrug sie sogar 1 Gauß.

Für die Anfangspermeabilität, die heute besonders in der Fernsprechtechnik von großer Wichtigkeit ist, ergaben sich bei von 600° langsam abgekühltem Metall $\mu_0 = 1100$, bei abgeschrecktem $\mu_0 = 200$. Die Anfangspermeabilität erreicht mit 1100 etwa den vierfachen Wert des Stahles. Die Verkleinerung der Magnetisierbarkeit des Monel-Metalls durch Abschrecken ist eine sehr sonderbare Erscheinung und bedarf noch der Aufklärung. Sie hat vielleicht ihren Grund darin, daß durch den Abschreckvorgang entweder die Menge oder die Zusammensetzung des magnetisierbaren Metalles sich geändert hat.

Thermoelektrisch ist Monel-Metall positiv gegen Kupfer, und zwar beträgt die Thermokraft (kalte Lötstelle auf 0°) bei 100° 2,9 mV und bei 500° 16,9 mV. Das spezifische Gewicht beträgt 8,8, das Schwindmaß etwa 2 vH. Für ein Monel-Metall mittlerer Zusammensetzung läßt sich die thermische Ausdehnung $\left(\Delta l \text{ in } \frac{\text{mm}}{\text{m}} \text{ und } \tau = \frac{t}{100}\right)$ durch die Gleichung:

$$\Delta l = 1{,}41\,\tau + 0{,}033\,\tau^2$$

[1]) Z. f. Metallkunde Bd. 20 (1928) S. 403.
[2]) Z. f. Metallkunde Bd. 20 (1928) S. 406.
[3]) Gießerei-Zeitung Bd. 25 (1928) S. 697.

darstellen, d. h. die lineare Ausdehnungszahl zwischen 20 und 100 ° ist $\beta = 14{,}4 \cdot 10^{-6}$. Das Monel-Metall schmilzt zwischen 1300 und 1360 °C; die Schmelztemperatur ist in der Hauptsache vom Kohlenstoffgehalt abhängig. Die beste Gießtemperatur wird bei 1500 bis 1550 ° angegeben.

Für die technische Verwendung sind von besonderer Wichtigkeit die Festigkeitseigenschaften. Die große Brauchbarkeit des Monel-Metalls beruht darauf, daß es dem Weichstahl an Festigkeit nichts nachgibt. Der eigentliche Stahl ist in vielen Formen natürlich an Festigkeit dem Monel-Metall überlegen und hat eine höhere Proportionalitätsgrenze; aber sobald es sich um hohe Temperaturen handelt, fällt seine Festigkeit gegenüber dem Monel-Metall ab. Um einen Vergleich mit andern Legierungen zu haben, ist in Abb. 8 die Abhängigkeit der Zugfestigkeit (in kg/mm²) von der Temperatur dargestellt. Das Monel-Metall ist, gerade was seine Festigkeitseigenschaften anbetrifft, ein eigenartiger Werkstoff. Man kann, je nach der Behandlung, große Festigkeit mit großer Dehnung, kleine Festigkeit mit großer Dehnung, auch große Festigkeit mit kleiner Dehnung erreichen. Die Brinellhärte ist sehr hoch. Bei gegossenem Monel-Metall beträgt sie etwa 120; warm gewalzte Stangen und Bleche haben eine Brinellhärte von 120 bis 180, und bei kalt gezogenen Stangen steigt sie sogar bis auf 170 bis 210. Die Untersuchung des Gefüges läßt deutlich die verschiedenen Behandlungen des Monel-Metalls erkennen und bildet somit eine wertvolle Ergänzung.

Unter den chemischen Eigenschaften ist seine Widerstandfähigkeit gegen Anfressung wohl die wichtigste. So läßt sich Monel-Metall bei klarem Wasser für selbsttätige Ventile, z. B. bei Sprinklern, wo Rostsicherheit unbedingt erforderlich ist, ferner auch bei Salzwasser oder bei säurehaltigem Bergwerkswasser, endlich sogar bei Abgüssen verwenden. Es widersteht auch zuverlässig den Alkalien, Seifen und Bleistoffen. Zum Ätzen von Monel-Metall in gegossenen und bearbeiteten Formen können die gleichen Verfahren wie beim Nickel angewendet werden. Es hat gegen das Anätzen etwa die gleiche Widerstandfähigkeit wie die besseren Bronzen. Als Beispiel lassen sich Versuche mit Dampfturbinenschaufeln anführen, die aus verschiedenem Werkstoff bestehen. Wegen der hohen Beständigkeit gegen Anfressung hat das Monel-Metall bereits große Anwendungsgebiete gefunden.

In chemischer Beziehung zeigt das Monel-Metall dieselben Erscheinungen wie Nickel, nämlich die zwischenkristalline Brüchigkeit, die durch Einwirkung von schwefelhaltigen Gasen hervorgerufen wird. Kohlenstoff härtet den Werkstoff, erleichtert das Warmwalzen und Schmieden, erschwert aber das Kaltwalzen. Zusatz von Mangan erhöht die Festigkeit. Geringe Mengen Silizium machen es dünnflüssiger und leicht schmiedbarer.

Die Bearbeitbarkeit des Monel-Metalls ist außerordentlich vielseitig; die wichtigsten der Bearbeitungsvorgänge wie das Gießen, Schmieden, Ziehen, Warm- und Kaltwalzen, Beizen, Löten, Schweißen, ferner die spanabhebende Bearbeitung und das Schleifen und Polieren, sind in der unter 3) erwähnten Arbeit kurz besprochen.

[M 2624] *A. Schulze.*

Brennstoffe

Richtlinien für Untersuchungen an Kohlenmühlen

Als sich in Deutschland vor mehreren Jahren die K
lenstaubfeuerung für Dampfkessel einzuführen begann, la
für die Erzeugung von Staub fast nur die Erfahrun
der Zementindustrie vor, die die Kohlen in ähnlicher We
zerkleinert wie Zementklinker. Bei den ersten Versuch
Anhaltpunkte für das Vermahlen verschiedenartiger o
verschieden feuchter Kohlen auf Mühlen verschiedener B
art zu gewinnen, zeigten sich viele ungeklärte Zusamm
hänge. Für die Versuche, die der Kohlenstaubausschuß
Reichskohlenrates zur Aufstellung von Kennlinien
Kohlenmühlen, zur Forschung an besonders geeigne
Mühlenbauarten für Kohle und zur Untersuchung der W
schaftlichkeit der Kohlenstaubherstellung unternom
hatte, mußten daher zunächst die mechanisch-physikalisc
Zusammenhänge der Vermahlung von Kohle erforscht w
den. In zahlreichen Arbeiten[1]) haben *Rosin* und *Ramm*
festgestellt, daß z. B. zwischen Kraftbedarf für die Gewic
einheit des Mahlguts und der Art der Beschickung verh
nismäßig einfache gesetzmäßige Zusammenhänge besteh
— daß und wie sich der Durchsatz und Leistungsbedarf ei
Mühle mit der Mahlfeinheit ändert, — daß die Mahlb
keit der Kohlensorten, die insbesondre von der Feuchtigk
abhängt, ganz erhebliche Unterschiede im Durchsatz
Mühle und der Mahlfeinheit verursachen kann usw. I
Beurteilung des Arbeitens einer Mühle und gar der V
gleich zweier verschiedener Mühlen sind also durchaus ni
einfach; dazu braucht man erheblich mehr Angaben, als m
gemeinhin annimmt, und man muß diese Angaben in e
heitlicher Weise erlangen, wenn man falsche Urteile v
meiden will.

Rosin und *Rammler* haben diese Erfahrungen zu Ric
linien für Mühlenuntersuchungen verdichtet, die als 16.
richtfolge des Kohlenstaubausschusses des Reichskohlenra
erschienen sind[2]), und ihnen als Erläuterungen eine Beha
lung der Vorgänge in Kohlenstaubmühlen angefügt. I
Richtlinien geben praktische Anhaltpunkte und einheitlic
Grundlagen für Untersuchungen an Kohlenstaubmühlen,
die sich Lieferer und Bezieher einigen können. Sie soll
auch als erste Grundlage für etwaige später beim Ver
deutscher Ingenieure zu bearbeitende Regeln für Abnahn
versuche dienen. Aufbau und Anordnung sind daher sch
ähnlich wie bei andern Regeln für Abnahmeversuche
wählt. Für Ergänzungen und Erweiterungen auf Mühlen f
andre Stoffe ist Spielraum gelassen.

In den ersten Abschnitten werden die Begriffe für Müh
Mahlsatz und Mahlanlage, die verschiedenen Zwecke d
Versuche und die Maßeinheiten festgelegt. Dann werd
die Untersuchungsgrößen, Meßverfahren und Meßgeräte s
wie allgemeine Bestimmungen für Abnahmeversuche u
Gesichtspunkte für die Ausführung und Auswertung d
Untersuchungen angegeben. [N 2910]

[1]) 2., 3., 5., 9., 10. und 12. Berichtfolge des Kohlenstaubausschus
des Reichskohlenrates.

[2]) 16. Berichtfolge des Kohlenstaubausschusses des Reichskohl
rates: *P. Rosin* und *E. Rammler:* Richtlinien für Mühlenuntersuchung
Berlin 1929. 34 S. Preis 3 RM. Diese sowie alle Berichtfolgen ersch
nen jetzt in Kommission beim VDI-Verlag und sind von dort zu beziehe

Aus dem Ausland

Schiffbau

Entwicklung der Kriegsmarinen im Jahre 1928[1])

England

Im Anfang des Jahres 1928 wurden die Kreuzer „Suffolk“ und „Kent“, die letzten der „Kent“-Klasse, in Dienst gestellt. Hervorgehoben werden ihre guten Seeigenschaften und die Größe ihres Fahrbereichs. Als Nachteil wird die fehlende Panzerung angegeben, auch die hohen Kosten von im Mittel 40 Mill. RM für ein Schiff, werden gerügt. Die „Kent“-Klasse führt keine Flugzeuge.

Zur zweiten Gruppe der 10 000 t-Kreuzer gehören „London“, „Devonshire“, „Shropshire“ und „Sussex“, bei denen die Außenhautwulste als Torpedoschutz fortgefallen und die Maschinenleistung auf 90 000 PS an der Welle erhöht worden ist. Für Marschfahrt dient ein Dieselmotor. Ein Flugzeug mit Abflugkatapult ist vorgesehen. „Sussex“ und „Shropshire“ sind im vorigen Jahr in Dienst gestellt worden, die beiden übrige Schiffe bereits 1927.

Der Kreuzer „Norfolk“ ist im Dezember und der Kreuzer „York“ am 17. Juli 1928 vom Stapel gelaufen. Dieser hat 8500 t Verdrängung und eine Turbinenanlage von 80 000 PS Wellenleistung für 31,25 Kn Geschwindigkeit. Die B
stückung umfaßt sechs 20,3 cm-Geschütze, vier 10,2 cm-Lu
abwehrkanonen und sechs Torpedorohre. Auch „York“ e
hält eine Dieselanlage für Marschfahrt und wird mit zw
Flugzeugen und einem Startkatapult ausgerüstet. D
Schwesterschiff „Exeter“ ist im August in Devenport a
Stapel gelegt worden.

Der Umbau des Flugzeugträgers „Couragious“ ist i
März 1928 beendet worden, die Umbaukosten haben üb
40 Mill. RM betragen. Ein Flotillen-Führerboot und ac
Zerstörer sind auf verschiedenen Privatwerften im Ba
Vom Stapel gelassen sind ferner fünf U-Boote der „O
Klasse von 1565 t Verdrängung (ausgetauscht), zwei Sloo
von 960 t Verdrängung mit Turbinenantrieb und zwei wic
tige Hilfsschiffe, nämlich das U-Boot-Mutterschiff „Medwa
und das Werkstattschiff „Resource“. „Medway“ wird dur
doppeltwirkende MAN-Dieselmotoren von zusammen 8000 P
„Resource“ durch Parsons-Getriebeturbinen von 7500 P
Leistung an der Welle angetrieben.

Vereinigte Staaten von Amerika

Von den im Dezember 1924 bewilligten acht Kreuzer
die im Bau sind, ist bisher noch keiner vom Stapel g
lassen. Die beiden ersten, „Pensacola“ und „Salt La
City“, werden nicht vor 1930 fertiggestellt werden. Al
Kreuzer haben 10 000 t Verdrängung, weichen jedoch i

[1]) Nach „The Engineer“ Bd. 147 (1929) Nr. 1 S. 2.

ihren Konstruktionseinzelheiten voneinander ab. Mit 40 000 PS Turbinenleistung an der Welle hofft man 33 Kn Geschwindigkeit zu erreichen. Die Bestückung wird aus hn 20,3 cm-Geschützen L/55 und vier 12,7 cm-Flugzeugabwehrkanonen bestehen. Die 20,3 cm-Geschütze werden in wei Dreirohr- und zwei Doppeltürmen angeordnet werden.

Die Flugzeugträger „Lexington" und Saratoga" von 33 000 t Verdrängung haben mit ihren turbo-elektrischen Maschinenanlagen 33,04 und 33,42 Kn erreicht, hatten jedoch einige Schäden an den Turbinen.

Vier Flottillen-Führerboote von 1830 t Verdrängung sind im Bau, über die keine Einzelheiten veröffentlicht worden sind. Das Minen-U-Boot „V 4" ist fertiggestellt worden. Mit 2940 t Oberflächen-Verdrängung ist es heute das größte der Welt; die Dieselmaschinen von 5600 PS sollen für 17 Kn Geschwindigkeit (ausgetauscht) ausreichen. Die Gesamtbewaffnung umfaßt ein 15 cm-Geschütz, vier Torpedorohre und 60 Minen. Die Baukosten werden zu etwa 25 Mill. RM angegeben. Die Linienschiffe „Oklahoma" und „Nevada" werden zur Zeit umgebaut. Die Änderungen erstrecken sich u. a. auf den Einbau von neuen Kesseln, Torpedowulsten und zusätzlichem Panzerschutz.

Japan

Das Hauptereignis war die Ablieferung der Flugzeugschiffe „Akagi" und „Kaga", die nach den Bestimmungen der Washington-Konferenz umgebaut worden sind. Das erste Schiff hat 28 500 t Verdrängung und erreicht 28,5 Kn, das zweite hat die gleiche Verdrängung, jedoch nur 23 Kn Geschwindigkeit. Beide haben die sehr starke Bewaffnung von zehn 20,3 cm- und sechzehn 12 cm-Geschützen; sie bieten etwa 60 Flugzeugen Raum. Obgleich Japan bereits im Jahre 1924 mit dem Bau der 10 000 t-Kreuzer begonnen hatte, ist der erste, „Myoko", erst im Oktober 1928 abgeliefert worden. Das Schiff erledigt zur Zeit seine Probefahrten.

Die Schwesterschiffe „Haguro" und „Ashigara" sind im März und Mai 1928 vom Stapel gelaufen. Diese Kreuzer werden durch Getriebeturbinen von 130 000 PS Leistung an der Welle angetrieben und sollen 33 Kn Geschwindigkeit erreichen. Die Bestückung umfaßt zehn 20,3 cm-Geschütze in Doppeltürmen, vier 12 cm-Geschütze und zwölf Torpedorohre. Zwei Flugzeuge werden an Bord geführt. Weitgehender Panzerschutz und Dreihüllenschutz des Schiffskörpers sollen vorhanden sein. Der Kreuzer „Aoba" ist im Januar v. J. in Dienst gestellt worden, er ist ein Schwesterschiff der „Kinugasa". Diese Kreuzer verkörpern mit nur 7200 t Verdrängung einen sehr gefechtstarken Typ. Mit 100 000 PS Turbinenleistung an der Welle erreichen sie 33 Kn Geschwindigkeit, ihre Bestückung besteht aus sechs 20,3 cm-Geschützen.

Mehrere Torpedobootzerstörer sind vom Stapel gelaufen, sie gehören zu einer Gruppe von 24 Booten von 1740 t. Ihre vertragliche Geschwindigkeit beträgt 34 Kn, die Bewaffnung umfaßt sechs 12 cm-Kanonen und neun Torpedorohre. Es ist sicher, daß im Laufe des Jahres mehrere U-Boote zu Wasser gebracht worden sind, von denen die größten 1675 t Verdrängung bei 21 Kn Geschwindigkeit an der Oberfläche haben. Ein Minenleger und vier Netzleger für U-Bootabwehr sind im Laufe des Jahres begonnen worden.

Frankreich

Die Kreuzer „Tourville" und „Duquesne" von 10 000 t Verdrängung sind in Dienst gestellt worden; sie haben 36,15 und 35,5 Kn Geschwindigkeit erreicht.

Im Sommer ist der Schulkreuzer „Jeanne d'Arc" von 6700 t Verdrängung, 35 000 Wellen-PS Turbinenleistung in St. Nazaire auf Stapel gelegt worden. Er soll 25 Kn Geschwindigkeit erreichen. Die Bestückung besteht aus acht 15 cm-Geschützen in Doppeltürmen. Auf der gleichen Werft ist im April der Minenleger „Pluton", ein Schiff von 5400 t Verdrängung und 30 Kn Geschwindigkeit, auf Stapel gelegt worden. Er hat außer einer starken Minenbewaffnung vier 14 cm-Geschütze an Bord. In Lorient ist das U-Boot-Mutterschiff „Jules Verne" auf Stapel gelegt worden, das 6100 t verdrängen und eine Dieselmotorenanlage von 8000 PS Leistung erhalten wird. Die Geschwindigkeit soll 18 Kn betragen.

Von Stapel gelaufen sind fünf Torpedoboot-Zerstörer von 2740 t Verdrängung, 35 bis 36 Kn Geschwindigkeit und einer Bewaffnung von sechs Torpedorohren und fünf oder sechs 14 cm-Geschützen, ferner mehrere Zerstörer der „Adroit"-Klasse, sie haben etwa 1500 t Verdrängung, 33 Kn Geschwindigkeit und eine Bestückung von vier 13 cm-Kanonen und sechs Torpedorohren. Insgesamt sind bisher 55 U-Boote gebaut oder in Auftrag gegeben worden, unter ihnen zwei U-Kreuzer der „Surcouf"-Klasse, die mit 3330 t die größten U-Fahrzeuge der Welt werden. Die Mehrzahl sind indessen Hochsee-U-Boote von etwa 1575 t Verdrängung mit einer schweren Torpedobewaffnung und 18 Kn Geschwindigkeit. Die Küstenboote verdrängen etwa 600 t und erreichen 14 Kn.

Italien

Die 10 000 t-Kreuzer „Trento" und „Triest" sind in die Marine eingereiht worden. Die Maschinenanlage besteht aus Triebturbinen von 150 000 PS Leistung an der Welle mit 12 ölgefeuerten Yarrow-Kesseln. Die Geschwindigkeit wird zu 36 Kn angegeben. Acht 20,3 cm Geschütze, sechzehn 10 cm-Luftabwehrkanonen und acht Torpedorohre bilden die Bestückung. Zwei weitere Kreuzer sind im Bau: „Fiume" bei Stabilimento Tecnico in Triest und „Zara" bei Odero-Terni bei Spezia. Vier kleinere Kreuzer sind auf Stapel gelegt worden. Zwölf große Zerstörer von 1220 t werden demnächst fertiggestellt. Zerstörer von 1470 t Verdrängung sind in Auftrag gegeben worden, zehn U-Boote von 865 bis 890 t Verdrängung sind im Bau.

Spanien

Im August sind in Ferrol zwei 10 000 t-Kreuzer auf Stapel gelegt worden. Im Mai ist auf der gleichen Werft der Kreuzer „Cervantes" von 8000 t Verdrängung vom Stapel gelaufen. Zwei Flottillenführer und einige U-Boote sind auf der Werft in Cartagena im Bau.

Niederlande

Die von Yarrow & Co. entworfenen, jedoch in Holland gebauten acht großen Zerstörer sollen sich außerordentlich bewähren. Sie verdrängen 1650 t und führen ein Flugzeug mit Katapult an Bord.

Argentinien

Zwei der in England bei J. Samuel White & Co. bestellten drei Flottillenführer sind im Juli und Oktober vom Stapel gelaufen, und zwar „Mendoza" und „Tucuman". Verdrängung 1545 t, Geschwindigkeit 36 Kn, Bestückung: fünf 12 cm-Kanonen und sechs Torpedorohre.

Chile

Alle sechs bei L. C. Thornycroft bestellten Zerstörer haben die Hellinge verlassen. Die beiden ersten, „Serrano" und „Orella" haben ihre Probefahrten mit gutem Erfolg beendet. Bei Vickers-Armstrong sind für die chilenische Marine drei U-Boote im Bau, von denen der erste, „Captain O'Brien", im Oktober in Barrow zu Wasser gebracht worden ist. Sie gleichen in ihrer Größe und vielen konstruktiven Einzelheiten den Booten der englischen „Oberon"-Klasse.

In dem englischen Jahresbericht ist die deutsche Marine auch aufgeführt, und zwar zwischen Italien und Spanien.

In erster Linie hat man den Panzerkreuzer A ausführlich erwähnt. Amtlich als Panzerschiff bezeichnet, sei es wohl als Mittelding zwischen Küstenmonitor und einem schwer bewaffneten Kreuzer anzusprechen. Seine Bewaffnung werde aus sechs 28 cm-Geschützen in Dreirohrtürmen bestehen. Alle lebenswichtigen Teile sollen durch ein Panzerdeck bedeutender Stärke geschützt werden. Neben einer weitgehenden wasserdichten Unterteilung sind durchgehende Längsschotte vorgesehen. Die Schiffskörper werden durchweg elektrisch geschweißt werden und sich durch außerordentliche Leichtigkeit auszeichnen. Über die Maschinenanlage ist bereits an anderer Stelle veröffentlicht worden, daß MAN-Motoren mit Vulcan-Getrieben von 50 000 PS eingebaut werden sollen.

Am 20. Mai 1928 ist der Kreuzer „Köln" in Wilhelmshaven vom Stapel gelaufen, ein Schwesterschiff der „Königsberg" und „Karlsruhe". Verdrängung 6000 t, Turbinenanlage 65 000 PS, Geschwindigkeit 32 Kn. Für Marschgeschwindigkeit ist eine Dieselmotoranlage vorgesehen. Neun 15 cm-Geschütze sind in Dreirohrtürmen angeordnet, außerdem werden Minen mitgeführt. Vier Torpedoboote von 800 t Verdrängung sind zu Wasser gebracht worden.

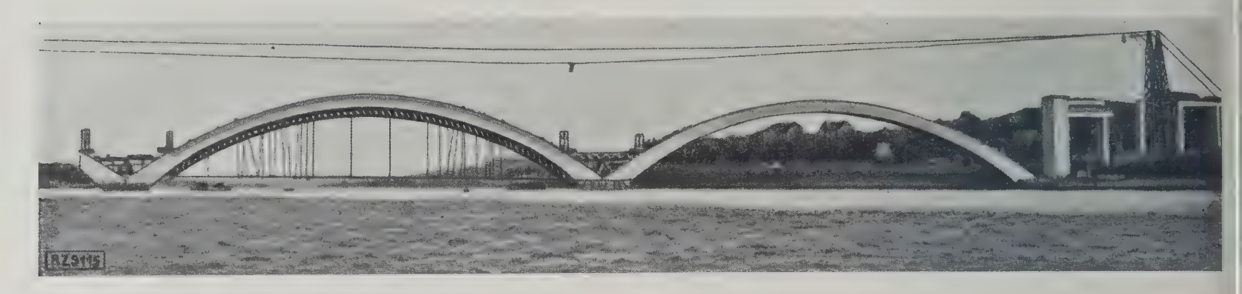
[N 2486] *Kp.*

Metallbearbeitung

Geschweißte Gesenke

Zur Herstellung gekrümmter Ofenteile verwendet die Firma Frost Mfg. Co., Galesburg, Illinois, in ihrer 500 t-Druckwasserpresse geschweißte Gesenke, da die Herstellungsdauer und die Kosten solcher Gesenke gegenüber den gegossenen bedeutend geringer sind. Die beiden Gesenkhälften hat man mittels des elektrischen Lichtbogens aus Stahlplatten und Profileisen zusammengeschweißt. Die größte Stahlplatte, die man bisher in geschweißten Gesenken kalt gebogen hat, hatte die Abmessungen $2794 \times 4064 \times 10$ mm³ und wog rd. 1 t. („The Iron Age" 9. Mai 1929 S. 1285*) [N 3115 d] *Gw.*

Kleine Mitteilungen



Die zwei ersten Bogen von je 196 m Spannweite der Brücke bei Plougastel.

Vom Bau der Brücke bei Plougastel

Von der Brücke über den Elorn[1]), die mit drei Bogen von je rd. 196 m Spannweite die zur Zeit weitestgespannte Eisenbeton-Bogenbrücke der Welt ist, sind bereits zwei Bogen fertiggestellt, s. Abb. Die Bogen sind als Gewölbe von kastenförmigem Querschnitt mit vier senkrechten und zwei waagerechten Wänden ausgeführt. Die Höhe der Gewölbe beträgt im Scheitel 4,3 m, im Widerlager 9 m, ihre Breite durchweg 9 m. Sie sind unmittelbar auf den Fels gegründet. Da die Gründungen auch den einseitigen Schub nur eines Gewölbes aufnehmen können, war es möglich, ein Gewölbe nach dem andern auszuführen.

Die Fahrbahnkonstruktion weist oben eine Straße und unten eine eingleisige Eisenbahnstrecke auf. Beide Teile sind durch Eisenbeton-Fachwerkwände verbunden. Seit Mitte Januar ist das dritte Gewölbe im Bau. (Schweiz. Bauzeitung 18. Mai 1929 S. 252) [N 3115 a] *Sd.*

[1]) Vergl. a. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 3 S. 94.

Neuartige Überwachung von Weichen- und Fahrsignalen

Die Michigan-Zentralbahn hat für den Gleisabschnitt bei Detroit, wo die doppelgleisige Belt Line-Strecke abzweigt und dabei die sechs Gleise der Grand Trunk Western-Strecke kreuzt, eine neuartige elektrische Überwachung der Signal- und Weichenstellungen in Betrieb. Im Stellwerk befindet sich ein Gleisschaubild mit Lampen, die den Signalen und Weichen in der Gleisanlage entsprechen; neben den Überwachungslampen, und das ist das Neue der Einrichtung, sind Druckknöpfe angeordnet, die ebenfalls den Signalen und Weichen entsprechen, desgleichen Druckknöpfe in der Mitte der Gleisabschnitte. Zur Bedienung der Kraftstellweichen dienen Hebel, die elektrisch verriegelt oder entriegelt werden können, und zwar wie die Signale durch Bedienen der Druckknöpfe. Wird ein Knopf gedrückt, und damit die entsprechende Weiche und Fahrstraße freigegeben, so erlischt die neben dem Knopf befindliche rote Lampe; dies gibt dem Stellwärter an, daß das zugehörige Signal „grün“ zeigt. Gleichzeitig werden die die freigegebene Fahrstraße gefährdenden Weichen verriegelt. Es sind noch mehrere gegenseitige Abhängigkeiten vorhanden, die mittels der Druckknöpfe eingeleitet oder aufgehoben werden. („Railway Age“ 20. April 1929 S. 894*) [N 3115 b] *Ro.*

Abhitzekessel mit Kohlenstaub-Zusatzfeuerung

Die Chicago-Malleable-Castings Co., West Pullman, ersetzte kürzlich zwei Abhitzekessel mit 372 und 186 m^2 Heizfläche, die die Abgase von Schmelzöfen verwerteten und mit der Hand bediente Kohlen-Zusatzfeuerungen hatten, durch einen 372 m^2-Abhitzekessel mit Kohlenstaub-Zusatzfeuerung, der wirtschaftlicher arbeiten und sich der Belastung besser anpassen sollte. Der neue Kessel hat 186 m^2 Vorwärmer-Heizfläche, 63 m^3 Feuerraum und 11,2 at Betriebsdruck. Bei 42 kg/m^2h Kesselbelastung werden in der Feuerung etwa 170 000 $kcal/m^3$ entwickelt, die Belastung kann jedoch auf mehr als 50 kg/m^2h gesteigert werden.

Die Einblasemühle mit 1130 kg/h Durchsatzleistung ist in einer Grube vor dem Kessel untergebracht; der Einfülltrichter befindet sich daher in der Nähe des Fußbodens, und die Kohle kann unmittelbar hineingeschaufelt werden. Das Staub-Luft-Gemisch wird mittels eines regelbaren Wirbelbrenners waagerecht in die Feuerung geblasen. Von ihrem Eintritt in die Mühle wird die Verbrennungsluft durch gewundene senkrechte Kanäle in den Feuerraumwänden geführt und hier auf 244 ° vorgewärmt. Ein weiterer T der Verbrennungsluft tritt an der Feuerbrücke in Feuerraum, um die Abgase der Schmelzöfen, die noch re an CO sind, vollständig zu verbrennen. Die Temperatur Abgase bei ihrem Eintritt in die Feuerung beträgt hö stens 1120 °.

Der Brennstoffverbrauch für 1 t Dampf konnte geg über der früheren Handfeuerung um 50 vH verring werden. Auch ist es infolge der hohen Luftvorwärmu möglich, äußerlich nasse Kohle ohne nennenswerte S gerung des Kraftbedarfes zu mahlen. („Power“ 7. Mai 1 S. 749*) [N 3115 c] *Le*

Deckenfördervorrichtungen für Feineisen und Draht in Rollen

Die Sheffield Steel Corp., Sheffield, Kansas City, im Dezember 1928 ein Knüppel-Feineisen- und Drahtwa werk in Betrieb genommen, das wegen der wirtschaftlic Fördereinrichtungen bemerkenswert ist und in dem Drahtrolle von 180 kg Gewicht als Normaleinheit der g zen Erzeugung zugrunde gelegt wurde. Nachdem die Dra rollen von den Haspeln abgenommen sind, durchlaufen eine 76 m lange gedeckte Fördervorrichtung. Die n warmen Drahtrollen werden dann mittels Hakens auf Arme von zwei Sternrädern gesteckt, von denen jeder A acht Drahtrollen im Gewicht von je 180 kg faßt. Waa rechte, haarnadelförmig aus Eisenkonstruktion hergeste Haken nehmen sie von diesen Armen ab und bringen entweder zum Lager oder zur Beizerei. Diese haarnad förmig ausgebildeten waagerechten Haken haben Laufrol und laufen in Reihen nebeneinander auf Schienen, die der Dachkonstruktion befestigt sind. („The Iron A 2. Mai 1929 S. 1206) [N 3115 e] *Ste*

Neue Gefäßförderanlage bei der Ilseder Hütte

Die von Heckel, Saarbrücken und Züblin, Straßburg, baute erste Hauptschacht-Gefäßförderung im deutschen E bergbau ist seit mehreren Monaten auf dem zur Ilseder Hü gehörenden Gerhard-Schacht bei Kleinbülten, Kreis Pei für eine Leistung von 220 t/h erfolgreich in Betrieb. Eisenerze werden auf der 90 m-Sohle der Gerhardschac anlage durch eine Kettenbahn am Füllort über einen Dopp wipper in einen 300 t fassenden Eisenbeton-Schrägbun gekippt, der durch Züblinsche Klappenverschlüsse[1]) ab schlossen ist. Darunter befinden sich zwei Meßbehälter je 3,2 t Fassungsvermögen und Sektorenverschlüssen. Schachtförderung wird durch Kippkübel[2]) mit einem Eig gewicht von je 3,7 t durchgeführt. Wegen der beschränkt Überfahrhöhe an der Hängebank ist die eine Kübelwa geneigt hochgezogen, so daß der Kübel über Tage kürzestem Kippwege entleert werden kann. Zur Vert lung der anfallenden Abgabebehälter und von diesem üb zwei Stahlplattenbänder in die eigentlichen Vorratbehäl der Aufbereitung. Unter Tage wird der Kübel in 5 bis mit dem Erz aus der Meßtrommel beladen; hierzu komm für die Teufe von 134 m als reine Fahrzeit noch 42 s. Geg über der Gestellförderung ergibt sich bereits hieraus ei um 32 vH günstigere Zeit. Da sich bei der Kübelförderu außerdem das Verhältnis Nutzlast zu Totlast günstig stellt, läßt sich im gleichen Schachtquerschnitt unter B behaltung der Fördermaschine eine Stundenleistung err chen, die doppelt so groß wie bei der früher angewendet Gestellförderung ist. [N 3090] *Pr.*

[1]) Glückauf Bd. 65 (1929), S. 630. [2]) Z. Bd. 71 (1927), S. 696.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204).

Der Verbrennungsvorgang im Gas- und Vergaser-Motor. Von *Wilhelm Endres.* Berlin 1928, Julius Springer. 80 S. m. 29 Abb. Preis 6,80 *RM.*

Die vorliegende Schrift behandelt zum Teil auf neuen Wegen die Fragen nach der Ausbreitung der Verbrennung im Raume von einer Zündstelle aus und die Wirkungen des verbrannten Gemischteiles auf die unverbrannten Gasteilchen. Die Ausführungen des Verfassers sind deshalb von besonderem Wert, weil die entwickelte Theorie an der experimentellen Erfahrung, die an Bomben- und Motorversuchen gewonnen wurde, nachgeprüft wird.

Die Schwierigkeiten der gestellten Aufgabe werden dadurch etwas gemindert, daß zunächst nur Gasgemische untersucht werden und daß die Wärmestrahlung außer Betracht bleibt. Die physikalischen Vorgänge der Verbrennung werden mathematisch durch die Differentialgleichung der Wärmeleitung erfaßt, wobei das Integral benutzt wird, das das plötzliche Entstehen einer Wärmequelle an einer bestimmten Stelle des Raumes und das Absinken der Temperatur durch Wärmeleitung in die Umgebung versinnbildlicht. Als wesentlich für die Größe der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Verbrennung werden die Temperatur und die Dichte des Gemisches und vor allem die Wirkung ermittelt, die das verbrannte auf das noch unverbrannte Gemisch ausübt. Das Zusammenwirken dieser Verdrängungserscheinung mit der Gestalt des Verbrennungsraumes ist maßgebend für den wirklich zurückgelegten Weg der Flammenfront.

Vergleichsrechnungen an den im Motorenbau praktisch vorkommenden Verbrennungsräumen, an Bomben- und Benzinmotoruntersuchungen zeigen, daß die entwickelte Theorie grundsätzlich die Verbrennungsvorgänge richtig wiedergibt: denn der rechnerisch gefundene Druckanstieg während der Verbrennung stimmt gut mit dem gemessenen Druckverlauf überein.

Im einzelnen enthält die Arbeit zahlreiche Anregungen, die auch für den erfahrenen Forscher von Bedeutung werden können. Die klare mathematische Behandlung des Stoffes und ihre folgerichtige Anwendung auf den Versuch zeigen sehr eindringlich, daß die Forschung nur auf diesem Weg vorwärts gebracht werden kann. Der Leser wird die Gedankengänge des Verfassers mit steigender Aufmerksamkeit verfolgen. [E 2845] *Kurt Neumann*

Practical Steelmaking. Von *Walter Lister.* London 1929, Chapman & Hall, Ltd. 413 S. m. 211 Abb. Preis 25 s.

Lister stellt in seinem Buch in gedrängter Form Erfahrungen zusammen, die er in mehr als zwanzigjähriger Tätigkeit in den verschiedenartigen Stahlwerken, wie Bessemer-, Thomas-, Martin- und Elektrostahlwerken, gesammelt hat. Auf Konstruktionseinzelheiten geht er dabei nur soweit ein, wie sie der praktische Stahlwerker unbedingt kennen muß und sie noch zu seinem Aufgabenkreis gehören. Er wendet sich in seinem Buche nicht nur an die in der Praxis stehenden Ingenieure, sondern auch schon an die Studenten und will besonders ihnen die Vorgänge bei der Stahlerzeugung aus der Praxis heraus erklären und ihnen so Einzelheiten vermitteln, zu deren Erkenntnis sie sonst jahrelanger Tätigkeit bedürften.

Er geht in den ersten beiden Kapiteln auf den Bessemer- und Thomas-Prozeß ein, um sich dann viel ausführlicher mit dem sauren und basischen Siemens-Martin-Verfahren zu beschäftigen. Besondere Abschnitte widmet er hierbei dem Duplex-, dem Hoesch- oder Bertrand-Thiel-, dem Monell- und dem Talbot-Verfahren. In den letzten Abschnitten beschäftigt er sich mit der Elektrostahlerzeugung, der Herstellung von Sonder- und legierten Stählen, den Ursachen von Werkstofffehlern und der Möglichkeit ihrer Vermeidung. Das letzte Kapitel behandelt die Erzeugung von Ferrosilizium.

Das Buch ist mit einer großen Zahl guter Skizzen und der Praxis entnommener Abbildungen versehen. Es vermittelt in seiner knappen und kurzen Form so viel Einzelheiten aus der Praxis des Stahlwerkers, wie man sie nirgends zusammengestellt findet und bisher nur durch ein eingehendes Studium aller auf diesem Gebiete führenden Zeitschriften zu erlangen vermochte. Wenn auch manche Einzelheiten und Ansichten, die *Lister* entwickelt, nicht allgemeine Anerkennung finden werden, kann man dem Buch doch nur weiteste Verbreitung wünschen und es allen, die sich einmal praktisch im Stahlwerk beschäftigen wollen, wärmstens zum genauen Studium empfehlen. [E 2854] *H. Mathesius*

Standards and Standardization. Von *Norman F. Harriman.* New York 1928, Mc Graw-Hill Book Co. 265 S. m. Abb. Preis 3 $.

Der Verfasser des Buches ist Mitglied namhafter amerikanischer wissenschaftlicher Institute und Verfasser des Werkes „Principles of Scientific Purchasing". Er gibt im Anfang seines Buches eine anschauliche und reizvolle Schilderung der geschichtlichen Entwicklung von Normen im weitesten Sinne des Wortes und verfolgt ihren Zweck und ihre Wirkung von den geschichtlichen Anfängen über die Hausindustrie, die Zünfte, die Renaissance, die Reformationszeit bis zur systematischen Durchführung und Anwendung von Normen im heutigen Wirtschaftsleben. Im Hauptteil des Buches behandelt er eingehend wichtige Grundsätze der Normung von ihrer wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Seite. Dabei stellt der Verfasser die herstellenden Industrien in den Mittelpunkt seiner Ausführungen, während Landwirtschaft, Bergbau und Verkehrswesen nur gelegentlich erwähnt werden.

Das Buch enthält wertvolle Unterlagen über die Voraussetzungen und die Vorbereitung der Normen, ihre praktische Auswirkung auf moderne Massenfertigung und vereinfachte Warenverteilung und zeigt auch den Zusammenhang der Normungsbewegung mit der gesamten Wirtschaft. Dem Verfasser ist nicht so sehr daran gelegen, eine allumfassende Darstellung der Normungsbewegung zu geben, als vielmehr an einigen Beispielen wesentliche Grundsätze der Normung darzulegen. In weiteren Kapiteln werden die nationalen Normungskörperschaften, die amerikanischen und ausländischen physikalisch-technischen Anstalten besprochen. Hervorzuheben sind die Ausführungen über die Richtung, in der sich die Normungsarbeiten bis jetzt bewegt haben, sowie ihre Aufgaben für die Zukunft, über die meist auf Mißverständnissen beruhenden Widerstände, deren Beseitigung und über die Stellung des Einzelmenschen zur Normung.

Ein Anhang behandelt den Einfluß der Normen auf den Warenbedarf der Regierungsstellen; ein Nachweis des einschlägigen Schrifttums gibt denjenigen, die sich mit dem Thema näher befassen wollen, zahlreiche Quellen. Das Buch *Harrimans* ist meines Wissens das erste und bis jetzt einzige in englischer Sprache erschienene Werk, das die Normung auf so breiter Grundlage behandelt und stellt eine willkommene Ergänzung der entsprechenden deutschen Normungsliteratur dar. [E 2903]

Dr.-Ing. E. h. *F. Neuhaus*

Technik der Emulsionen. Von *Otto Lange.* Berlin 1929, Julius Springer. 391 S. m. 66 Abb. Preis 49,40 *RM.*

Dr. *Otto Lange* ist als der Verfasser des weit verbreiteten Werkes „Chemisch-Technische Vorschriften" bekannt. Das vorliegende Buch ist als die technologische Fortführung des Buches von *Clayton* („Die Theorie der Emulsionen") gedacht. Der Verfasser stellte sich hier die Aufgabe, die von 1924 bis 1928 erschienenen technischen Veröffentlichungen und die Patentliteratur über Emulsionen zusammenzustellen und zu ordnen. Diese Aufgabe ist gerade bei Emulsionen besonders schwierig, weil die theoretischen Grundlagen dieses Gebietes trotz der großen Fortschritte, die wir den grundlegenden Arbeiten von *Langmuir, Harkins, Adam* u. a. verdanken. noch keineswegs hinreichend geklärt und gesichert sind, um heute schon eine zuverlässige und erschöpfende Theorie der Bildung und Zerstörung von Emulsionen, der Wirkungsweise der Emulgiermittel und der Stabilisatoren geben zu können.

Lange versucht in der Einleitung und im allgemeinen Teil dieser grundsätzlichen Schwierigkeit Herr zu werden, indem er eine Darstellung mit Hilfe von modellmäßigen Bildern benutzt. Leider sind in dieser anschaulichen, aber natürlich stark vereinfachenden Darstellung eine Reihe von Grundbegriffen (wie z. B. Adsorption, Randwinkel u. a.) nicht genügend scharf festgelegt oder mit unzutreffenden Beispielen und Bildern belegt. Sehr dankenswert ist die Zusammenstellung der wichtigsten Emulgiermittel und der maschinellen Einrichtungen zur Erzeugung, Homogenisierung und Zerstörung von Emulsionen. Der spezifische Teil des Buches, der die Emulsionen auf den verschiedenen technischen Gebieten (Industrien der Fette, Mineralöle, Seifen, Lebensmittel, Kautschuk, Harze, Lacke usw.) behandelt, sammelt in dankenswerter Arbeit die bisher weit zerstreuten Unterlagen. Bei der absichtlich verschleiernden Darstellung vieler Patentschriften und der oft einseitigen Berichterstattung über technische Verfahren und Erzeugnisse

ist es nicht verwunderlich, daß bei manchen der hier behandelten Industriegebiete, die ein einzelner Verfasser unmöglich vollkommen beherrschen kann, sich wiederholt Fehlurteile im Buche finden. So sind Schmierölemulsionen (Wasser in Dampfzylinderöl) keineswegs geringschätzig zu beurteilen; sie haben vielmehr gerade nach dem Kriege für die Zylinderschmierung an Lokomotiven auch in Deutschland große Bedeutung gewonnen. Ferner geht es nicht an, kolloidale Auflösungen von entaschtem Graphit, gewonnen aus Naturgraphit (Kollag, Hydrokollag), die in der praktischen Maschinenschmierung eine wichtige Rolle spielen, ebenso zu bewerten wie rohe Vermischungen von aschenhaltigem, grobem Graphit mit Öl. Sehr vermißt wird schließlich in dem Buch eine Behandlung der Asphalt- und Teeremulsionen (z. B. Colas, Bitumuls, Magnon), die schon heute im Straßenbau von großer technischer Bedeutung sind. [E 2853] *H. Karplus*

Lehrbuch der Physik in elementarer Darstellung. Von *Arnold Berliner.* 4. Aufl. Berlin 1928, Julius Springer. 658 S. m. 802 Abb. Preis 19,80 *RM.*

Das vorliegende Buch ist als eine Einführung in die Physik gedacht. Der Stoff ist übersichtlich gruppiert und das Auffinden bestimmter Gebiete durch ein umfangreiches, gut durchgebildetes Sach- und Namen-Verzeichnis sehr erleichtert. Gut ausgewählte Bilder, die das Wesentliche schnell erfassen lassen, unterstützen den klaren Text. An jeder Stelle ist Wert auf den Nachweis der Dimensionen gelegt, so daß der Lernende die Begriffe mit Sicherheit aufnehmen wird. Das Vermeiden von langen Ableitungen und das Vermitteln des Stoffes durch Schilderung täglich zu beobachtender Erscheinungen machen das Buch wertvoll für den Ingenieur in der Praxis, der die Physik als Hilfswissenschaft braucht und sich kurz unterrichten will. Dabei wird ihm die durch den Druck hervorgehobene Gruppierung des Stoffes in Abschnitte, welche die grundlegenden Gesetze behandeln, und in solche, die die Anwendung in der Praxis bringen, besonders behilflich sein. Auf diese Weise wird der Leser auch mit der Wirkungsweise einiger in der Technik verwendeter Maschinen und Apparate grundsätzlich vertraut gemacht. Eine etwas eingehendere Behandlung in dieser Richtung wäre wünschenswert gewesen.

Durch die Art der Stoffbehandlung grenzt sich das Buch gegen Handbücher und Nachschlagewerke ab und kommt somit einem wirklichen Bedürfnis nach. Seinen Zweck, dem Lernenden eine schnelle Einführung zu vermitteln und dem Ingenieur eine rasche Orientierungsmöglichkeit zu geben, erfüllt das Buch weitgehend. [E 2868] *Grunwald*

Physik. Ein Lehrbuch für Studierende an den Universitäten und Technischen Hochschulen. Von *Wilhelm H. Westphal.* Berlin 1928, Julius Springer. 536 S. m. 471 Abb. Preis 19,60 *RM.*

Das Buch, das sich auf die Bedürfnisse der Studierenden einstellt, gibt in ausgezeichneter Weise eine Einführung. Auch für den Selbstunterricht kann es empfohlen werden. Die eingehende Behandlung der Mechanik starrer und verformbarer Körper dürfte das Verständnis für physikalische Gesetzmäßigkeiten besonders fördern. Eine etwas eingehendere Darstellung der Anwendungsmöglichkeiten in der Technik, besonders in den Abschnitten Elektrizität und Wärmelehre, wäre zu empfehlen; sie würde auch das Verständnis für die allgemeinen Gesetze vertiefen. Die Wiedergabe der Gesetze in äußerst übersichtlich zusammengestellten Formeln wird auch von dem Fortgeschritteneren, der das Gebiet noch einmal überblic will, als nützlich empfunden werden. Im ganzen gibt Buch eine glänzende Einführung, die jedem Lernen empfohlen werden kann, weil sie in gedrängter, aber üb sichtlicher Form und klarer Methodik eine Fülle von S vermittelt. [E 2869] *Grunwal*

Die Abwärmetechnik. Von *Hans Balcke.* 3. Bd. Münc und Berlin 1928, R. Oldenbourg. 242 S. m. 169 A Preis 13,50 *RM.*

Die Organisation der Wärmeüberwachung in technisc Betrieben. Von *Hans Balcke.* München und Berlin 1 R. Oldenbourg. 312 S. m. 213 Abb. Preis 17,50 *RM.*

Der durchlaufende Träger. Von *A. Kleinlogel* und *Gus Sigmann.* Berlin 1929, Wilhelm Ernst & Sohn. 184 m. 200 Abb. Preis 17 *RM.*

Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwe 1928. 4. Bd. Berlin 1929, VDI-Verlag. 227 S. 51 Abb. und 7 Taf. Preis 12 *RM*, für Mitglieder V. d. I. 10,80 *RM.*

Der Einfluß von Oberflächenbeschädigungen auf die B gungsschwingungsfestigkeit. Von *W. Zander.* Be 1929, NEM-Verlag. 65 S. m. 46 Abb. Preis 5 *RM.*

Grundlagen und Geräte technischer Längenmessungen. *G. Berndt.* Mit einem Anhang von *H. Schulz.* 2. A Berlin 1929, Julius Springer. 374 S. m. 581 Abb. P 43,50 *RM.*

Land-Kraftschlepper. Herausgeg. im Auftrage der De kraft-G. m. b. H. von *Fritz Seidler.* Berlin 1929, E. Mittler & Sohn. 266 S. m. 234 Abb. Preis 7,50 *RM.*

RKTL-Schriften, 3. H.: **Kannenwaschmaschinen.** *Schulz.* Hildesheim 1929, Verlag der Molkerei-Zeitu 91 S. m. 45 Abb. 1,50 *RM.*

Monographien zur Chemischen Apparatur, 6. Bd.: **Wandstärkenberechnung druckbeanspruchter Gefäße Schweißstahl-, Flußstahl-, Kupfer- und Aluminiumbl im Apparatebau.** Von *Hans Melhardt.* Leipzig 1 Otto Spamer. 61 S. m. 10 Abb. Preis 8,50 *RM.*

Die Maschinentechnik in Zuckerfabriken und Raffineri 2. T. Von *Karl Schiebl.* Magdeburg 1929, Schallehn Wollbrück. 270 S. m. 141 Abb. Preis 13,50 *RM.*

Technik und Praxis der Papierfabrikation. Herausgeg. *Emil Heuser* und *Erich Opfermann.* 1. Bd., 1. T.: **Geschichte des Papiers. Die Roh- und Halbstoffe.** *F. von Hössle, Korn, Friedrich Mosel, E. Opfermann Ludwig E. Walter.* Berlin 1929, Otto Elsner. 278 S. 149 Abb. Preis 26 *RM.*

Enkes Bibliothek für Chemie und Technik, 8. Bd.: **Kali.** 2. T. Von *Ernst Fulda*, unter Mitwirkung *Otto Krull, Paul Krische, Willy Gropp.* Stuttgart 19 Ferdinand Enke. 400 S. m. 109 Abb. Preis 29,50 *RM*

Lehrbuch für Installateure und Techniker des Gasfach Von *A. Rasche.* Frohse-Elbe 1928, Selbstverlag. 446 m. 365 Abb. Preis 8,80 *RM.*

Praktische Infinitesimalrechnung. Von *F. F. P. Bisac* Deutsche Ausg. herausgeg. von *Ernst König*, unter M wirkung von *E. Trefftz.* Leipzig und Berlin 1929, B Teubner. 364 S. m. 104 Abb. und 5 Taf. Preis 18 *RM*

Wirtschaftlicher Vertrieb, 1. H.: **Statistischer Quellen-Na weis für die Durchführung von Marktanalysen.** Hera geg. von der Fachgruppe „Vertriebsingenieure" be Verein deutscher Ingenieure. Bearb. von *A. Reithing* Berlin 1929, VDI-Verlag. 45 S. Preis 3,50 *RM*, Mitglieder des V. d. I. 3,15 *RM.*

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

Bd. 73 SONNABEND, 8. JUNI 1929 Nr. 23

Leistungsversuche an Betonmischmaschinen

Von Professor Dr. GEORG GARBOTZ, Berlin

Der Aufsatz stellt die Wiedergabe eines Vortrages in der Jahreshauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins dar. Im wesentlichen wird über den betriebstechnischen Teil der Leistungsversuche an Mischmaschinen berichtet und hierbei nach einem geschichtlichen Rückblick unter Aufführung der beteiligten Firmen und Verbände der Zweck der Versuche erklärt; ferner werden die Versuchsgrundlagen, die Vorversuche und die Zusammenstellung der Versuchsergebnisse behandelt. Die wichtigsten Ergebnisse bei der Art der Wasserabmessung, der Eignung der Maschinen für verschiedene Betonsorten, des Einflusses der Größe, der Mischverfahren und Mischorgane, der Trommelfüllung und der Mischgeschwindigkeit werden mitgeteilt. Die Rückschlüsse aus den Aufzeichnungen über Energieverbrauch werden mit den betontechnischen Ergebnissen zu Forderungen für den Aufbau und den Betrieb der Maschinen sowie für die Durchbildung des Mischvorganges, die im wesentlichen dem anschließenden Aufsatz von Prof. Graf vorbehalten ist, verarbeitet. Zum Schluß wird die Forderung nach der Aufstellung von Leistungsregeln erhoben.

Im Sommer des Jahres 1925 wurde im Straßenbaumaschinen-Ausschuß der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau bei der Erörterung der für Deutschland brauchbaren Straßenbetonmischer die Frage aufgeworfen: Welches Mischersystem (insbesondere Zwangs- oder Freifallmischer) eignet sich für die Herstellung von Straßenbeton am besten? Der Deutsche Beton-Verein griff die Frage auf in der Absicht, hierbei gleichzeitig die Eignung der einzelnen Mischersysteme für die verschiedenen Betonarten überhaupt festzustellen. In den folgenden Erörterungen trat eine so große Anzahl, auch die Allgemeinheit interessierender Fragen auf, daß man sich entschloß, die Behandlung des ganzen Problems auf wesentlich breitere Basis zu stellen, um auf diese Weise auch die Unterstützung des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit und der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft zu erhalten.

Für die Durchführung der Versuche schlossen sich die Erzeuger in Gestalt des Mischmaschinen-Verbandes und die Verbraucher, vertreten durch den Deutschen Beton-Verein, die Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau, den Deutschen Zementbund und die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen, zusammen, während das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit und die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft in großzügiger Weise öffentliche Mittel zur Bestreitung der Versuchskosten zur Verfügung stellten. Der Mischmaschinenverband lieferte die zu untersuchenden Maschinen kostenlos und stellte die erforderliche Bedienung zur Verfügung. Die Verbraucherverbände stellten teils unmittelbar die Rohstoffe, teils haben sie, wie der Deutsche Beton-Verein und der Deutsche Zementbund, durch ihre Vertreter persönlich an den Versuchen mitgearbeitet. Als Versuchsfeld stellte die Siemens-Bauunion dem Forschungsinstitut für Maschinenwesen beim Baubetrieb ihren Gerätehof in Siemensstadt zur Verfügung. Die Kosten der etwa 1000 Versuche mit mehr als 5000 Würfeln waren nicht unerheblich.

Der Zweck der Versuche

kann in folgenden Fragen zusammengefaßt werden:

1. Sind die Mischerbauarten unterschiedlich geeignet für Betonzusammensetzungen verschiedener Konsistenz?
2. Ist die Gleichmäßigkeit der Mischung über die ganzen Mischgutmengen bei allen Ausführungsformen gleich?
3. Wie lang ist für jedes Mischverfahren die kürzeste noch zulässige Mischdauer?
4. Ist die Trockenvormischung wirtschaftlich und technisch gerechtfertigt?
5. Bestehen wesentliche Unterschiede im Mischergebnis bei kleinen und großen Mischern?
6. Wie ändert sich das Mischergebnis bei verschiedenen Drehzahlen und Füllungen?
7. Werden Mischdauer und Festigkeit beeinflußt durch tonige Beimengungen zu den Zuschlagstoffen?
8. Ist die Reihenfolge der Zuschlagstoffe von Einfluß auf das Mischergebnis?
9. Sind die vorhandenen Abmeßeinrichtungen für eine sorgfältige Betonherstellung geeignet?
10. Bestehen wesentliche Unterschiede in der Spieldauer der einzelnen Mischer?
11. Wie weit ist der Energieverbrauch abhängig von dem Mischvorgang?
12. Wie sind die Maschinen betriebstechnisch, also nach ihrem Gewicht, der Bedienungsmöglichkeit, der Zu- und Abfuhr der Rohstoffe, etwaigen konstruktiven Vor- und Nachteile usw. für die Arbeit auf der Baustelle geeignet?

Versuchsgrundlagen

Um eine einheitliche Vergleichgrundlage zu gewinnen, wurden zunächst alle 30 Mischmaschinen in der gleichen Ausführung, also fahrbar mit Aufzugkasten, Wasserabmeßeinrichtung, teilweise mit zweitem Windwerk (Betonhebewerk) und in zwei Größen mit 150 und 500 l Inhalt von den Fabriken angeliefert, Zahlentafel 1.

Grundsätzlich sollten die Maschinen mit vier Betonzusammensetzungen, und zwar Stampf-, Eisen-, Straßen- und Gußbeton, Zahlentafel 2, untersucht werden. Rüttelproben und Ausbreitmaß entschieden im wesentlichen darüber, ob die Mischung zur Entnahme von fünf Würfeln $20 \times 20 \times 20$ cm³ für geeignet erachtet wurde. Abgedrückt wurde nach 28 Tagen. Der Energieverbrauch wurde doppelt, mit Zähler und selbstschreibendem Wattmeter, Abb. 1, und die Zeiten mit der Stoppuhr gemessen. Von bemerkenswerten Ar-

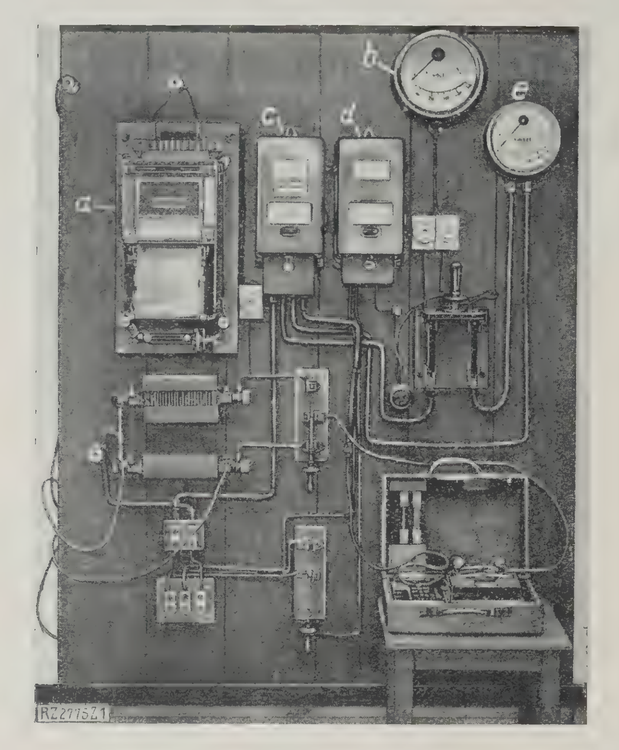


Abb. 1
Meßschrank.

a selbstschreibender Wattmesser
b Spannungsmesser
c, *d* Kontrollzähler
e Strommesser

Zahlentafel 1
Aufstellung der beteiligten Firmen und Fabrik

Firma	Ort	Mischsystem	Füllun 500 l	1
Gustav Baader & Co. Ges. m. b. H.	Feuerbach/Stuttg.	Freifallmischer		
Draiswerke Ges. m. b. H.	Mannheim-Waldh.	„	1 St.	
Gustav Eirich Ges. m. b. H.	Hardheim/Nordbaden	Zwangsm. senkr. m. Koller		
Wolff Netter- u. Jacobi-Werke	Leipzig-Paunsdorf	Freifallmischer	1 „	
Eschrich & Schlüter G. m. b. H.	Berlin	kontinuierlicher Mischer		
Dr. Gaspary & Co.	Markranstädt bei Leipzig	Freifallmischer		
Gauhe, Gockel & Cie.	Oberlahnstein am Rhein	Zwangsm., waagr. u. Freifallmischer	1 u. 2 „	
Internationale Baumasch. A.-G. (Ibag)	Neustadt a. d. Haardt	Freifallmischer		1 S zu
Otto Kaiser	St. Ingbert/Pfalz	„	1 „	
Klöcknerwerke	Osnabrück	Zwangsm. senkr. m. Koller	1 „	
Karl Peschke	Zweibrücken	Freifallmischer	1 „	
Deutsche Baumasch.-Ges. Rammer & Co.	Mügeln/Leipzig	„		
G. Anton Seelemann & Söhne	Neustadt/Orla	kontinuierlicher Mischer	1 „	
Hüttenamt Sonthofen	Sonthofen/Bay.	Zwangsm. waagr.	1 „	
Technik u. Handel	Neuwied	„	1 „	
Hermann Ulrich	Eßlingen	Freifallmischer		
Joseph Vögele A.-G.	Mannheim	„	1 St. u. 1 zu 750 l	
Allgem. Baumasch.-G. m. b. H.	Leipzig	„	1 St.	

beitsvorgängen, besonders auffälligen Mischergebni u. a. wurden photographische oder Filmaufnahmen macht.

Vorversuche

Durch ausgedehnte Vorversuche an sieben tretern der verschiedenen Mischerbauarten, Abb. 2 bi sollte in erster Linie die Frage des zeitlic Wasserzusatzes sowie der Mischzeit geklärt wer Hierzu wurden drei Versuchsreihen mit vier bis verschiedenen Mischzeiten durchgeführt:

a) Mischzeiten: 10 + 35, 20 + 55, 45 + 75 und 80 + 1 wobei jeweils 10, 20, 45 und 80 s trocken vorgemis dann das Wasser zugesetzt und während des Re der Zeit naß nachgemischt wurde.
b) Mischzeiten: 35, 55, 75, 100 und 120 s, wobei Trockenvormischung wegfiel und man die hie aufgewandte Zeit einsparte; das Wasser wurde bei verkürzten Mischzeiten gleichzeitig mit Mischgut in die Trommel aufgegeben.
c) Mischzeiten: 35, 55, 75, 100 und 120 s; wie Versu reihe b), nur wurde das Wasser vor dem Miscl in die Trommel eingelassen.

Als Typenmischer wurden folgende 500 l-Fabril gewählt:

Doppeltrogmischer des Bayerischen Hüttenar Sonthofen,
Originalmischer der Allgemeinen Baumaschinen sellschaft Leipzig,
Maschinenfabrik Otto Kaiser, St. Ingbert/Pfalz,
Karl Peschke, Zweibrücken,
kontinuierlicher Mischer, Type „ver Mehr“ Escherich & Schlüter,
Rex-Mischer der Firma Gauhe, Gockel & Cie., G b. H., Oberlahnstein,
Kollergangmischer der Klöcknerwerke, Osnabr

Auf Grund der Ergebnisse dieser Versuche wu beschlossen, von der **Fortsetzung der Gußbet reihen abzusehen**, da sich herausstellte, daß

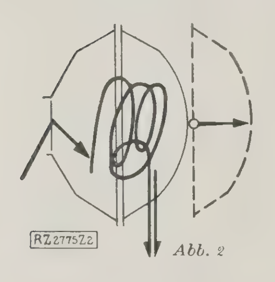


Abb. 2

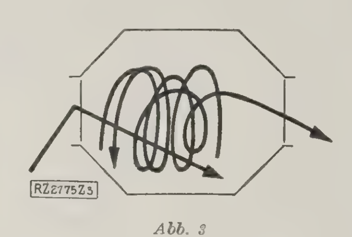


Abb. 3

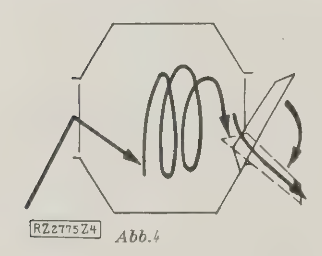


Abb. 4

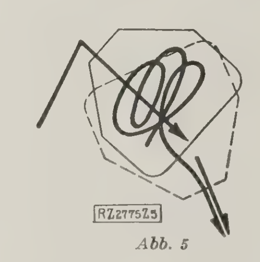


Abb. 5

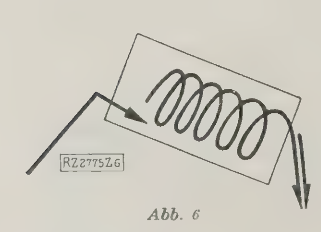


Abb. 6

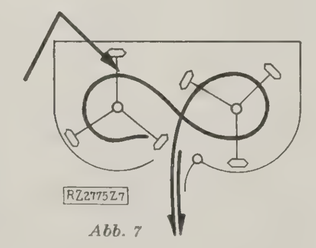


Abb. 7

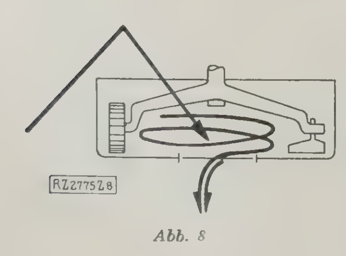


Abb. 8

Abb. 2 bis 8
Aufgeben, Durchgang und Entleeren des Mischgutes bei sieben grundlegenden Mischerbauarten.

Abb. 2. Freifallmischer ohne ausgesprochene Mischschaufeln; Entleeren durch Auseinanderziehen der Trommelhälften.
Abb. 3. Freifallmischer mit Mischschaufeln; Entleeren durch Ändern der Drehrichtung.
Abb. 4. Freifallmischer mit Mischschaufeln; Entleeren durch Einschwingschurre.
Abb. 5. Freifallmischer mit Mischschaufeln; Entleeren durch Kippen der Trommel.
Abb. 6. Freifallmischer; ununterbrochener und Abfluß des Mischgutes.
Abb. 7. Zwangsmischer mit waagerechtem werk und Doppeltrog. Entleeren m Bodenklappe.
Abb. 8. Zwangsmischer mit senkrechtem Rühr und Kollergang. Entleeren mittels B klappe.

Zahlentafel 2
Betonzusammensetzungen

isenbeton
…l: 340 kg Sand, 840 kg Kies, 103 kg Zement, ergibt 300 kg/m³ Gew. d. fertigen Betons. Wasserzusatz einschl. Feuchtigkeit der Zuschlagstoffe 70 l = 8,94 vH der Gewichtsteile, Wasserzementfaktor w = 0,68, Konsist. weich; Ausbreitmaß 45 cm.
50 l: 102 kg Sand, 102 kg Kies, 31 kg Zement, 21 l Wasser.

tampfbeton
00 l: 370 kg Sand, 370 kg Kies, 58 kg Zement, — 150 kg/m³ Gew. d. fertigen Betons. Wasserzusatz 46 l = 5,75 vH, w = 0,794, Konsistenz erdfeucht.
50 l: 111 kg Sand, 111 kg Kies, 17,5 kg Zement.

Straßenbeton
500 l: 250 kg Sand, 380 kg Basaltsplitt von 5 bis 35 mm, 125 kg Zement, — 400 kg/m³ Gew. d. fertigen Betons. Wasserzusatz 66 l = 0,74 vH; w = 0,53, Konsistenz plastisch, Ausbreitmaß 35 cm.
150 l: 75 kg Sand, 114 kg Splitt, 37,5 kg Zement.

Gußbeton
500 l: 338 kg Sand, 338 kg Basaltsplitt von 5 bis 50 mm, 70 kg Zement, — 180 kg/m³ Gew. d. fertigen Betons. Wasserzusatz 77 l = 10,3 vH, w = 1,10, Konsistenz flüssig, Ausbreitmaß 55 cm.

'estigkeitsunterschiede für Gußbeton bei verschiedenen Mischern und Mischzeiten sich in so engen Grenzen bewegen, daß man, technisch und wirtschaftlich gesehen, behaupten kann, Gußbeton läßt sich in jedem Mischer bei einer Mischzeit von nur 45 s verarbeiten.

Ein zweiter weit wichtigerer Umstand war die 'olgerung, die sich aus den Vergleichsversuchen wischen „Trockenvormischung", „Wasserusatz gleichzeitig mit den Mischstoffen unter Einsparung der Trockenmischzeit" und „Wasserusatz vorab" ergab. Es zeigte sich nämlich, daß wesentliche Festigkeitsunterschiede zwischen en drei verschiedenen Formen des Mischvorganges icht vorhanden sind, Abb. 9. Die überlieferte Anchauung von der Bedeutung der Trockenvormischung muß man daher als überholt betrachten; gleichzeitig ann man die Trockenvormischzeit bei der Gesamtmischeit ohne Schaden sparen.

Weiter lassen die Vorversuche erkennen, daß die bisher, insbesondere behördlicherseits, geübte Praxis, die Mischzeiten stark zu verlängern, weder technisch noch wirtschaftlich zu rechtfertigen ist. Vielmehr deuten die Festigkeitszahlen darauf hin, daß für Stampf-, Eisen- und Gußbeton eine wesentliche Zunahme der Festigkeit bei einer Mischzeit von mehr als 60 s, bei Straßenbeton von mehr

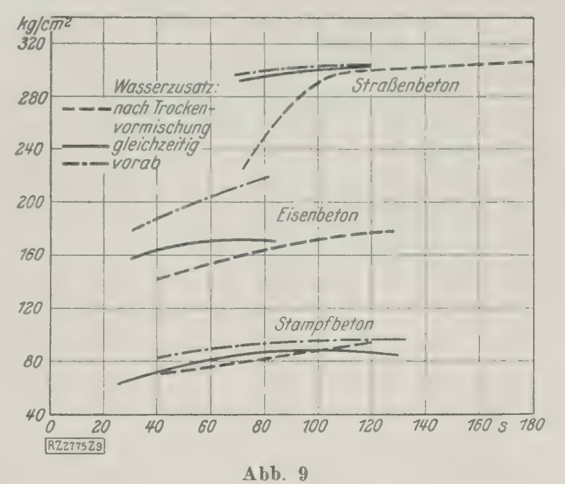


Abb. 9
Festigkeiten in Abhängigkeit von der Art des Wasserzusatzes.

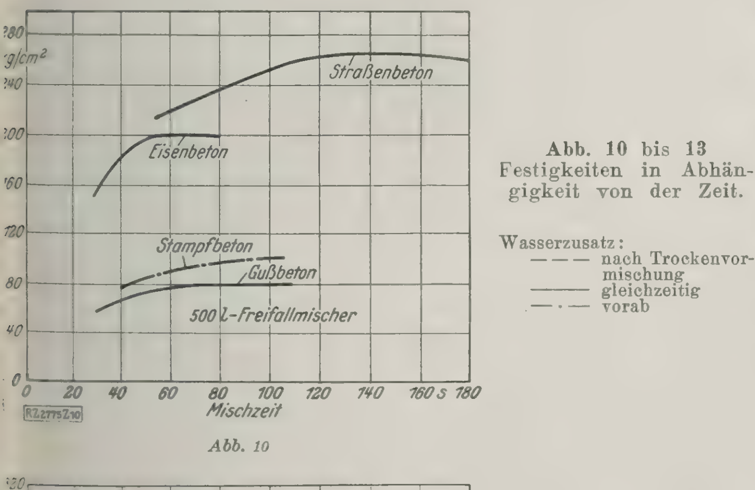


Abb. 10

Abb. 10 bis 13
Festigkeiten in Abhängigkeit von der Zeit.

Wasserzusatz:
——— nach Trockenvormischung
——— gleichzeitig
—·— vorab

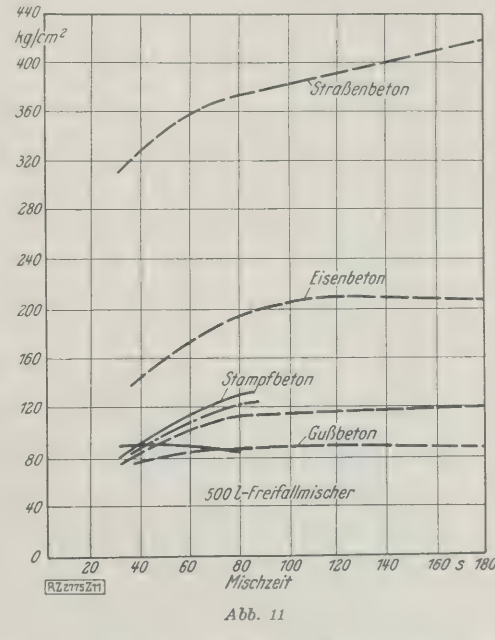


Abb. 11

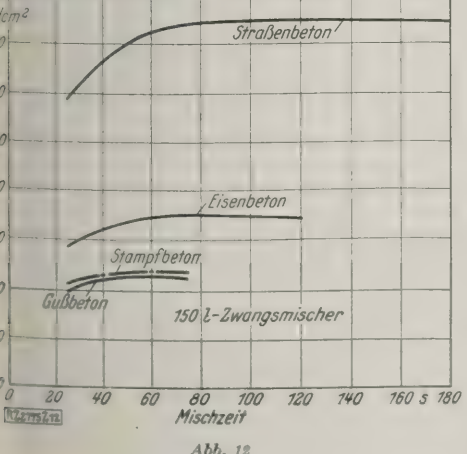


Abb. 12

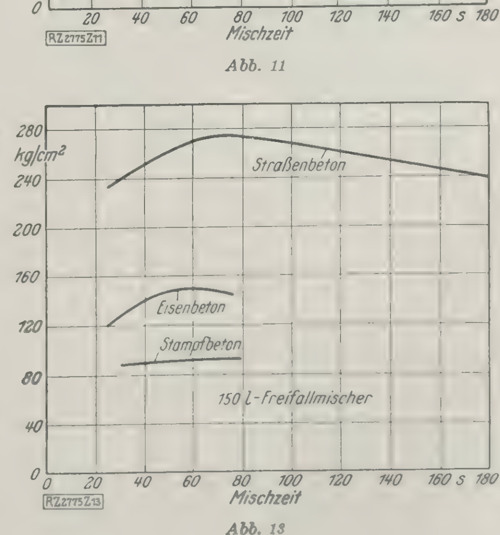


Abb. 13

Abb. 10
500 l-Freifallmischer.

Abb. 11
500 l-Freifallmischer.

Abb. 12
150 l-Zwangsmischer.

Abb. 13
150 l-Freifallmischer.

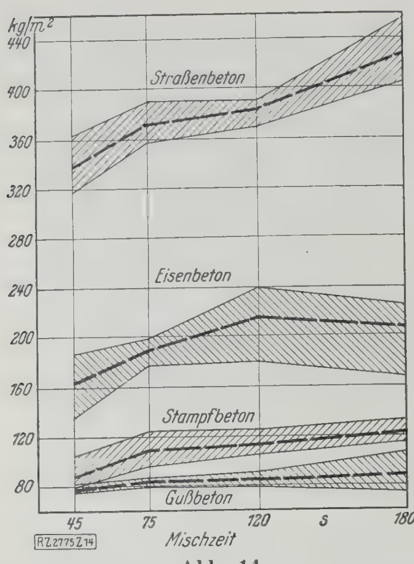


Abb. 14
Druckfestigkeiten der verschiedenen Betonarten mit Streuung.

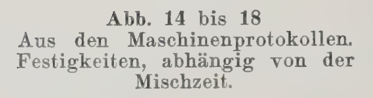


Abb. 14 bis 18
Aus den Maschinenprotokollen. Festigkeiten, abhängig von der Mischzeit.

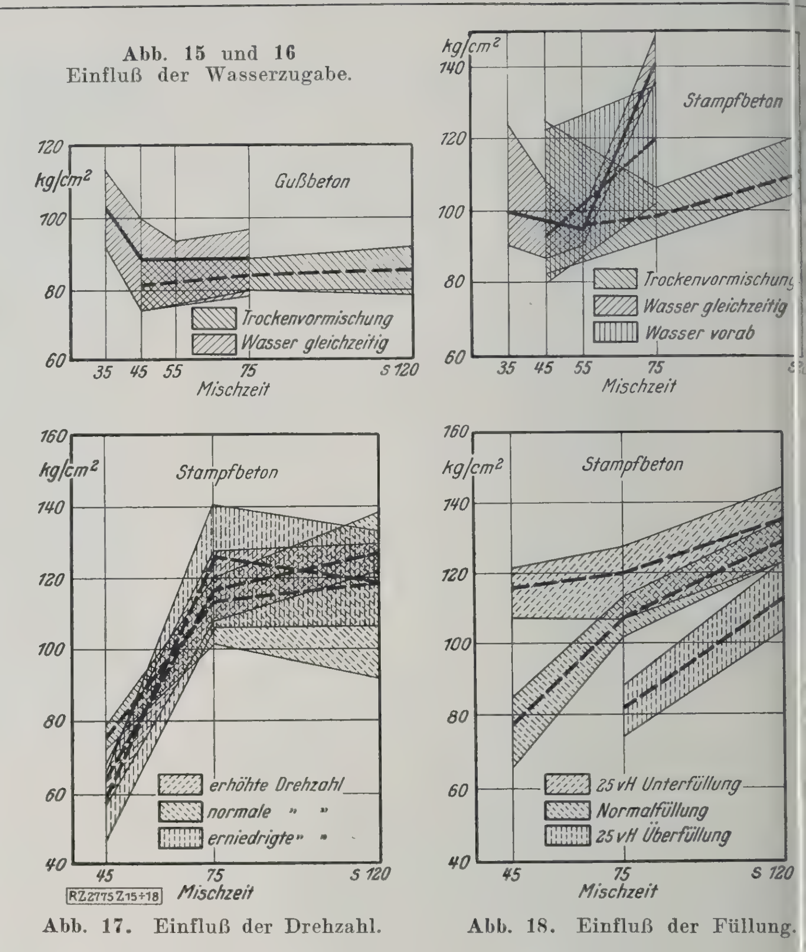


Abb. 15 und 16
Einfluß der Wasserzugabe.

Abb. 17. Einfluß der Drehzahl.

Abb. 18. Einfluß der Füllung.

als 90 s nicht mehr eintritt, Abb. 10 bis 13 Es wurden daher die Normalversuche mit den vorher unter b) genannten Mischzeiten durchgeführt und dabei gerade der Frage der Mischzeit bei ihrer großen wirtschaftlichen Bedeutung das besondere Augenmerk zugewandt.

Neben die Normalversuche trat sodann eine große Anzahl von Zusatzversuchen, um den Einfluß einer Über- und Unterfüllung in der Trommel, einer Erhöhung oder Verminderung der Drehzahl des Mischorgans, von tonigen Beimengungen, einer verschiedenen Schichtung der Zuschlagstoffe, eines geänderten Zementgehaltes usw. festzustellen. Das gleiche gilt von den Kontrollversuchen, die in großer Zahl zu den verschiedensten Zeiten durchgeführt wurden, um über die Treffsicherheit der Ergebnisse ein einwandfreies Bild zu gewinnen.

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse

Alle Versuchsergebnisse für die einzelne Maschine sind in einem umfangreichen Maschinenprotokoll zusammengefaßt, das etwa folgende Einzelheiten enthält:

1. Eine Zusammenstellung aller bei den Versuchen unmittelbar anfallenden Zahlenwerte sowie die daraus gezogenen Mittelwerte.

Die Zusammenstellung ist aufgeteilt in:

a) die Zahlenreihe der Beobachtungsverhältnisse, an Hand deren eine Kritik der gewonnenen Festigkeitswerte durchgeführt worden ist,
b) die Zeiten für die Gesamt- sowie die Teilvorgänge des Arbeitspiels, wie Aufziehen, Mischen, Entleeren, um so die Einflüsse auf die Spieldauer festzustellen,
c) die Energieverbrauchzahlen für Leerlauf und Belastung, in der gleichen Weise unterteilt, um den Anteil insbesondere des Mischens und des Aufziehens am Gesamtenergieverbrauch der Maschine beurteilen sowie den Arbeitsaufwand der verschiedenen Systeme (Zwangs- oder Freifallmischer) für den Mischvorgang vergleichen zu können,
d) den normalen mittleren und höchsten Kraftbedarf der Maschinen, um so einen Einblick in die Abnutzungs- und Antriebverhältnisse zu bekomm… und die richtige Bemessung der Motoren zu erm… lichen,
e) die Raumgewichte, Druckfestigkeiten, Streuun… der Betonwürfel, die die Grundlage aller Schlü… aus den Versuchen bilden.

2. Die graphische Darstellung der Energieaufnah… für verschiedene Betonsorten und Mischzeiten und … Druckfestigkeiten, Abb. 14. Dazu treten für die Zus… versuche in den erweiterten Maschinenprotokollen Sch… linien der Energieaufnahme und der Festigkeiten … verschiedenen Drehzahlen, bei verschiedenen Füllun… und bei verschiedener Wasserzugabe, Abb. 15 bis 18.

Von jedem Mischspiel sind Wattmeteraufzeichnun… vorgenommen worden, um die Arbeitsweise der Masc… nen genauestens zu erfassen. Eine Kritik vom betrie… technischen Standpunkt schließt sich an.

Wasserzumessung

Bei 99 vH aller Mischmaschinen kann von einer a… nur einigermaßen einwandfreien Wasserzumessung ka… die Rede sein, Abb. 19. Es wurde deshalb nach eingehend… Vorversuchen die Abmeßvorrichtung von *Vogelsam…* Abb. 20, die mit einer Meßgenauigkeit bis … 0,5 vH arbeitet, bei sämtlichen Versuchen benutzt. … gewünschte Wassermenge wird durch den veränderlich… Inhalt eines mit einem beweglichen Kolben versehen… Zylinders durch eine Schraubenspindel mittels ei… Handrades nach einer geeichten Einteilung eingeste… Bei den handelsüblichen Wasserabmeßeinrichtungen … eine zahlenmäßige Zumessung einer bestimmten Menge … Litern nach Bedarf nicht möglich. Man kann zw… mit den üblichen Einrichtungen einer Mischmaschi… in den Grenzen der den Einrichtungen anhaftend… Ungenauigkeiten die gleiche Menge wie bei ein… früheren Mischung einstellen; man kann aber ni… sagen, wieviel Liter Wasser nun der Mischung zu… führt werden. Bei den kontinuierlichen Mischern … eine zählende, also ununterbrochen arbeitende Wass… abmeßeinrichtung nötig. Ein dritter schwacher Pun…

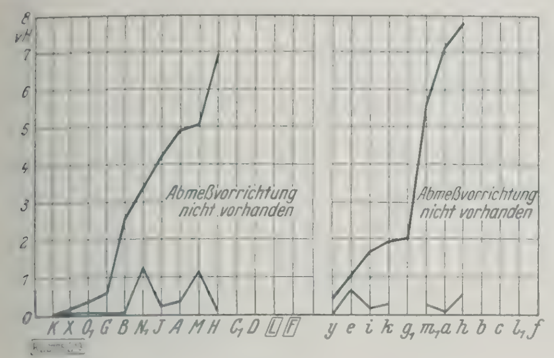


Abb. 19
Wasserzumeßvorrichtung, obere und untere Fehlergrenze.

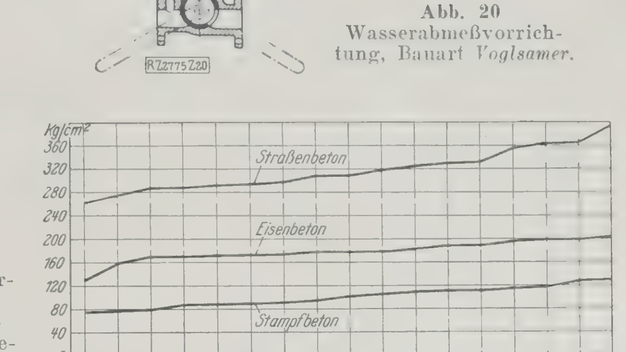


Abb. 20
Wasserabmeßvorrichtung, Bauart *Voglsamer.*

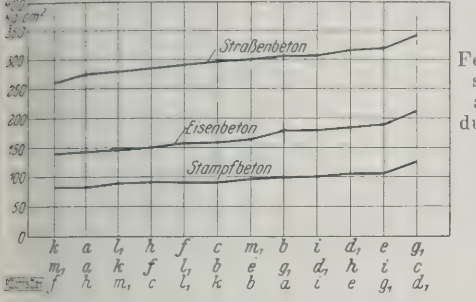


Abb. 21 und 22
Festigkeiten der verschiedenen Betonarten bei Verwendung der verschiedenen Mischer.

Abb. 21 (links) 150 l-Mischer.

Abb. 22 (rechts) 500 l-Mischer.

Es bedeuten:
kleine Buchstaben 150 l-Mischer,
große " 500 " ,
mit Zeiger 1 Zwangsmischer,
ohne Zeiger Freifallmischer,
umrahmte Buchstaben kontinuierliche Mischer.

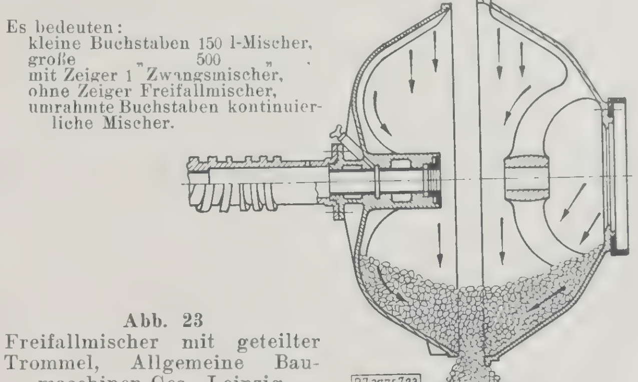
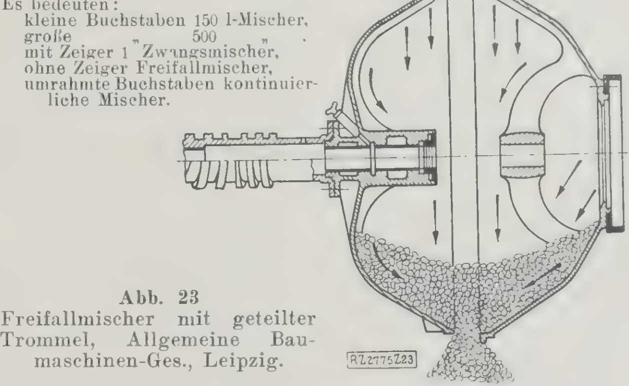



Abb. 23
Freifallmischer mit geteilter Trommel, Allgemeine Baumaschinen-Ges., Leipzig.

…st der Wasserabfluß. Die in diesen Versuchen …ermittelten erheblich kürzeren Mischzeiten bedingen eine …Wasserzuführung, die eine möglichst rasche Durch…euchtung gewährleistet.

Die Güte der Mischmaschinen

Die Frage: welcher Mischer ist nun der beste? ist, …bgesehen von den Schwierigkeiten, die den Veranstal…ern entstehen würden, nicht so einfach zu beantworten. …s wurde auch, um den Einzelnen vor wirtschaftlichen …achteilen zu schützen, ein Geheimschlüssel für die …ezeichnung der Maschinen gewählt und die Beteiligten …u unbedingtem Stillschweigen verpflichtet. Jede Fabrik …ennt so die Ergebnisse für ihre eigenen Maschinen und …eren Lage zu anderen, um die Rückschlüsse für die …Weiterentwicklung ihrer Erzeugnisse ziehen zu können; …ie weiß aber nicht, wer die Nachbarn nach oben und …ach unten, wer die besten und die schlechtesten in den …usammenstellungen sind. Auch aus rein sachlichen …ründen ist eine Antwort nicht so einfach zu geben. …eben die Wertung der reinen Festigkeitszahlen tritt …ine solche der Güte der Wasserabmeßeinrichtungen, der …pieldauern, der Energieverbrauchzahlen, der Abnutz…röße, der betriebstechnischen Eignung und nicht zum …venigsten der Gewichte und damit der Preise.

In Anbetracht dieser Schwierigkeiten wurde vor…rst davon abgesehen, eine Wertungsskala für das Ge…amtergebnis aufzustellen. Selbst aus den Festigkeits…verten ist keine bestimmte Reihenfolge in der Güte der …laschinen ersichtlich. Es stehen nicht etwa die Ver…uchsergebnisse eines Fabrikates durchweg an oberster …telle, sondern Maschinen, die vielleicht bei Eisenbeton …ervorragende Festigkeiten erzielt haben, stehen bei …tampfbeton an unterster Stelle u. a. Das bedeutet aber, …aß die Mischerbauarten unterschiedlich für die ver…chiedenen Betonsorten geeignet sind, Abb. 21 und 22. Die …auunternehmer haben aber im Gegensatz zu den …etonwarenfabriken keinen Vorteil von Spitzenwerten …ür e i n e Betonart, sondern müssen den größeren Wert …uf gleichmäßige Mittelergebnisse legen.

Mischverfahren und Mischorgan

Unter Freifallmischer sind all die Mischer zu …erstehen, bei denen in mehr oder minder freiem Fall …as durch die Trommel mit hochgenommene Gut durch…inander geworfen und dabei die Mischwirkung erzielt …vird, Abb. 23, während beim Zwangsmischer, Abb. 24,

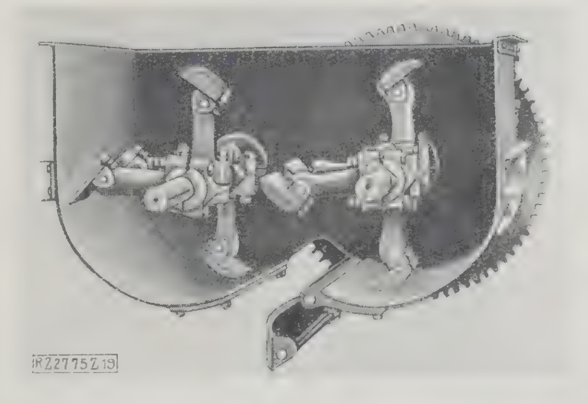
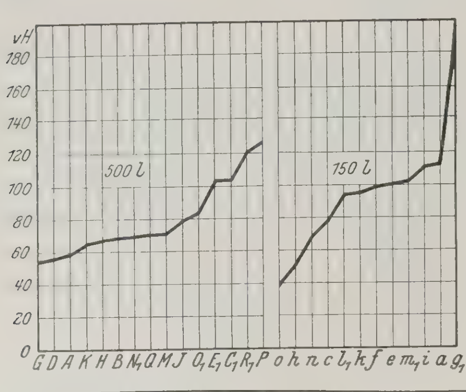


Abb. 24
Zwangsmischer mit Doppelrührwerk, Bayrisches Hüttenamt Sonthofen.

ein waagerechtes oder senkrechtes Rührwerk das in einem Trog befindliche Mischgut durcharbeitet. Aus Abb. 17 und 22 sieht man, daß zunächst ganz allgemein weder zu Gunsten des einen noch des anderen Mischverfahrens eine ausgesprochene Tendenz in den Festigkeitsergebnissen vorliegt. Dabei ist selbstverständlich abzusehen von dem Verhalten beider Verfahren bei der Verarbeitung von fettem Kalkmörtel, eine Untersuchung, die noch bei ihrer Bedeutung für den Hochbau geplant ist.



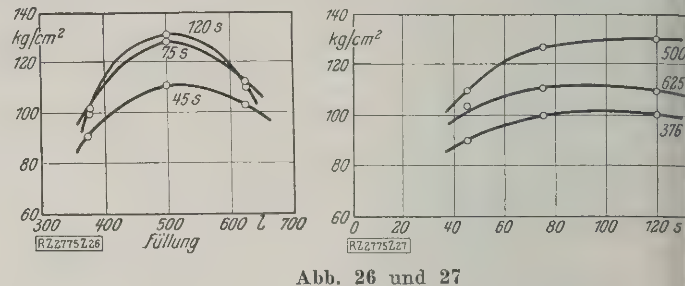


Abb. 26 und 27
Festigkeit in Abhängigkeit von der Füllung.

Abb. 25 (links). Verhältnis vom Wasserinhalt des Mischbehälters zur Nennfüllung der Maschine.

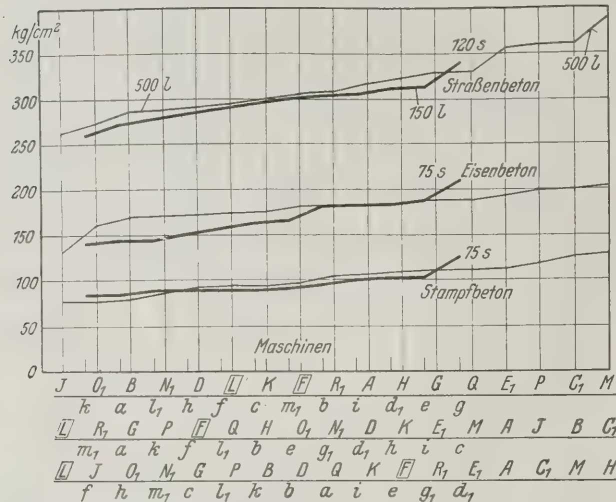
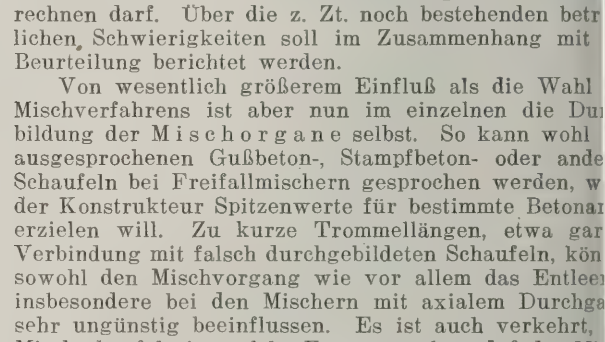


Abb. 28. Vergleich der mit Mischern von 150 l und 500 l Inhalt erzielten Festigkeiten.



Ebenso ließ sich bereits hier wenigstens in bezug die Festigkeiten ein Überblick über die Eignung kontinuierlichen Mischverfahrens für Bauzwecke gew nen. Die Festigkeiten liegen für Stampfbeton n schlecht. Für die anderen Betonsorten doch wohl daß man mit einer Weiterentwicklung des Verfahr rechnen darf. Über die z. Zt. noch bestehenden betr lichen Schwierigkeiten soll im Zusammenhang mit Beurteilung berichtet werden.

Von wesentlich größerem Einfluß als die Wahl Mischverfahrens ist aber nun im einzelnen die Du bildung der Mischorgane selbst. So kann wohl ausgesprochenen Gußbeton-, Stampfbeton- oder ande Schaufeln bei Freifallmischern gesprochen werden, w der Konstrukteur Spitzenwerte für bestimmte Betonar erzielen will. Zu kurze Trommellängen, etwa gar Verbindung mit falsch durchgebildeten Schaufeln, kön sowohl den Mischvorgang wie vor allem das Entlee insbesondere bei den Mischern mit axialem Durchga sehr ungünstig beeinflussen. Es ist auch verkehrt, Mischschaufel eine solche Form zu geben, daß das Mis gut sofort von der Einlauf- auf die Entleerseite wan und sich dort zusammendrängt.

Füllung der Trommel

Der Deutsche Beton-Verein hat gemeinsam mit Mischmaschinen-Verband die Füllungen mit 75, 150, 375, 500, 750 und 1000 l genormt. Der Rauminhalt Mischtrommel oder Trog muß zur Füllung in einem gemessenen Verhältnis stehen, Abb. 25. Hier sind bei einzelnen Bauarten erhebliche Unterschiede vorhand Wie sich dann die Festigkeitszahlen bei Über- Unterfüllung ändern können, zeigen Abb. 26 und 27. M muß also vor der auf den Baustellen oft geübten Pra die Trommel höher zu beschicken, als ihrer Nennfüll entspricht, nicht eindringlich genug warnen. Die hauptung, daß der große Mischer besser mischt als kleine, ist falsch, Abb. 28.

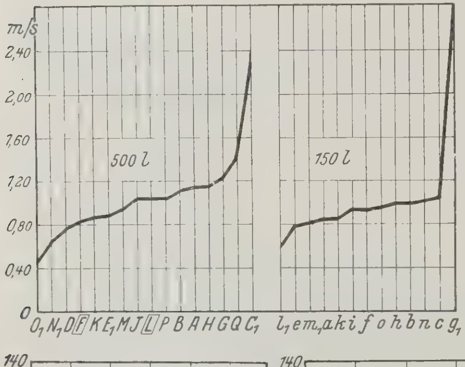


Abb. 29
Größte Umfangsgeschwindigkeit des Mischorgans.



Mischgeschwindigkeit

Wohl die gleiche Bedeutung wie der Form der Mis organe und der Größe des Mischraumes kommt der ri tigen Wahl der Mischgeschwindigkeit zu, we

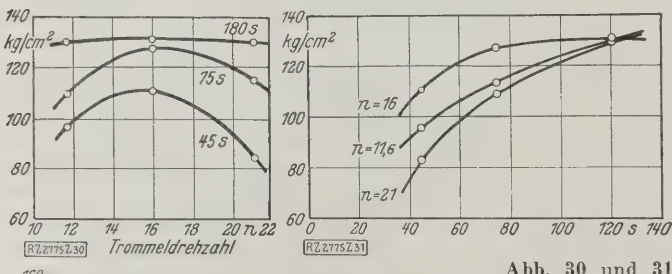
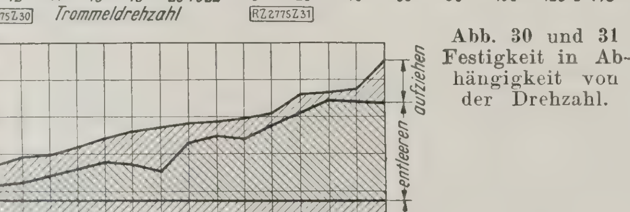


Abb. 30 und 31
Festigkeit in Abhängigkeit von der Drehzahl.



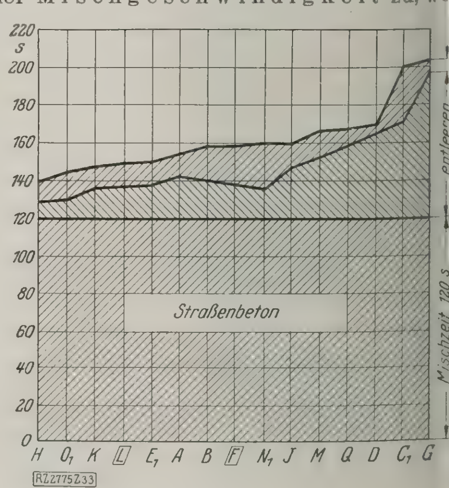
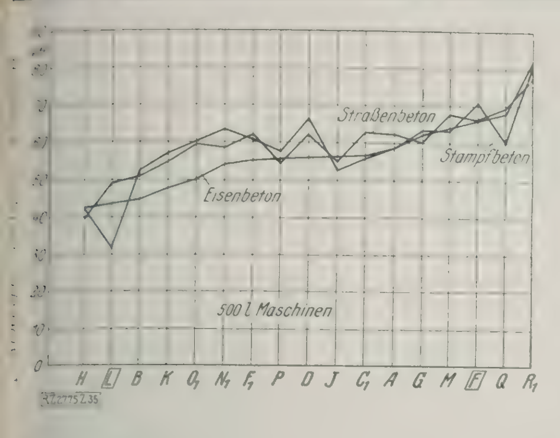


Abb. 32 und 33
Spieldauer und Entleerzeiten der Mischer mit 500 l Inhalt bei Straßen- und Eisenbeton.



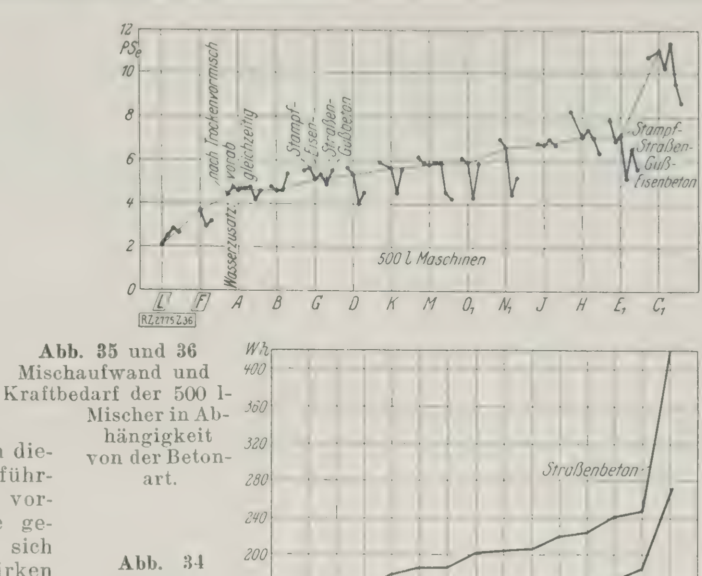


Abb. 35 und 36 Mischaufwand und Kraftbedarf der 500 l-Mischer in Abhängigkeit von der Betonart.

…uch keinesfalls etwa eine Proportionalität zwischen dieser und der Festigkeit vorhanden ist. Bei den ausgeführten Maschinen sind recht erhebliche Unterschiede vorhanden, Abb. 29. Im allgemeinen kann man die gewählte Größe als richtig bezeichnen. Wie nachteilig sich aber eine Vermehrung oder Verminderung auswirken kann, zeigen Abb. 30 und 31. Man muß also auf den Baustellen das Einhalten der vorgeschriebenen Drehzahlen sorgfältig beachten. Die Hoffnung, auf dem Wege der Erhöhung der Mischgeschwindigkeit eine Abkürzung der Spieldauer und damit eine größere Stundenleistung zu erzielen, muß man als abwegig bezeichnen. Anderseits zeigt die Nebeneinanderstellung der Spieldauern der einzelnen Maschinen bei gleich gehaltenen Mischzeiten, wie wenig Aufziehen und Entleeren die Dauer des Arbeitsspieles beeinflussen. Abb. 32 und 33. Die etwa erzielbaren Ersparnisse, die sich nur beim Entleeren auswirken können, dürften sich nur in den Grenzen von 15 bis 20 s bewegen, also bei 60 s Mischzeit nicht mehr als 20 bis 30 vH ausmachen.

Energieaufnahme und Kraftbedarf

Wenn auch der Energieanteil bei den Erzeugungskosten des Betons nicht mehr als höchstens 0,5 bis 1 vH ausmachen dürfte, so hat gerade die Feststellung der Energieaufnahme sowie des mittleren und größten Kraftbedarfs mit Hilfe eines selbstschreibenden Wattmeters einen recht anschaulichen Einblick in den konstruktiven Aufbau der Mischer ermöglicht, Abb. 34. Nur hierdurch war man wiederholt in der Lage, den Maschinenfabriken

Abb. 34 Energieaufnahme der Mischer mit 500 l Inhalt; Mischzeit bei Eisenbeton 75 s, bei Straßenbeton 120 s.

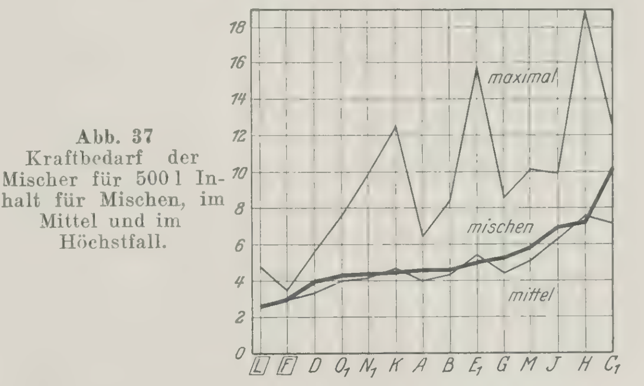


Abb. 37 Kraftbedarf der Mischer für 500 l Inhalt für Mischen, im Mittel und im Höchstfall.

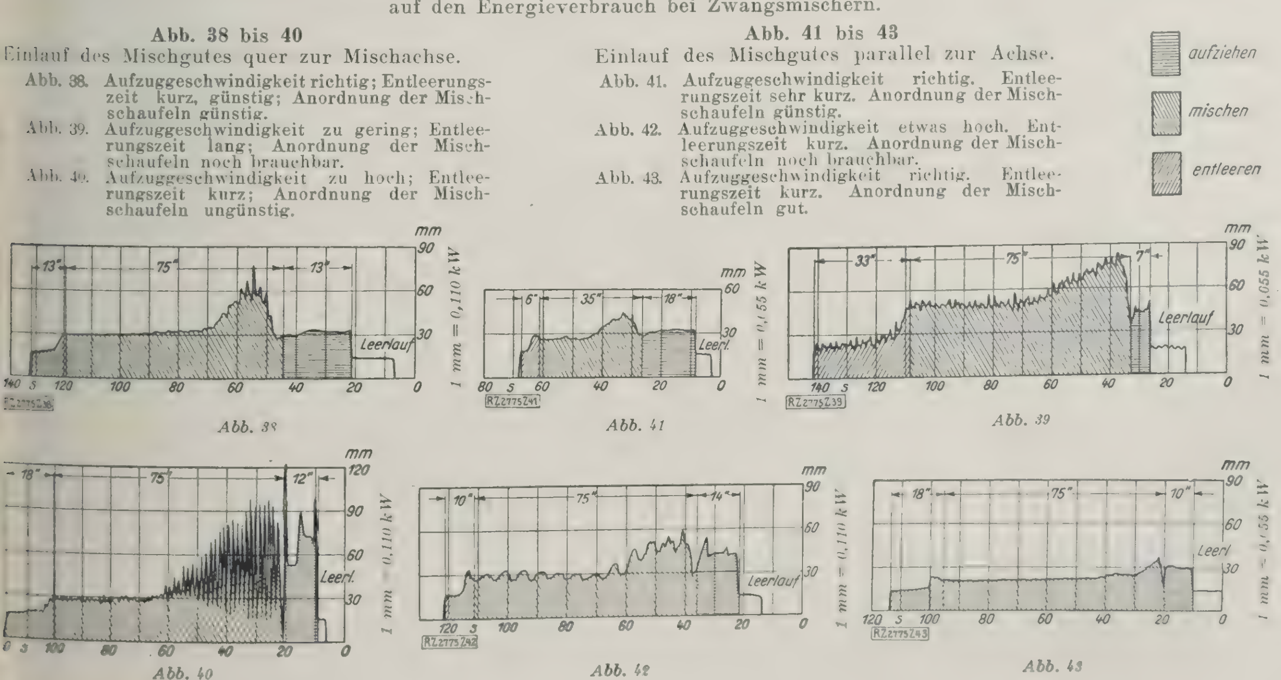
Abb. 38 bis 43. Einfluß der Aufzuggeschwindigkeit, der Entleerung und der Anordnung der Mischschaufeln auf den Energieverbrauch bei Zwangsmischern.

Abb. 38 bis 40
Einlauf des Mischgutes quer zur Mischachse.

Abb. 38. Aufzuggeschwindigkeit richtig; Entleerungszeit kurz, günstig; Anordnung der Mischschaufeln günstig.
Abb. 39. Aufzuggeschwindigkeit zu gering; Entleerungszeit lang; Anordnung der Mischschaufeln noch brauchbar.
Abb. 40. Aufzuggeschwindigkeit zu hoch; Entleerungszeit kurz; Anordnung der Mischschaufeln ungünstig.

Abb. 41 bis 43
Einlauf des Mischgutes parallel zur Achse.

Abb. 41. Aufzuggeschwindigkeit richtig. Entleerungszeit sehr kurz. Anordnung der Mischschaufeln günstig.
Abb. 42. Aufzuggeschwindigkeit etwas hoch. Entleerungszeit kurz. Anordnung der Mischschaufeln noch brauchbar.
Abb. 43. Aufzuggeschwindigkeit richtig. Entleerungszeit kurz. Anordnung der Mischschaufeln gut.



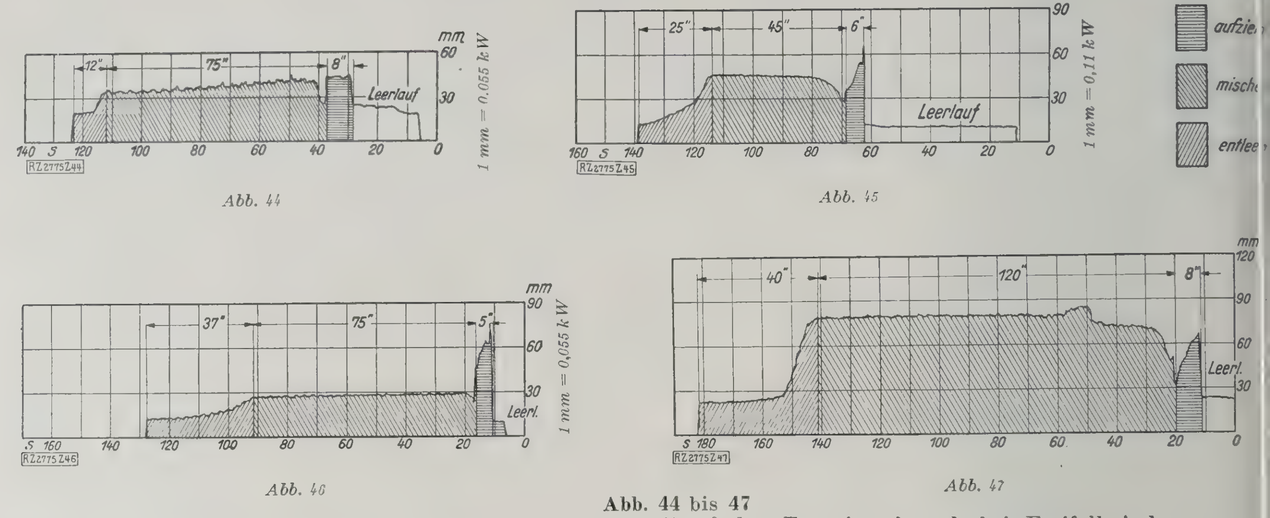


Abb. 44 bis 47
Einfluß der Aufzuggeschwindigkeit und Entleerungszeit auf den Energieverbrauch bei Freifallmischern.

A Aufzuggeschwindigkeit *B* Entleerungszeit

Abb. 44. Maschine günstig abgestimmt. *A* richtig; *B* kurz.
Abb. 45. *A* etwas hoch; *B* lang.
Abb. 46. *A* zu hoch; *B* zu lang.
Abb. 47. *A* zu niedrig; *B* zu lang.

Anregungen zur Abstellung verhältnismäßig leicht behebbarer Mängel zu geben.

Die Ordnung der Maschinen nach der Größe der Energieaufnahme zeigt zunächst die große Überlegenheit des kontinuierlichen Mischvorganges, Abb. 34. Die Schaulinien zeigen auch, daß der vielfach behauptete höhere Energieverbrauch der Zwangsmischer gegenüber den Freifallmischern keineswegs grundsätzlich auf dieses Mischverfahren zutrifft, da Aufziehen und Entleeren den Vorgang stark beeinflussen. Bemerkenswert wird das Bild, wenn wir den Energieaufwand für das Mischen allein betrachten, der in überraschender Parallelität zur Festigkeit steht, und wenn wir dann den Begriff des sogenannten Mischaufwandes, d. h. das Verhältnis von reinem Energieverbrauch für den Mischvorgang zum Gesamtaufwand des Arbeitspieles bilden, Abb. 35 und 36. Man könnte hier geradezu von einem Wirkungsgrad sprechen, wenn man Mischaufwand und Festigkeitsergebnis in Beziehung zueinander setzt. Gleichzeitig läßt sich feststellen, daß der Energieaufwand auf 1 m³ Beton im Mittel bei allen Maschinen bei etwa 0,5 kWh liegt.

Mittels einer Gegenüberstellung von mittlerem und größtem Kraftbedarf, Abb. 37, gewinnen wir einen Einblick in die dauernden Betriebstöße, denen eine Maschine ausgesetzt ist, und können daraus Rückschlüsse auf die Abnutzung ziehen. Je höher die stetigen Spitzen, desto nachteiliger müssen sie sich im Triebwerk auswirken. Auch die Antriebverhältnisse werden offensichtlich hierdurch beeinflußt. Zwar spielen die Stromstöße beim Elektromotor keine große Rolle, aber der Verbrennungsmotor, der nur eine sehr geringe Kraftreserve aufweist, wird bei starken Belastungsstößen unnötig kräftig und damit schwer und teuer.

Der Einfluß irgendwelcher konstruktiver Eigentümlichkeiten oder Mängel spiegelt sich im Schaubild deutlich wieder, Abb. 38 bis 40. Eine geschickte Schaufelform und ein richtig gewählter Eingriff der Rührwerkarme läßt eine nahezu gleichmäßige Belastung des Antriebmechanismus auch bei Zwangsmischern erreichen, Abb. 41. Der Einfluß der Aufzuggeschwindigkeit ist von größter Wichtigkeit. Wird sie zu groß gewählt, so zwingen die Aufzugspitzen zu einer Überbemessung des Antriebmechanismus, Abb. 40. Ist sie zu klein, Abb. 39, so wird der an und für sich für den Mischvorgang zu bemessende Motor nicht voll ausgenutzt. Sogar die Zahl der Durchwürfe des Mischgutes läßt sich genau ablesen, Abb. 44 bis 47, ebenso wie man mit Hilfe des selbstschreibenden Wattmeters deutlich die Folgen einer unregelmäßigen Mischgutzufuhr bei einem der untersuchten kontinuierlichen Mischer feststellen konnte, Abb. 48.

Bei der betontechnischen Entwicklung dieses Mischverfahrens sind nicht die Schwierigkeiten zu verkennen, die bei den großen Mengen in der gleichmäßigen Zufu des Mischgutes bestehen, sowie in der Frage der Glei haltung der Konsistenz und vor allem der Zusamm setzung des Mischgutes, die in beliebigem vorherbestim ten Mengenverhältnis jederzeit ohne große Abweich gen leicht einstellbar gestaltet werden muß. Man d auch nicht übersehen, daß die fließende Fertigung v Beton, so erstrebenswert sie vom wirtschaftlichen Sta punkt ist, bei unseren Bauarbeiten für mehr als 95 ausscheiden dürfte, weil die für längere Zeit geford ten gleichen Stundenleistungen nur für ganz gro Bauten in Frage kommen.

Forderungen für den Bau und Betrieb der Maschinen

Die Zusammenstellung der Gewichte führt bere zur Kritik der Betriebseigenschaften der Maschin Sie soll in die Form von Forderungen geklei werden, die Erzeuger und Verbraucher gemeins als Folgerungen aus diesen Versuchsergebnissen für Weiterentwicklung des maschinellen Betonmischens heben sollten. Diese Forderungen seien gegliedert die Gesichtspunkte, die sich auf die Maschinen und d die sich auf den Mischvorgang beziehen

1. Die graphische Darstellung der Maschine gewichte, Abb. 49, die man im allgemeinen als gleic laufend mit den Preisen ansehen kann, zeigt, daß b nahezu allen Maschinen der deutsche Grundsatz kräftig Bauart vorherrschend ist. Sie zwingt aber auch zu d Bemerkung, daß weder dem Verbraucher noch dem E zeuger mit Auswüchsen nach oben oder unten gedie sein kann. Für eine Maschine von 150 l sollte sich dah das Gewicht zweckmäßig um 1800 bis 2000 kg, für d Maschine von 500 l um 4000 bis 5000 kg bewegen.

2. Vom betriebstechnischen Standpunkt von größt Bedeutung ist die Möglichkeit, die Zu- und Abfu des Mischgutes so zu gestalten, daß die Aufenthalte zw schen zwei Mischerspielen auf ein Mindestmaß b schränkt werden, um die theoretische Zahl der Mischu gen in 1 h möglichst zu erreichen. Diese Möglichkeit b dingt jedoch für den konstruktiven Aufbau z. B. d Mischers von 500 l folgende leider noch nicht über verwirklichten Forderungen:

a) Der Aufbau der Maschine muß so sein, daß m ohne Hochklotzen oder besondere Aufbauten m dem üblichen ¾ m³-Muldenkipper die Rohstoffe a fahren und den fertigen Beton ohne Rückstände dem Auslauf und ohne Überlaufen der Wagen a fahren kann.

b) Die Zu- und Abfuhr der Wagen muß im Kre betrieb unbehindert durch die Fahrräder und a dere Teile der Mischmaschine möglich sein.

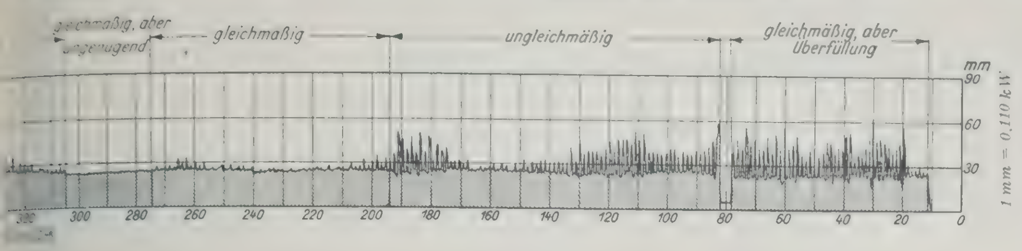


Abb. 48
Einfluß der ungleichmäßigen Beschickung auf den Energieverbrauch eines kontinuierlichen Mischers.

c) Hierzu ist eine schräge Aufzugbahn zweckmäßiger als eine senkrechte, weil sie ein vorheriges Wegschieben des Muldenkippers erübrigt.

d) Der Aufzugkasten ist so durchzubilden, daß seine Breite der Länge des ¾ m^3-Muldenkippers entspricht, damit man ohne besondere Schurren auch bei nicht genauer Wagenstellung Verluste an Mischgut beim Aufheben vermeidet.

e) Die Form des Aufzugkastens soll ein restloses Entleeren in der Füllstellung gewährleisten. Ein Rutschwinkel unter 50° ist zu klein. Unzweckmäßige Durchbildung der Auslaufschurre oder des Halses, Nietköpfe in der Blechwandung müssen vermieden werden; u. U. ist eine besondere Rütteleinrichtung vorteilhaft, obwohl sie natürlich zusätzliche Maschinenteile erfordert. Die Entwicklung der äußeren Form scheint nach dem flachen Aufzugkasten der Straßenmischer, die keine Grube erfordern, zu weisen.

f) Die Aufzuggeschwindigkeit ist durch den Kraftbedarf der Mischorgane nach oben festgelegt; sie beträgt mit dieser Einschränkung zweckmäßig etwa 0,25 bis 0,3 m/s. Dabei ist mit Rücksicht auf den Seilverschleiß nach Möglichkeit den Grundsätzen der neuen Reichsaufzugsverordnung Rechnung zu tragen, wo die Trommel- und Seilrollendurchmesser auf das 22- bis 25fache des Seildurchmessers gegenüber den zur Zeit teilweise etwa 10- bis 15fachen festgelegt werden. Mindestens sollten aber die Bremsenanweisungen beachtet werden, nach denen das Auskuppeln der Winde selbsttätig das Einfallen der Bremse bedingt. Die Bestimmungen der Reichsaufzugsverordnung für die zweiten Windwerke, die zur Bedienung von Schnellbauaufzügen und ähnlichem dienen, müssen in jedem Falle eingehalten werden.

3. Zu den wichtigsten Forderungen in konstruktiver Beziehung gehört ein ausreichendes Verhältnis von Nenninhalt zum Wasserinhalt der Maschinentrommel. Es sollte nicht unter 0,7 bis 0,950 bei 500 und 150 l heruntergehen. Auch die Schaufelform ist von ausschlaggebender Bedeutung. Zu fordern sind Bauarten, die bei bestimmten Betonarten nicht Höchstwerte, sondern ein gleichmäßig gutes Ergebnis für alle Mischgutarten liefern. Das Mischgut muß während des ganzen Mischvorganges ohne Streuung nach außen gut in der Mitte der Trommel bewegt werden, ein Zubacken der Schaufelecken darf nicht eintreten, eine gute Auswasch- und Reinigungsmöglichkeit muß gewährleistet sein, wobei es möglich sein muß, ohne Auswischen auch die letzten Wasserreste auf üblichem Wege zu entleeren.

4. Bei der Bedeutung der Geschwindigkeit der Mischorgane für die Mischintensität ist es unbedingt erforderlich, in Zukunft das Leistungsschild der Maschinen durch Angaben über die Drehzahl der Trommel oder der Mischwelle sowie der Antriebmaschine zu erweitern. Ebenso ist der Kraftbedarf anzugeben, wobei nochmals die Forderung erhoben wird, die Mischorgane so durchzubilden, daß sich der Kraftbedarf über das ganze Arbeitspiel ohne Stöße gleichmäßig entwickelt.

Auch eine gewisse Vereinheitlichung des Antriebs ist in der Richtung unbedingt

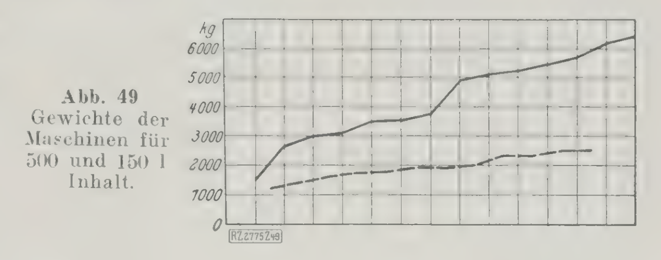


Abb. 49
Gewichte der Maschinen für 500 und 150 l Inhalt.

erforderlich, daß die Drehzahlen oder besser die Umfangsgeschwindigkeiten der Antriebscheiben weitgehend übereinstimmen, um dem Verbraucher für jede Maschine die Verwendung eines genormten Elektromotors zu gestatten. Dabei ist die Möglichkeit des Einbaues von Verbrennungsmotoren mit üblichen Drehzahlen vorzusehen.

5. Für die Durchbildung der Wasserabmeßeinrichtungen schließlich werden die Forderungen erhoben, daß sie zunächst mit Fehlergrenzen von nicht über 2 vH arbeiten, vor allem eine zahlenmäßige Zumessung in Litern gestatten, daß ihre Einstellung von Mischung zu Mischung dem Einfluß des Bedienungspersonals entzogen ist, daß sie unter Umständen gestatten, diese Einstellung durch die Maschinen selbst vornehmen zu lassen. Die Entleerungszeit soll nicht mehr als 15 s betragen. Für die Maschinen von 1000, 750, 500, 375 oder 250 und 150 l sollen die Wasserabmeßeinrichtungen einen Fassungsraum von 200, 150, 100, 75 oder 50 l aufweisen.

Forderungen für die Durchbildung des Mischvorganges

Die Gesichtspunkte für die Durchbildung des Mischvorganges können mit Rücksicht auf den folgenden Aufsatz von Prof. *Graf* darauf beschränkt werden, sie möglichst zu unterstreichen.

1. An die Spitze zu stellen ist die Forderung, die Trockenvormischung fallen zu lassen und nach Bedarf das Wasser gleichzeitig oder vorab in die Trommel zu geben.

2. Die Mischzeit sollte für Stampf-, Guß- und Eisenbeton nicht über 60 s, für Straßenbeton nicht über 90 s ausgedehnt werden.

3. Für die Wasserzumessung müssen bestimmte Fehlergrenzen festgelegt werden.

Aufstellung von Leistungsregeln

Es bliebe nur übrig, darauf hinzuweisen, daß es im gleichen Interesse von Erzeugern wie Verbrauchern zu begrüßen wäre, wenn einem kürzlich geäußerten Wunsch entsprechend die bisherige erfolgreiche Gemeinschaftsarbeit sich fortsetzt in der Aufstellung von Leistungsregeln für Mischmaschinen, durch die minderwertigen Erzeugnissen von vornherein der Boden zur Gefährdung des Marktes entzogen werden könnte. Von der ferneren Zukunft kann man dann eine technisch-wirtschaftliche Verständigung der Erzeuger erhoffen, die die unnötige Vielzahl der Bauarten auf einige wenige Vertreter der beispielsweise heut in den Vereinigten Staaten von Amerika nur noch ausgeführten zwei Bauarten: „Kipptrommelmischer" und „Freifallmischer mit Materialdurchlauf in einer Richtung", zu denen zweckmäßig noch ein „Zwangmischer" träte, beschränkt. [B 2775]

Die wichtigsten Ergebnisse der Versuche mit Betonmischmaschinen

/ *Von OTTO GRAF, Stuttgart*

Die Ergebnisse älterer Untersuchungen an Betonmischmaschinen lassen nicht alle Mischvorgang auftretenden Einflüsse erkennen, so daß weitere umfangreiche Versuche Leitung von Garbotz und Graf durchgeführt wurden. Die versuchstechnischen Grundl werden dargelegt und die Mischdauer für verschiedene Arten von Beton, die Frage trockenen und nassen Mischens, sowie die Wasserzugabe und die Wassermesser behandel Neueste Untersuchungen in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Ältere Untersuchungen

Versuche mit Mischmaschinen und Erörterungen über den Einfluß der Bauart der Mischmaschinen (Freifallmischer, Zwangsmischer, kontinuierliche Mischer u. a). kennen wir seit den Anfängen des neuzeitlichen Betonbaues[1a]). Die älteren Untersuchungen beschränken sich fast ausschließlich auf die Feststellung des Einflusses der Mischdauer auf die Widerstandfähigkeit des Betons. Untersuchungen, die den Einfluß der Art des Mischens und die Eigenschaften der Maschine ausreichend beurteilen ließen, haben bis jetzt fast ganz gefehlt. *Gary* hat über Versuche mit dem Mörtelmischer, Bauart *Steinbrück*, berichtet[2]), der noch heute bei der Zementprüfung für das Mischen des Normenmörtels benutzt wird. Dabei hat man einen verhältnismäßig großen Einfluß der Mischdauer, Zahlentafel 1, gefunden; der Grenzwert lag noch außerhalb des beobachteten Gebietes.

Versuche für das Hüttenamt Sonthofen haben für den Sonthofener Zwangsmischer erkennen lassen; daß Stampfbeton, der 2 min gemischt wurde, praktisch die gleiche Druckfestigkeit lieferte wie Beton gleicher Zusammensetzung mit nur 1 min Mischdauer. Mit einer anderen Maschine sind unter sonst gleichen Umständen bei 1 min Mischdauer nur rd. drei Viertel der Festigkeit ermittelt worden, die bei 2 min Mischdauer vorhanden war. Stuttgarter Versuche[3]), Zahlentafel 2, haben für die Mischmaschine, Bauart *Hüser*, gezeigt, daß der Einfluß Mischdauer von 1 bis 3½ min zwar noch zu erkem aber als unerheblich anzusehen ist.

[1]) Vorgetragen auf der 32. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereines am 8. März 1929 in Berlin.

[1a]) Vergl. *Büsing* und *Schumann*: „Der Portlandzement“, 2. Aufl. 1899, S. 181 und S. 217, ferner 3. Auflage 1905, S. 281.

[2]) Protokoll der Verhandlungen des Vereins deutscher Portland-cement-Fabrikanten 1898 S. 118.

[3]) *C. Bach* und *O. Graf*, Forschungsarbeiten 1909 Heft 72 bis 74 S. 14; *Graf*, „Armierter Beton“, Bd. 7 (1914) S. 199.

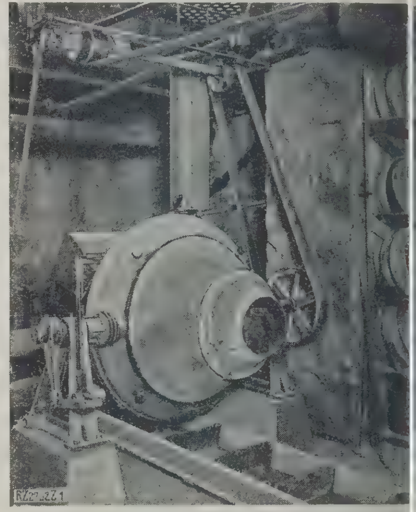


Abb. 1 Mischmaschine, Bauart *Smith*, benutzt bei den Versuchen von *Abrams*.

Die bisher genannten Feststellungen veranlaf wiederholt, auf die Notwendigkeit planmäßiger Leistu versuche mit Mischmaschinen verschiedener Bauart merksam zu machen[4]). Den Anregungen folgten V suchspläne; der Entschluß, die erforderlichen Mittel reitzustellen, blieb aber jeweils aus. Später beka gewordene Beobachtungen ließen die Forderung n umfassenden Versuchen noch dringender erscheinen.

Burchartz[5]) empfahl nach Versuchen mit Stampfbe der von Hand gemischt wurde, zunächst den gebrau fertigen Mörtel herzustellen und erst diesem die gro Bestandteile beizumischen. *Mahir*[6]) hat mit lehrreic Erörterungen und auf Grund von Versuchen mit schinen verschiedener Art vorgeschlagen, allgem mindestens 3 min Mischdauer vorzusehen und eine V richtung anzubringen, die das Entleeren der Masch nur nach dem Durchlaufen einer bestimmten Anzahl U drehungen ermöglicht. Die Versuchsergebnisse lief keine Begründung zu der Forderung für 3 min Mis dauer; m. E. wäre nach den in Zahlentafel 3 wied gegebenen maßgebenden Beispielen eine Erhöhung Mischdauer über 1½ min nicht nötig gewesen. Di Zahlen gelten für einen Trommelmischer von Gau Gockel & Cie. bei 14 U/min.

Später hat *Abrams*[7]) umfangreiche Versuche über Einfluß der Mischdauer auf die Widerstandfähigkeit Betons (Druckfestigkeit, Abnutzwiderstand) bekan gegeben; er hat mit Be verschiedener Zusamm setzung gearbeitet und Mischmaschine, Bauart *Sm*

Zahlentafel 1

Mörtel aus einem Gewichtsteil Zement und drei Gewichtsteilen Normalsand, erdfeucht angemacht.

Mischverfahren	Zugfestigkeit kg/cm² nach 7 Tagen	Zugfestigkeit kg/cm² nach 28 Tagen	Druckfestigkeit kg/cm² nach 7 Tagen	Druckfestigkeit kg/cm² nach 28 Tagen
Handarbeit	19,6	24,6	144,7	204 2
Mörtelmischer-umdrehungen 6	18 7	25,1	134,9	193,0
„ 8	19,9	25,5	140,1	192,5
„ 10	19,2	25,4	140,7	194,2
„ 15	20,7	26,1	143,5	200,1
„ 20	21,3	28,4	141,5	201,8
„ 30	20,8	27,5	150,6	214,4
„ 40	22,5	27,2	159,7	216,8
„ 50	23,9	26,9	163,0	233,1
„ 70	23,2	27,8	161,6	225,3
„ 100	23,8	28,4	166,3	227,6

Zahlentafel 2. Versuche mit der Mischmaschine, Bauart *Hüser*.

Zusammensetzung des Betons	Dauer des Mischens trocken min	naß min	insgesamt min	Würfelfestigkeit des Betons Würfel mit 30 cm Kantenlänge kg/cm²
1 Raumteil Zement, 2 Raumteile Rheinsand (0 bis 7 mm), 3 Raumteile Rheinkies (7 bis 20 mm) 7,1 vH Wasser (erdfeuchter Beton)	Alter: 46 Tage, feuchte Lagerung			
	1/2	1/2	1	(314 + 324 + 326) : 3 = 321
	1/2	1	1 1/2	(322 + 322 + 333) : 3 = 326
	1	1 1/2	2 1/2	(340 + 329 + 318) : 3 = 329
	1	2 1/2	3 1/2	(326 + 330 + 344) : 3 = 333

[4]) Vergl. *Graf*, „Beton und Eis Bd. 7 (1908) S. 302, Fußbemerkung

[5]) „Zement“ Bd. 17 (1928) S.

[6]) „Beton und Eisen“ Bd. 12 (1 S. 414.

[7]) „The Canadian Engin 25. Juli 1198, auch als Sonderdruck Structural Materials Research La ratory Lewis Institute, Chicago, Oktober 1918 erschienen.



Abb. 2 Kornzusammensetzung des Betons für die Mischmaschinenversuche von *Garbotz* und *Graf* in Siemensstadt.

bb. 1. benutzt. Kennzeichnende Ergebnisse sind in Zahlentafel 4 wiedergegeben. Hiernach ist die Festigkeit mit er Mischdauer fortdauernd gewachsen. Der Einfluß der lischdauer war bei Stampfbeton größer als bei Gußbeton. ei magerem Stampfbeton stieg die Festigkeit durch ingeres Mischen verhältnismäßig mehr als bei fetterem ampfbeton, bei Mörtel aus feinem Sand viel mehr als bei robem Mörtel, bei diesem mehr als bei Beton. Es war weifelhaft, ob die Ergebnisse auf Maschinen anderer auart übertragen werden können; nach unseren Veruchen ist eine solche Einschränkung geboten. Die Feststellungen von *Abrams* zeigen aber jedenfalls die Richung der Einflüsse, die mit der Zusammensetzung des etons zu beurteilen sind.

Aus Karlsruher Versuchen[8]) mit Maschinen, Bauart *äger*, geht hervor, daß eine Verlängerung der Mischdauer ber 1 min bei weich angemachtem Kiesbeton mit rd. 90 kg Zement in 1 m³ Beton ohne erheblichen Einfluß auf ie Druckfestigkeit blieb, wiederholt sogar Festigkeitsückgang lieferte. Weiter ist diesen Versuchen u. a. ntnommen worden, daß es nicht unzweckmäßig sei, zurst das Wasser, dann das feste Mischgut in die Trommel u werfen.

Versuche unter Leitung von Garbotz und Graf

Inzwischen war in der Studiengesellschaft für Autoobilstraßenbau ein Ausschuß für Straßenbaumaschinen ebildet worden; die frühere Anregung, planmäßige Untersuchungen mit verschiedenen Maschinen durchzuführen, fand hier tatkräftige Unterstützung und eine weitgehende Entwicklung des Arbeitsplans. Die Ergebnisse dieser in den Jahren 1927 und 1928 durchgeführten Versuche sind außerordentlich vielgestaltig. Ich bin gebeten worden, die Feststellungen, die, von meinem Arbeitsgebiet gesehen, als die wichtigsten zu gelten hätten, besonders zu erörtern, so weit dies heute schon möglich ist[9]). Zu einer solchen Darlegung gehört zunächst eine kurze Zusammenfassung der versuchstechnischen Grundlagen.

Versuchstechnische Grundlagen

Zunächst sollte festgestellt werden, ob das Mischen verschiedener Mischungen verschiedene Mischzeiten erfordere und welche Zeiten jeweils nötig sind. Demgemäß wurden in der Regel viererlei Mischungen gemacht:

a) Eisenbeton mit rd. 300 kg Zement in 1 m³ fertig verarbeitetem Beton, Wasserzementfaktor $w = 0{,}68$, Ausbreitmaß 45 cm[10]);
b) erdfeucht angemachter Stampfbeton mit rd. 150 kg/m³ Zement, $w = 0{,}79$;
c) weich angemachter Straßenbeton mit rd. 400 kg/m³ Zement, Ausbreitmaß 35 cm, $w = 0{,}53$ und
d) bei einem Teil der Versuche auch Gußbeton mit 180 kg/m³ Zement, Ausbreitmaß 55 cm, $w = 1{,}10$.

Die Zusammensetzung der Mischungen war dabei so gewählt, daß sie im allgemeinen ungünstigen Verhältnissen entsprach, also reichlich Feines enthielt, weil feine Mischungen noch viel Verwendung finden und nach dem vorher Bekannten mehr Mischzeit erfordern als grobe.

Abb. 2 zeigt die Kornzusammensetzung der vier Betonmischungen aus Mischgut, das im Juni 1928 geliefert worden ist. Andere Lieferungen gaben nach den gemachten Feststellungen nur unerhebliche Abweichungen. Der Zement war Portlandzement und mußte, wie der Kies und Sand, wegen des sehr großen Bedarfs in mehreren Lieferungen abgerufen werden. Dadurch entstanden Abweichungen der Zementfestigkeiten, was bei Auswertung der Versuche berücksichtigt worden ist. Ermittelt wurden für 28 Tage alte, normengemäß hergestellte und kombiniert gelagerte Proben die Zugfestigkeit zu 39,7 bis 45,3 kg/cm² und die Druckfestigkeit zu 442 bis 546 kg/cm². Die Zemente lassen sich dabei in zwei Gruppen teilen; als mittlere Druckfestigkeit $K_{n\,28}$ ist für die erste Gruppe 475 kg/cm² und für die zweite Gruppe 522 kg/cm² eingesetzt.

Soweit es die Verhältnisse zuließen, wurde für gleichartige Aufbereitung der Stoffe gesorgt. Um die vielen Mischungen immer wieder gleich herstellen zu können, sind die festen Bestandteile durch Wägen zusammenge-

[8]) Vergl. *Kleinlogel*: „Beton und Eisen" Bd. 25 (1926) S. 278 sowie d. 26 (1927) S. 55.

[9]) Der ausführliche Versuchsbericht dürfte erst in einigen Monaten vorliegen.

[10]) Mit dem Stuttgarter Rütteltisch, vergl. „Beton und Eisen" Bd. 25 (1926) S. 210 u. f.

Zahlentafel 3. Mischversuche von *Mahir*.

r.	Anzahl der Umdrehungen der Mischmaschine trocken + naß	Druckfestigkeit der Probekörper kg/cm²	Mittel aus den Einzelversuchen	Abweichungen vom Mittel vH	Mischdauer min
1	10 + 30 Zement seitlich eingefüllt	124,6 137,0 119,6	127	2,0 8,0 6,0	rd. 3
2	10 + 20 Zement seitlich eingefüllt	117,0 110,3 104,4	111	5,5 — 5,5	„ 2
3	10 + 10 Zement seitlich eingefüllt	124,6 115,4 132,9	124	0,2 7,2 7,0	„ 1½
4	10 + 30 Zement seitlich eingefüllt	116,2 133,7 132,9	128	8,9 4 8 4,0	„ 3
5	10 + 30 Zement seitlich eingefüllt	129,6 132,9 118,7	127	2,0 4,6 6,6	„ 3
6	10 + 15 Zement seitlich eingefüllt	129,6 145,5 142,1	139	6,9 4,6 2,1	„ 1¾
7	10 + 25 Zement seitlich eingefüllt	143,8 141,3 128,8	138	4,2 2,4 6,7	„ 2½
8	20 + 30 Zement seitlich eingefüllt	116,2 116,2 125,4	119	2,6 2,6 5,1	„ 3½

Zahlentafel 4. Ergebnisse der Mischmaschinenversuche von *Abrams*.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zusammensetzung des Betons	Korngrößen	Druckfestigkeit des Betons, wenn die Festigkeit des Betons, der 1 min gemischt wurde, gleich 100 gesetzt wird							
		15 s	30 s	45 s	1 min	1½ min	2 min	5 min	10 min
		Mischdauer							
1:4 Stampfbeton	0 bis 32 mm	77	89	95	100	106	112	127	138
1:4 Gußbeton	0 bis 32 mm	90	95	98	100	103	105	112	118
1:2 weicher Stampfbeton	0 „ 32 „	86	93	97	100	104	107	117	124
1:6 weicher Stampfbeton	0 „ 32 „	78	89	96	100	107	112	127	138
1:15 weicher Stampfbeton	0 „ 32 „	62	81	92	100	111	119	144	163
1:5 (weicher Stampfbeton oder Mörtel)	0 „ 1,2 „	28	64	85	100	120	136	184	222
	0 „ 2,4 „	39	70	89	100	120	133	176	208
	0 „ 4,7 „	50	75	90	100	114	125	159	184
	0 „ 51 „	81	91	96	100	106	109	122	131

stellt worden; das Wasser ist sorgfältig gemessen worden. Weiterhin sind die fertigen Mischungen mit der Ausbreitprobe beurteilt worden. Der Beton war unmittelbar neben der Mischmaschine ohne Zwischenförderung zu verarbeiten. Die fertigen Würfel sind nach dem Lagerraum getragen worden, wo sie eine Woche unter feuchten Tüchern lagerten. Die Temperatur im Lagerraum war durch Heizung zu regeln. Über diese Maßnahmen hinaus ist weiterhin verfolgt worden, ob Prüfungen, die nach Monaten wiederholt wurden, mit den bereits vorliegenden Feststellungen hinreichend übereinstimmende Werte liefern. Diese Vergleichsprüfungen ergaben, im ganzen betrachtet, nur Abweichungen, die zu erwarten waren; sie zeigten außerdem, daß die getroffenen Anordnungen keineswegs hätten vereinfacht werden dürfen. Unter solchen Umständen konnten die Feststellungen insgesamt zur Beantwortung der Frage nach der erforderlichen Mischzeit herangezogen werden.

Mischdauer für verschiedene Arten von Beton

Zahlentafel 5 enthält die Mittelwerte der Druckfestigkeiten von drei Betonarten in Beziehung zur Mischzeit (Zeit von Beginn des Einlaufs des Mischguts in den Mischbehälter bis zum Beginn des Entleerens), und zwar als Durchschnitt der Ergebnisse von drei Zwangmischern mit 500 l Füllung[11]). Beim Straßenbeton hat die Verlängerung der Mischzeit über 45 s bis 180 s nur eine unbedeutende Steigerung der Druckfestigkeit bewirkt. Beim Stampfbeton scheint eine Mischzeit von 45 s zu genügen. Zahlentafel 6 bringt die Werte für acht Freifallmischer mit 500 l Füllung. Hier war festzustellen, daß im Mittel 75 s Mischzeit ausreichten, um Festigkeiten zu erlangen, die nahe denjenigen liegen, die sich nach 120 s Mischzeit einstellten.

Ebenso sind in Zahlentafel 7 die Werte für vier Zwangmischer mit 150 l Füllung zusammengetragen. Die Zahlenreihen besagen, daß hier die Verlängerung der Mischzeit über 55 s mit keinen oder nur mit unbedeutenden Erhöhungen der Festigkeit verbunden war.

Die so gekennzeichneten Durchschnittsergebnisse treffen das Verhalten der meisten Maschinen. Man kann hiernach bei Verwendung der geprüften Mischmaschinen mit 1 min Mischdauer für Eisenbeton und Stampfbeton, auch in der hier verwendeten ziemlich feinkörnigen Zusammensetzung, das praktisch Notwendige erlangen. Für Straßenbeton erscheint es geboten, etwas größere Mischdauer zu wählen. Mit 1½ min Mischdauer ist aber a… für Straßenbeton das Erforderliche zu erreichen.

[11]) Ein Mischer ist ohne und mit Mischwalze (Koller) geprüft worden; alle Versuche sind am Durchschnitt gleich beteiligt; mit dem zweimal geprüften Mischer entstanden verhältnismäßig hohe Betonfestigkeiten.

Zahlentafel 5. Versuche mit drei Zwangmischern mit 500 l Füllung (ein Mischer ohne und mit Koller).

Mischdauer in s	35	45	75	120	180
Druckfestigkeit in kg/cm²					
von Straßenbeton	—	316	322	322	341
„ Eisenbeton	—	171	195	192	—
„ Stampfbeton	91	105	103	106	—

Zahlentafel 6. Versuche mit acht Freifallmischern für 500 l Füllung.

Mischdauer in s	35	45/55	75	120	180
Druckfestigkeit in kg/cm²					
von Straßenbeton	—	274	306	312	324
„ Eisenbeton	170	174	182	187	—
„ Stampfbeton	95	100	108	107	—

Zahlentafel 7. Versuche mit vier Zwangmischern für 150 l Füllung.

Mischdauer in s	35	55	75	100	120
Druckfestigkeit in kg/cm²					
von Straßenbeton	286	298	307	304	308
„ Eisenbeton	172	170	161	—	—
„ Stampfbeton	95	93	102	—	—

Beim Mischbetrieb auf unseren Baustellen kön… wir sowohl zu kurze als zu lange Mischdauer beobach… Dieser Mißstand ist nur aufzuheben durch Anordn… von Zeitmessern oder Umlaufmessern, wie dies sc… früher u. a. von *Mahir* gefordert wurde. Solche … richtungen sind bei einzelnen neueren Maschinen ber… vorgesehen.

Die besprochenen Ergebnisse werden auch du… die Versuche mit tonhaltigen Stoffen bestät… Die Schlußfolgerung über die nötigen Mischze… findet sich ferner gestützt durch die weitere Fest… lung, daß die Abweichungen der Einzelwerte der Dru… festigkeiten von den Mittelwerten jeder Mischung bei … Mischzeiten von 55 und mehr Sekunden nicht ausgep… verschieden ausfielen, Zahlentafel 8.

Trockenes Vermischen und nasses Mischen

Eine andre Aufgabe lautete: Ist das bis jetzt übli… Mischverfahren, nämlich zuerst trocken, dann naß … mischen, auch weiterhin besonders zu empfehlen? S… andere Mischverfahren gleichwertig oder minderwert…

Zunächst wurden aus Mischungen, die 1 min und län… in der Maschine bewegt waren, an verschiede… Stellen der Füllung Proben entnommen. Dr. *Hägerm…* Karlshorst, hat in diesen Proben den Zementgehalt f… gestellt. Wesentliche Unterschiede der Zementverteil… ließen sich unter den gewählten Umständen nicht n… weisen.

In Stuttgart ausgeführte Mischungen mit Zusät… feingeschlämmter Eisenoxyde[12]) zeigten weiterhin, daß … Umhüllung der Gesteinsteile (Rheinkiessand) mit … Farbbrei schon nach 30 s soweit vorgeschritten w… daß mit dem Auge wahrnehmbare Unterschiede ni… mehr zu verzeichnen waren.

Es wurden dann weiterhin verschiedene Mischun… derart hergestellt, daß man zuerst trocken, dann … unter Zugabe von Wasser mischte; es folgten Misch… gen gleicher Zusammensetzung unter gleichzeitigem … füllen von Zement, Sand, Kies und Wasser, auch … schungen mit Vorausgabe des Wassers, sowie Misch… gen mit tonigen Sanden u. a. Aus den Stuttgarter V… suchen stammen die Angaben in den Zahlentaf… 9 bis 13.

Wir können diesen Feststellungen entnehmen, … trockne Vormischung nicht nötig ist, daß vielmehr … Aufnahme der Naßmischung von vornherein eher höh… als niedrigere Festigkeiten entstehen. Die Reihenfo… der Stoffzugabe erwies sich als nicht bedeutsam.

Diese Beobachtungen wurden durch die Hauptv… suche an andern Maschinen bestätigt. Hiernach ist e… Vereinfachung des Mischvorgangs möglich, die neben … Loslösung von der bisherigen umständlichen Misch… auch zur Milderung der Staubplage an den Mischmas… nen beiträgt. Eine besondere Art der Vorbereitung … Mischvorgangs finden wir bei den ununterbrochen ar… tenden Mischern. Für Beton, dessen Eigenschaften s… wenig verändern sollen, sowie für hochwertigen Be… bestimmter Kornzusammensetzung sind m. E. weit… gehende Vorkehrungen angezeigt.

[12]) Auf Vorschlag von Oberbergrat *Greinwald*, Sonthofen.

Zahlentafel 8. Mittelwerte der größten Abwe… chungen bei den Versuchen mit Eisenbet…

Mischzeit s	500 l-Zwangmischer vH	500 l-Freifallmischer vH
35	— —	+ 11,9 — 14,1
55	+ 5,4 — 5,7	+ 11,7 — 7,7
75	+ 5,6 — 5,9	+ 9,4 — 9,8
120	+ 5,9 — 5,0	+ 11,9 — 7,2

Zahlentafel 9
tampfbeton aus 1 Gewichtsteil Portland-ement S II, 6 Gewichtsteilen Rheinsand vH Ton enthaltend) und 7 Gewichtsteilen heinkies, w = 1,03. 159 kg Zement in 1 m³ fer-g verarbeitetem Beton. Eirich-Mischer. ürfel mit 20 cm Kantenlänge; geprüft im Alter von 28 Tagen.

Mischen	Druckfestigkeit Mittel aus drei Versuchen kg/cm²
Zement, Sand, Kies und Wasser eingefüllt, dann 1 min gemischt	119
Zement und Wasser $^1/_4$ min gemischt, dann Zugabe von Sand und Kies, hierauf eine weitere Minute gemischt, insgesamt $1^1/_4$ min	120
Sand und Wasser $^1/_4$ min, dann mit Zement und Kies eine weitere Minute gemischt, insgesamt $1^1/_4$ min	123

Zahlentafel 10
tampfbeton aus 1 Gewichtsteil Portland-ement S II, 6 Gewichtsteilen Rheinsand bis 7 mm) und 7 Gewichtsteilen Rheinkies bis 25 mm), $w = 0{,}98$. 157 kg Zement in 1 m³ fer-ig verarbeitetem Beton. Eirich-Mischer. ürfel mit 20 cm Kantenlänge, geprüft im Alter von 28 Tagen.

Mischen	Druckfestigkeit Mittel aus drei Versuchen kg/cm²
$^1/_2$ min trocken, 1 min feucht, insgesamt $1^1/_2$ min	103
Zement, Sand, Kies und Wasser eingefüllt, dann 1 min gemischt	103
wie b), jedoch $1^1/_2$ min gemischt . . .	102
Zement und Wasser $^1/_4$ min gemischt, dann Zugabe von Sand und Kies, hierauf eine weitere Minute gemischt, insgesamt $1^1/_4$ min	96
Sand, Kies und Wasser $^1/_4$ min, dann mit Zement eine weitere Minute gemischt, insgesamt $1^1/_4$ min	106

Wassermesser und Wasserzugabe

Um vergleichbare Ergebnisse zu schaffen, war bei en einzelnen Betonarten fortlaufend das gleiche Verältnis des Wassergewichts zum Zementgewicht herzuellen. Der Zement wurde für jede Mischung gewogen. as Wasser wurde mittels der zuverlässig arbeitenden assermesser von *Voglsamer* abgemessen, weil die zust geprüften Betonmischer mit unbrauchbaren oder doch genügenden Wassermessern versehen waren. Der Notendigkeit, auf regelmäßige, nicht zu große Wasserbeibe zu achten, wird z. Zt. oft noch nicht entsprochen. s gibt Maschinen auf den Baustellen, die als einziges egelorgan einen Wasserhahn aufweisen. Es dürfte heute fordern sein, daß die Betonmischmaschinen nur noch it zuverlässigen Wassermessern verkauft werden. Als nreichend zuverlässig dürfte ein Wassermesser gelten. r im ordentlichen Zustand nicht mehr als etwa ± 3 vH bweichung vom Sollwert zuläßt.

Die besprochenen Versuchsergebnisse lassen es als boten erscheinen, daß das Wasser rasch in den Mischhälter gelangt. Die Wasserbehälter müssen deshalb eite Falleitungen haben. Wenn die Einführung des assers mit dem Leitungsdruck des Wasserleitungsnetzes mittelbar geschehen kann, so ist die rasche Wasserführung ohne weiteres möglich. Nach Angaben der aterialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule uttgart hat nun die Firma Andrae in Stuttgart einen assermesser gebaut, der sich hierzu eignet, Abb. 3. Der iger z_1 steht auf null. Den mit dem Stab s verbunnen Zeiger z_2 stellt man mittels des Knopfes in der

Zahlentafel 11
Stampfbeton aus 1 Gewichtsteil Portlandzement „S II", $4^1/_3$ Gewichtsteilen Rheinsand (0 bis 7 mm) und $8^2/_3$ Gewichtsteilen Rheinkies (7 bis 25 mm) $w = 0{,}86$. 161 kg Zement in 1 m³ fertig verarbeitetem Beton. Eirich-Mischer. Würfel mit 20 cm Kantenlänge; geprüft im Alter von 7 Tagen.

Mischen	Druckfestigkeit Mittel aus drei Versuchen kg/cm²
a) $^1/_3$ min trocken, $^2/_3$ min feucht, insgesamt 1 min	97
b) Zement, Sand, Kies und Wasser eingefüllt, dann 1 min gemischt	106
c) wie b) jedoch nur 40 s gemischt . . .	93

Zahlentafel 12
Eisenbeton aus hochwertigem Portlandzement, Rheinsand und Rheinkies. 284 kg Zement in 1 m³ fertig verarbeitetem Beton. Eirich-Mischer. Würfel mit 20 cm Kantenlänge; geprüft im Alter von 28 Tagen.

Mischen	Mittlere Druckfestigkeit kg/cm²
a) $^1/_2$ min trocken, 1 min feucht, insgesamt $1^1/_2$ min	375
b) Zement, Zuschläge und Wasser eingefüllt, dann 1 min gemischt	377
c) wie b), jedoch $1^1/_2$ min gemischt	390

Zahlentafel 13
Straßenbeton aus hochwertigem Portlandzement, Rheinsand und gebrochenem Basalt. 377 kg Zement in 1 m³ fertig verarbeitetem Beton. Eirich-Mischer. Würfel mit 20 cm Kantenlänge; geprüft im Alter von 28 Tagen.

Mischen	Mittlere Druckfestigkeit kg/cm²
a) $^1/_2$ min trocken, 1 min feucht, insgesamt $1^1/_2$ min	649
b) Zement, Zuschläge und Wasser eingefüllt, dann 1 min gemischt	666
c) wie b), jedoch $1^1/_2$ min gemischt . . .	660

Mitte des Zifferblattes auf die entsprechende Wassermenge, in Abb. 3 bei 10, ein. Der Absperrhahn der Leitung, neben dem Wassermesser eingebaut, wird geöffnet, der Zeiger z_1 wandert, bis beim Eintreffen auf Teilstrich 10 der Zulauf durch Schließen des Hahns gesperrt wird. Für die nächste Mischung wird die Teilung mit Ring a gedreht, bis z_1 wieder auf null steht.

Hier sei nur noch kurz auf die aus Amerika gekommene Wasser-Zement-Waage hingewiesen. Mit die-



Abb. 3
Wassermesser mit Einstellzeiger für bestimmte Mengen.
a Ring *s* Stab, verbunden mit Zeiger z_2 z_1 Nullzeiger

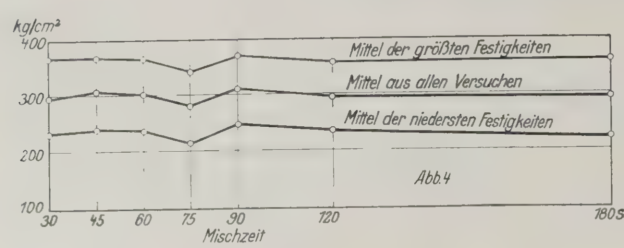


Abb. 4
Versuche von *Harrison.*

ser Einrichtung werden die Ausführenden fortdauernd erinnert, daß das Verhältnis Wasser zu Zement im frischen Beton große Bedeutung hat. Allerdings scheint die derzeitige Ausführung für Baustellen noch nicht einfach genug.

Meine Erörterung der neuen Versuche soll, wie bereits gesagt, nur Ergebnisse hervorheben, für die besonderes Interesse zur Zeit zu erwarten stand. Prof. *Garbotz* hat andere Feststellungen kurz mitgeteilt, die nicht weniger wertvoll werden dürften. Wichtig ist dabei ganz besonders, daß die Hersteller der Maschinen Feststellungen machen konnten, die uns Fortschritte in der Bauart und in den Einzelheiten der Mischmaschinen erwarten lassen.

Neueste Untersuchungen in den Vereinigten Staaten von Amerika

Fast gleichzeitig mit unseren Untersuchungen sind in den Vereinigten Staaten von Nordamerika Versuche mit Freifallmischern für den Betonstraßenbau ausgeführt worden, über die im Herbst vorigen Jahres von *Harrison*[13]) berichtet worden ist. Abb. 4 enthält die Mittelwerte der Ergebnisse dieser Versuche. Hieraus ist zu entnehmen, daß eine Verlängerung der Mischzeit über 1 min unter den gewählten Verhältnissen keine Steigerung der Druckfestigkeit brachte. Wir finden damit eine Bestätigung unserer Feststellungen. Auf der letzten Tagung des American Concrete Institute berichteten *Gonnermann* und *Woodworth*[14]) über das Verhalten von Beton, der nach dem Mischen gewisse Zeiten lagerte und dann durch Nachmischen unter Zugabe von Wasser auf die ursprüngliche Konsistenz gebracht worden ist. Die Ergebnisse bestätigen unsere Auffassung, wonach der Beton baldmöglichst zu verarbeiten ist. Ferner sind nur Beobachtungen über den Einfluß der Mischzeit mit der Maschine, Abb. 1, mitgeteilt, die anscheinend im Bereich der Ergebnisse nach Zahlentafel 4 liegen.

Vor kurzem sind noch bemerkenswerte Versuche von *Talbot* mit Koehring-Mischern bekannt geworden[15]). Sie erstrecken sich hauptsächlich auf den Einfluß der Gestalt von Elementen der Mischtrommel und auf den Einfluß der Wasserzugabe. Die Berichter empfehlen u. a. mit dem Zufluß des Wassers in die Mischtrommel vor dem Einfüllen der festen Stoffe zu beginnen und nach diesem aufzuhören.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse lassen durchweg erkennen, daß solche Untersuchungen eine technische und wirtschaftliche Bedeutung haben, die nicht außer acht zu lassen ist. Diese Erkenntnis hat aus der Industrie den Wunsch entstehen lassen, es mögen auch andere Baumaschinen und andere Vorgänge einer planmäßigen Untersuchung unterzogen werden; auch wurde angeregt, eine Beurteilung für heute noch wenig gebrauchte, aber offensichtlich zweckmäßige Vorkehrungen einzuleiten. So wird u. a. das Bedürfnis geltend gemacht, die Hilfseinrichtungen zum Betonmischen, vor allem die Meßeinrichtungen, zu erörtern. Wir erkennen mit solchem Gedankenaustausch ein Arbeitsgebiet, das zwar längst bekannt, b bis jetzt wenig beackert ist.

Heute kann man jedenfalls sagen, daß die Be mungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton fü Ausführung von Bauwerken aus Beton und Eisenbeton i Vereinfachung und Ergänzung über das Mischen un Mischzeit in der Hinsicht erfahren können, daß das M gut nicht in einer bestimmten Folge, sondern mögl gleichzeitig in die Mischtrommel gelangt. Als Misc wäre bei Verwendung gut unterhaltener Maschinen fü wöhnlich mindestens 1 min, für Straßenbeton und M mindestens 1½ min zu fordern. Nach einer solchen einbarung würden die heute weit auseinandergehe Gepflogenheiten und Anweisungen für das Mischen Betons zu verlassen sein.

13) „Public Roads" Bd. 9 (1928) S. 93 bis 112.
14) American Concrete Institute Bd. 25 (1929) (Tests of Retempered Concrete).
15) Vergl. Engineering News-Record Bd. 102 (1929) S. 394; ausführlicher in einem Bericht der Koehring Co.

Über Staubabscheider, Bauart Stelz

Frank F. Stelz, New York City, hat an elektris Staubabscheidern eigener Bauart Versuche durchgef die in einer zur Krafterzeugung dienenden und mit Ko staub geheizten Kraftanlage eingebaut worden sind. Versuche erstreckten sich jeweils über eine Zeit von 4 vollen Tagen. Durch den Rauchkanal, in den der St abscheider eingebaut ist, gehen 100 m³/min Rauchgas. Gasgeschwindigkeit in dem Teil des Abscheiders, die elektrische Aufladung erfolgt, betrug 4 m/s. Gearb wurde mit Gleichstrom, der aus hochgespanntem Wec strom von 25 000, 40 000 und 50 000 V durch Glühkatho Gleichrichter, und zwar vier von insgesamt 10 kW Gl strom-Leistung bei 0,78 elektrischem Wirkungsgrad, u Nutzbarmachung beider Wellenhälften umgeformt wu Die Netzspannung betrug 550 V. Zahlentafel 1 gibt ein Anhalt über die Ergebnisse der Versuche, obgleich eine vollkommene Beurteilung einige Angaben fehlen

Zahlentafel 1
Versuchsergebnisse an Staubabscheide Bauart *Stelz*

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	
Versuchsdauer . h	100	72	72	72	72	
Spannung zwischen den Elektroden . . . kV	25	25	40	40	50	
Staubgehalt des Rauchgases beim Eintritt . . g/m³	6	7	8	7	8	
desgl. beim Austritt . . . g/m³	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0
Gastemperaturen beim Eintritt °C	150	155	150	160	150	1
desgl. beim Austritt . . . . . °C	138	144	139	146	140	1

Die Zahlen sind Mittelwerte, die einzelnen Beob tungsangaben fehlen; ebenso genaue Angaben über Gaszusammensetzung, insbesondere den Wasserdampfge und die Körnung des Flugstaubes. Der Abscheider ist bewegten Elektroden ausgerüstet. Einige der *Stelzsc* Anlagen sollen schon in Zementfabriken, für die Hochof gas-Reinigung, in der Hartmüllerei usw. mit Vorteil in trieb sein. [N 2966] *Bl*

Moderne Lichttechnik in Wissenschaft und Praxis

Herr Dr.-Ing. *W. Arndt* vom Beleuchtungstechnisc Laboratorium der Technischen Hochschule Berlin ma darauf aufmerksam, daß der Verfasser des in Z. Bd. 73 (19 Nr. 14 S. 473 erschienenen Aufsatzes, Herr Dr. *W. Köh* vom „ersten und bisher einzigen lichttechnischen Ho schulinstitut" in Karlsruhe geschrieben und dabei das leuchtungstechnische Laboratorium der Technischen Ho schule Berlin nicht berücksichtigt hat. Herr Dr.-Ing. *Ar* verweist auf die Ausführungen in der Fachzeitschrift „Li und Lampe" Bd. 18 (1929) Nr. 1 S. 3. [D 3042

Neuzeitliche städtische Milchversorgung

Von Prof. Dr. B. LICHTENBERGER, Kiel, Direktor des Instituts für Maschinenwesen der Preußischen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft.

Mit dem Anwachsen der Großstädte und damit der Zunahme des Milchverbrauchs werden die Anforderungen an die städtische Milchversorgung immer höher. In der Milchgewinnung: Kleinkühlanlagen und, zur Verbilligung der Erzeugerkosten, der Einheitsstall. — Im Milchversand: Kesselwagen für Kraftverkehr oder auf der Eisenbahn. — Die Milchbehandlung in der städtischen Großmeierei: Durchflußerhitzer und Dauerheißhaltung, Einflur- und Mehrflurbetrieb. Anlage von 250 000 l Tagesleistung. Förderanlagen, Füll- und Verschlußmaschinen. Nebenbetriebe, Kraft- und Wärmewirtschaft.

„Trinkt mehr Milch" besagt ein Plakat, das allerorts in Deutschland zu finden ist und das aus der Erkenntnis entstanden ist, daß zu einer guten Volksernährung auch ein reichlicher Milchverbrauch für Koch- und Trinkzwecke gehört. Den Milchverbrauch eines Landes zu heben, ist aber nur möglich, wenn die Milch in guter Beschaffenheit zur Verfügung steht. Die Milch in dieser Güte zu liefern, wird um so schwerer, je größer die Städte werden; denn die Milch ist ein äußerst empfindliches Nahrungsmittel, das Infektionen leicht zugänglich ist, und dessen Eigenschaften infolge langer Versandwege, falscher Behandlung, ungünstiger Temperaturen nur allzu leicht verändert werden.

Die Milchversorgung der Städte ist aus diesen Gründen eine Frage von großer Bedeutung u. a. für die neuzeitliche Bau- und Maschinentechnik geworden. Drei Hauptabschnitte sind auf dem Wege der Milch von der Kuh zum Verbraucher zu unterscheiden: die Milchgewinnung, der Versand und die Milchbehandlung.

In der

Milchgewinnung

hat die Technik das, was geleistet werden konnte, noch nicht geschaffen. Eine gute Milch kann nur von gesunden Kühen in gesunden Ställen gewonnen werden; ferner muß sie sofort nach dem Melken gekühlt werden, um für den Versand haltbar gemacht zu werden.

Ein gesunder Stall soll gute Luft, reichlich Licht und die richtige Temperatur haben, zudem arbeitskräftesparend eingerichtet und billig sein. Derartige Ställe treffen wir bei uns noch selten an, weil der Krieg uns in Rückstand gebracht hat und die Technik sich um die Rationalisierung der Stallbauten bisher herzlich wenig kümmerte, ganz im Gegensatz zu den Vereinigten Staaten von Amerika, wo der schon während des Krieges entstandene billige Einheitsstall sehr schnell Eingang fand. Für Um- und Neubau können dort ganze Ställe oder deren Einzelteile auf Grund von Katalogbestellungen bezogen werden. Gerechterweise ist allerdings auch festzustellen, daß die Landwirtschaft von sich aus z. Zt. wenig Interesse für die Stallnormung bezeigt und es an der Aufstellung von Richtlinien fehlen läßt.

Unter den Stalleinrichtungen nimmt die Milchkammer noch eine besonders wichtige Stellung ein. In ihr soll die Milch mit Wasser oder mit Hilfe einer Kleinkältemaschine gekühlt werden, ferner sollen dort die Geräte gereinigt und entkeimt werden. Kleinkältemaschinen zu entwickeln, wie sie den Bedürfnissen der Landwirte entsprechen, ist man bemüht; jedoch geht diese Arbeit viel zu langsam vorwärts. Zweckmäßige Reinigungs- und Sterilisiervorrichtungen werden als Massenartikel überhaupt noch nicht angefertigt. Es ist ja selbstverständlich, daß der Landwirt hierfür nicht viel Geld ausgeben kann, besonders wenn man auf die große Zahl milchliefernder Kleinbetriebe blickt. Um so mehr ist aber notwendig, daß die Industrie sich bemüht, hier Gutes und Billiges zu bringen. Eine gewisse Förderung des Absatzes dieser Geräte und Maschinen läßt sich von dem bevorstehenden Reichsmilchgesetz erwarten, vorausgesetzt, daß die Gesetzgeber Durchgreifendes schaffen[1]).

[1]) Flugschrift „Milchkammern" des Reichskuratoriums für Technik in der Landwirtschaft. Verlag Hildesheimer Molkereizeitung.



Abb. 1
Großbehälter-Kraftwagen für Milchversand mit Druckluftförderung.

Milchversand

Bessere technische Leistungen sind auf dem Gebiete des Milchversandes zu verzeichnen. Das gebräuchlichste Versandgerät ist nach wie vor die Kanne von 20 l Inhalt, jedoch benutzt man auch immer mehr die 40 l-Kanne, da sie wesentlich wirtschaftlicher ist. Recht gut hat sich auch das Faß von 125 l eingeführt, während der Einführung des geeignetsten Versandbehälters, des Kesselwagens von 3000 bis 5000 l, noch verschiedene Hindernisse entgegenstehen. Diese Versandart eignet sich am besten, da sich in dem Großbehälter die Temperatur gut hält, die Ansteckungs- und Verfälschungsgefahr fast ausgeschlossen ist, die Verluste sehr gering sind und die Anschaffungs- und Versandkosten, auf ein Liter Milch bezogen, ganz erheblich sinken.

Sehr entscheidend spricht bei diesen Gefäßen der Werkstoff mit. Die bisherige eisenverzinnte Kanne konnte nicht restlos befriedigen, man versucht es jetzt mit Aluminium und nichtrostendem Stahl, ohne jedoch wesentlich vorwärts gekommen zu sein, denn Haltbarkeit und hoher Preis bringen auch hier Hemmungen. Für Fässer und Kessel sind Aluminium und V 2 A-Stahl schon wesentlich besser geeignet, und auch der emaillierte Stahl ist für den Kessel ein ganz vorzüglicher Werkstoff. Der Großbehälterversand setzt natürlich Eisenbahnanschluß oder Kraftwagenbetrieb, Abb. 1, voraus.

Die in technischer Beziehung bemerkenswerteste Entwicklung zeigt

die städtische Meierei

selbst, in der die Milch haltbar gemacht und in zweckmäßigen Verpackungen an die Verbraucher verteilt wird.

Die Frage der Haltbarmachung hat die Technik vor schwierige Aufgaben gestellt, zumal die Ansichten über das

Verfahren der Haltbarmachung der Milch in Wissenschaft und Praxis stets recht schwankten und leider auch heute noch nicht entschieden sind. Die Theorie wurde hier leider nur zu oft der Wirtschaftlichkeit vorangestellt.

Das Ausland hat für die Haltbarmachung fast ausschließlich die sogenannte Dauerheißhaltung angenommen, d. h. die Milch wird auf 63° erhitzt und 30 min auf dieser Temperatur gehalten. Mit ziemlicher Sicherheit werden bei

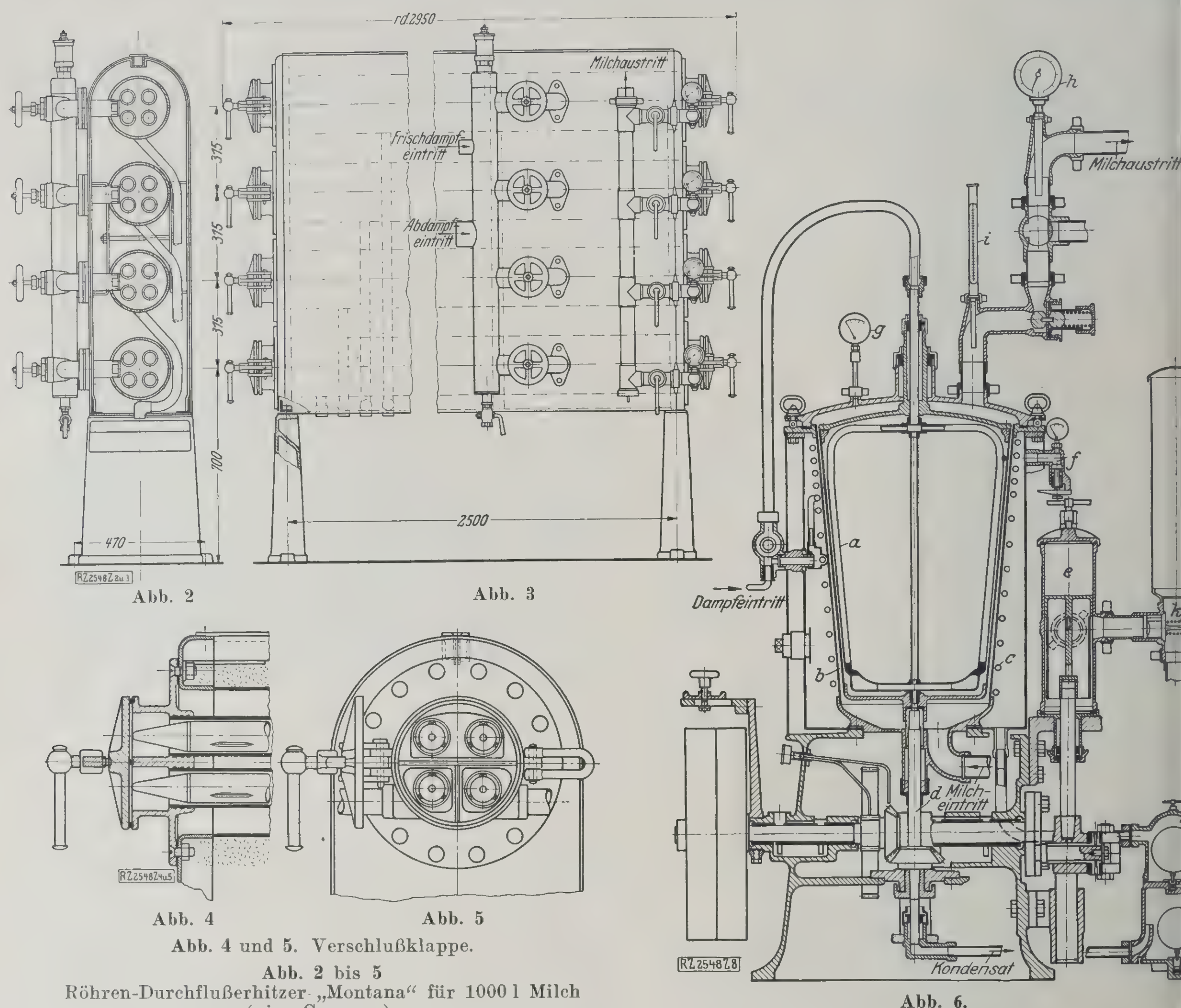


Abb. 2 **Abb. 3**

Abb. 4 **Abb. 5**

Abb. 4 und 5. Verschlußklappe.

Abb. 2 bis 5
Röhren-Durchflußerhitzer „Montana" für 1000 l Milch (vier Gruppen).

Abb. 6.
Töldt-Milcherhitzer mit umlaufender, innen beheizter Trommel.

a innere Heiztrommel
b äußerer feststehender Heizmantel
c kupferne Rohrschlangen für den äußeren Heizmantel
d Hohlwelle für Kondensatabfluß
e Milchpumpe
f Dampfüberdruckventil
g Druckmanometer
h Zeigerthermometer
i Quecksilberthermomet

diesem Verfahren alle Krankheitskeime und sonstwie schädlichen Mikroben vernichtet. In Deutschland wird die Dauerheißhaltung wohl bevorzugt, ist aber noch immer nicht amtlich anerkannt worden, so daß noch längst nicht alle Betriebe sie anwenden. Dazu kommt, daß gewisse Kreise trotz gegenteiliger Erfahrungen im In- und Ausland es für angebracht halten, sich für Rohmilchbelieferung auch der Großstädte einzusetzen.

Eine planmäßige Forschung hinsichtlich Bau und Einrichtung städtischer Molkereien, wie sie für andere Gewerbe längst üblich ist, wurde erst möglich, nachdem Preußen das Institut für Maschinenwesen bei der Preuß. Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft eingerichtet und das Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft für diese besonderen Arbeiten erhebliche Geldmittel ausgeworfen hat.

Diese Planung für den Bau städtischer Molkereien ist im Laufe der Entwicklung verschiedene Wege gegangen, bis sich jetzt gewisse Richtlinien durch die Forschung ergeben haben. Richtunggebend ist hier in erster Linie das Bestreben, Milchpumpen zu vermeiden, da diese die Milch bakteriologisch und physikalisch ungünstig beeinflussen. Beim Einflurbetrieb muß man die Milch mit mehreren Pumpen von Behälter zu Behälter fördern, während im Mehrflurbetrieb die Milch mittels Kannenaufzügen in das oberste Stockwerk gehoben wird und von dort infolge der Schwerkraft der Reihe nach in die Behälter strömt. Bei Ausschaltung von einer oder zwei Pumpen lassen sich Planungen finden, die einen Mittelweg zwischen Ein- und Mehrflurbetrieb darstellen.

Der Weg der Milch ist folgender: sie wird bei ihrer Ankunft gewogen und dann in einen Behälter abgelassen. Von hier fließt sie der Reinigungszentrifuge und ansch ßend den Milcherhitzern zu, die sie auf 63 ° erwärmen. gelangt sie der Reihe nach in die Dauerheißhalter, Kühler und schließlich in die Behälter des Milchlagers o unmittelbar zur Flaschenabfüllung. Die gefüllten Flasc kommen entweder in einen Kühlraum oder sofort auf Lieferwagen.

Als wichtigste Nebenbetriebe dieses Arbeitsganges s die Kannenwäsche bei der Annahme der Milch die Flaschenwäsche vor der Abfüllung zu nenn

Ein neuzeitlicher Großbetrieb braucht neben eigentlichen Behandlungsmaschinen eine ganze Reihe

Förderanlagen.

Tatsächlich ist das Anlagekapital einer Großmolke zum großen Teil in derartigen Anlagen festgelegt, auch hier an Arbeitskräften gespart werden soll. Die gr ten der augenblicklich in der Ausarbeitung befindlic Entwürfe, die bis auf eine Tagesleistung von 250 000 l Mi kommen, haben insgesamt z. B. mehr als 400 m Roll- Kettenbahnlänge; hinzu kommen noch zahlreiche Aufzü Paternoster, Schrägrutschen und Pendelelevatoren.

Nicht alles, was die Förderanlagenindustrie anzubie hat, konnte in den Molkereien benutzt werden. So eign sich z. B. teilweise für die Kannenförderung die in E land und Amerika gebräuchlichen Kettenbahnen besser Rollbahnen und Brettelförderer.

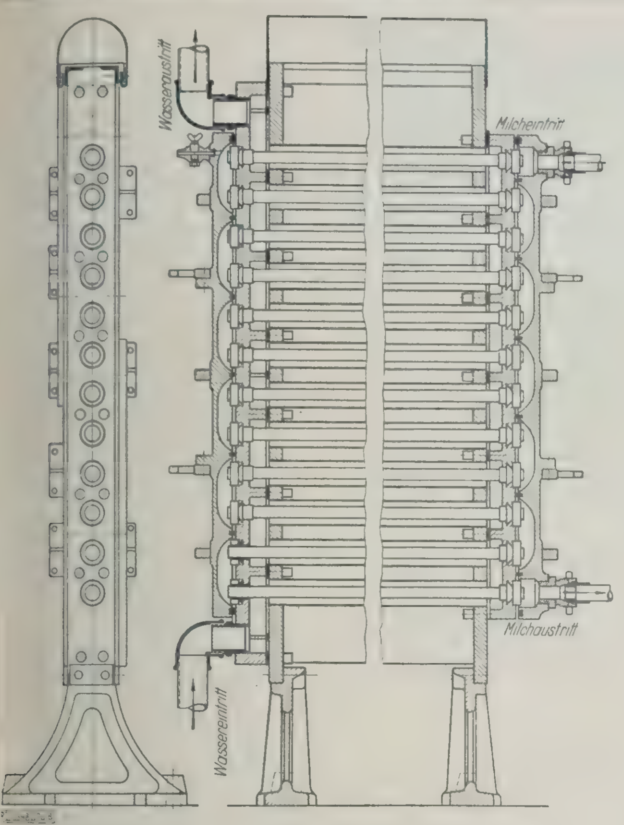


Abb. 7 und 8. Doppelrohr-Gegenstromerhitzer.

Zum Befördern der Milch innerhalb der Molkerei bediente man sich bisher allein der Milchpumpen; jetzt tritt mit ihnen die Druck- und Saugluft erfolgreich in Wettbewerb, da die Förderung selbst einfacher ist und die Milch schonender behandelt wird.

Geräte für die Milchbehandlung

Nachdem die Milchwaage und die Reinigungsschleuder einen hohen Vollkommenheitsgrad erreicht haben, hat man augenblicklich den Einrichtungen zum Erhitzen und Heißhalten der Milch erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt. Zahlreiche neue Konstruktionen sind auf dem Markte, deren Güte aber nicht nur von Konstruktion und Werkstoff allein abhängt, sondern nach ihren bakteriologischen und physikalischen Einflüssen auf die Milch bewertet werden muß.

Durchflußerhitzer

Die Durchflußerhitzung bei hohen Temperaturen, 70 bis 85 °, steht hier besonders im Kampfe mit der Dauerheißhaltung bei 63 ° während 30 min. Wohl hat die Dauerheißhaltung vorerst den Sieg davongetragen, aber es tauchen immer neue Durchflußerhitzer auf mit tatsächlichen oder vermeintlichen Verbesserungen, die sich infolge der Billigkeit der Geräte, einfacherer Bedienung und geringeren Platzbedarf je 1000 l Leistung durchzusetzen hoffen. Die meisten dieser Einrichtungen versuchen, nach dem Verfahren der dünnen zweiseitig erhitzten Milchschichten zu arbeiten, das eine besonders schnelle Bakterienabtötung bei möglichster Erhaltung des Rohmilchzustandes herbeiführen soll. Theoretisch ist dies auch erreichbar, in der Praxis mußte man die ganz dünnen Schichten bereits verlassen, da bei angesäuerter Milch Festbrennen und Verstopfen eintrat.

Abb. 2 bis 5 zeigt den „Montana"-Durchflußerhitzer des Bergedorfer Eisenwerkes, einen Röhrenerhitzer mit Verdrängungskörpern in den Röhren, Abb. 6 den „Töldt"-Erhitzer mit einem umlaufenden, innen beheizten Trommeleinsatz für die Milchförderung unter einem Flüssigkeitsdruck von 2 at. Abb. 7 und 8 schließlich zeigen den jetzt vielfach gebräuchlichen Doppelrohr-Gegenstromerhitzer der Firma Eduard Ahlborn, Hildesheim. Dieser Durchflußerhitzer erwärmt die Milch auf nur 63 °, um sie dann an den

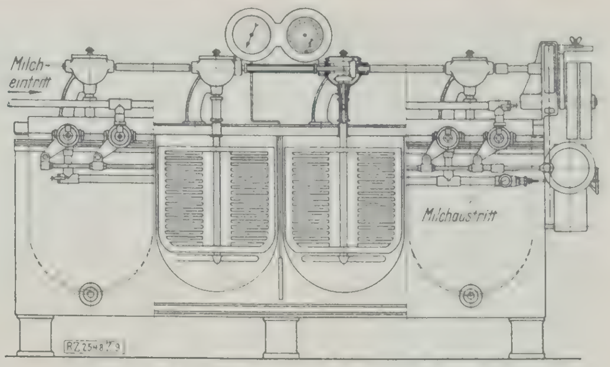


Abb. 9. Vierzellen-Dauerheißhalter.

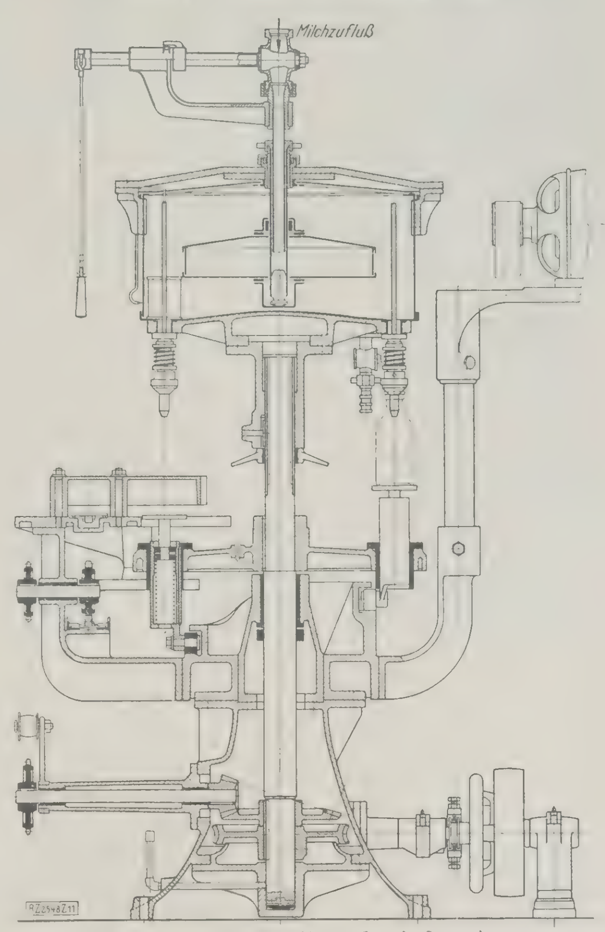


Abb. 10. Flaschenfüller mit mechanischer Anpressung.

Dauerheißhalter,

die Vierzellenstandwanne, Abb. 9, abzugeben. Diese Wanne und ähnliche Erzeugnisse anderer Firmen dienen nur zur Heißhaltung, während für kleinere Leistungen auch Einzelwannen auf dem Markte sind, in denen die Milch erhitzt, 30 min auf 63 ° gehalten, gekühlt und bis zur Verteilung auch aufbewahrt wird, ein Gerät, das in den Vereinigten Staaten von Amerika vielfach gebräuchlich ist.

Füll- und Verschlußmaschinen

Für das Abfüllen der Milch auf Flaschen gibt es selbsttätige Füller verschiedenster Konstruktion, die die Flaschen auch gleichzeitig verschließen, Abb. 10 und 11, Bauart Holstein & Kappert, Dortmund. Als vollständig selbsttätigen Verschluß kennen wir z. Zt. nur die Pappscheibe, während die sogenannte Kronenkappe nur äußerst langsam Eingang findet. Sehr viel Aussichten hat die Aluminiumkappe mit Papierunterlage, wenn es erst gelingen wird, sie ganz selbsttätig aufzubringen.

Als Milchflasche ist die von dem Maschineninstitut Kiel entwickelte Normenflasche in der Einführung begriffen.

[3]) Bauart der Aluminium Plaut und Vessel, Co. London.

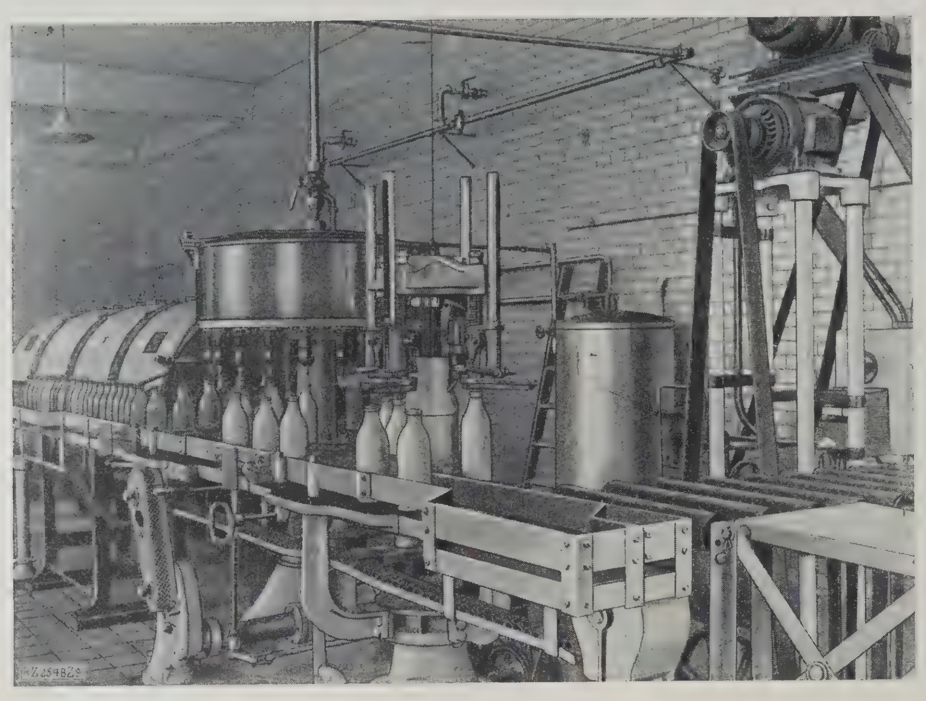


Abb. 11
Flaschenreinigungs-, Füll- und Verschlußanlage.

nachdem man sich eine Zeitlang völlig abwegig der Metallflasche zugewandt hatte. Die Glasflasche könnte m. E. nur noch von der einmalig zu benutzenden billigen Papierflasche verdrängt werden. Durch die Flasche ist die Flaschenwaschmaschine zu großer Bedeutung gelangt; denn es gilt nun täglich bis zu 100 000 Flaschen und mehr bakteriologisch einwandfrei mit geringstmöglichen Unkosten zu reinigen. Einweich- und Spritzmaschinen, Abb. 12 und 13, (Firma Holstein & Kappert, Dortmund), und reine Spritzmaschinen, Abb. 14, Bauart Enzinger Unionwerke, A.-G., Mannheim, die mit Laugen und Wässern verschiedener Temperatur und verschiedenen Druckes arbeiten, erfüllen die gestellten Forderungen. An dieser Stelle seien auch die Kannenwaschmaschinen, Abb. 15, der Firma Göbel, Feuerbach-Stuttgart, erwähnt, die mit Spritzwasser und Laugen, Dampf und heißer Luft die Kannen bei erheblicher Ersparnis an Arbeitskräften reinigen.

Sonstige Einrichtungen

Neben diesen wichtigsten Maschinen weisen städtische Betriebe je nach Einstellung noch zahlreiche andere Maschinen auf, die der Verwertung von Überschuß- und Nebenerzeugnissen dienen, sofern man diese nicht bereits auf dem Lande verwertet. Genannt seien nur Yoghurtherstellung, Homogenisiermaschinen, Eiskremanlagen, Milchtrockner und Kondensiereinrichtungen nebst dem dazu notwendigen Zubehör. In besonderen Abteilungen finden wir dann noch alle Einrichtungen einer vollständigen Butterei und Käserei; wesentliche technische Neuerungen sind hier zu verzeichnen.

Kraft- und Wärme-wirtschaft

Einen großen Raum nehr noch die Einrichtungen für Kraftversorgung, Kälte-, Wass und Wärmeversorgungsanla in den Großmolkereien ein. Kraft- und Wärmeverbrauc gelangt der Betrieb zumeist der Dampfmaschine zur größ Wirtschaftlichkeit, jedoch ist nicht immer ganz leicht, be Bedarfziffern so abzustimm daß allein mit Abdampf aus kommen oder dieser zu allen triebstunden restlos zu verwer ist. Besonders im Sommer Zeiten großen Kälte- und ge gen Wärmebedarfs treten häu große Abdampfüberschüsse Weiterhin stören die star Milchschwankungen sowohl Wochenende als auch zu Zei verschiedener Milcherzeugu den Kraftbedarfausgleich recht empfindlich.

Neu ist in den letzten Jah die Elektrizität hinzugekomm denn die Betriebe wurden weitläufig, daß man von Transmission zum Grupp und Einzelantrieb übergel mußte. Untersuchungen und Berechnungen lehrt daß die Erzeugung von Eigenstrom im allgemein am wirtschaftlichsten ist, und zwar wählte man Dr strom, um im Bedarfsfall auch vom städtischen N Strom beziehen zu können. Mit dieser Stromart muß aber auch erst Erfahrungen gesammelt werden; denn genaue, vor allen Dingen aber auch sehr schwankende Kr bedarf milchwirtschaftlicher Maschinen war ungenüg bekannt gewesen, die Motoren wurden zu groß bemess es gab infolgedessen große Phasenverschiebung u hohen Blindstromverbrauch. Die Einführung der El trizität ermöglichte Betrieben mit Abdampfübersch Fremdstrom zu beziehen, was sonderlich außerhalb Hauptbetriebzeiten z. B. für Kälteanlagen gern geschie wenn die Stromtarife leidlich günstig sind.

Große Beachtung wird der Wasserwirtschaft in Molkereien geschenkt. Man ist bemüht, das Wasser m lichst zweimal, zuerst für Kühlung, dann für Kesselsp sung und Reinigung zu benutzen, womit gleichzeitig e erhebliche Wärmerückgewinnung durch Austauschappar verschiedenster Art verbunden wird.

Um die Kraftwirtschaft der deutschen städtisch Molkereien schnell zu fördern, führt das Kieler Insti für Molkereimaschinenwesen mit Hilfe von Mitteln Reichskuratoriums für Technik in der Landwirtsch auf breitester Grundlage Forschungsarbeiten aus, u nach diesen Ergebnissen werden Um- und Neubaut entworfen und durch Beratung gefördert. Einige a Neubauten gewonnene, besonders kennzeichnende Zahl seien nachstehend gebracht.

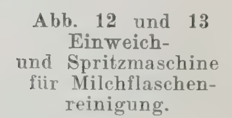
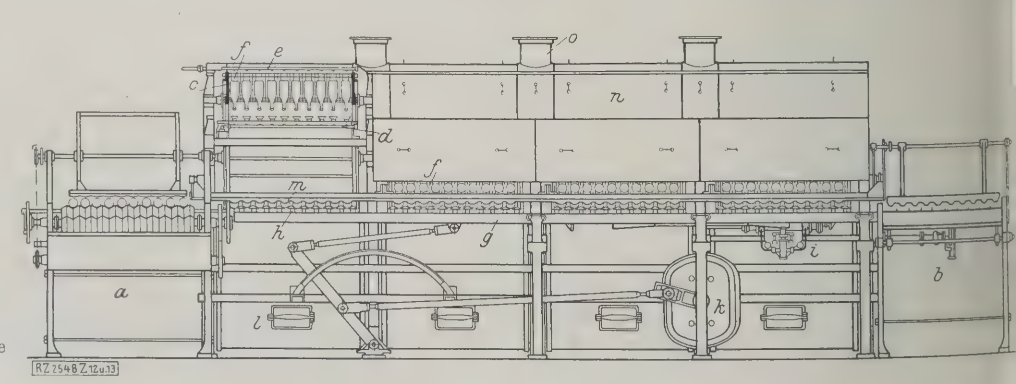


Abb. 12 und 13
Einweich- und Spritzmaschine für Milchflaschenreinigung.

a Aufgabe
b Abgabe
c Trommel
d Innenspritzung
e Außenberieselung
f Zellen für Flaschen
g Beschickungstisch
h Flaschenträger
i Ölbremse
k Tischkurvenscheibe
l Reinigungsluken
m Ausstoßer
n Geschlossene Haube
o Dunstabzug



In städtischen Betrieben den wir bisher einen hlenverbrauch von 70 90 kg für 1000 l behanter Milch, der Neubau uen, der alle neuzeiten Einrichtungen aufist, kommt mit 43 kg aus, d wir sind überzeugt, weiteren Neubauten ch günstigere Zahlen zu eichen. Um laufend artige Ergebnisse zu erlten, werden die Neuuten von uns mit allen forderlichen Meßgerän, die unser Eigenn bleiben, ausgerüstet, halten eine technische chführung und liefern e Ergebnisse allwöchenth zur Auswertung ein. euzeitliche Architektur d die letzten Erfahrunn des Bauwesens zeigen ch auch am Molkereibau, wie man aus bb. 16 ersieht, dem Neubau Plauen, der n Kiel entworfen, vom Architekten *eßler*, Plauen, durchgearbeitet und ge-ut wurde, während die maschinelle nrichtung von den Firmen Bergedorfer senwerk und Enzinger-Union-Werke, annheim, geliefert wurde.

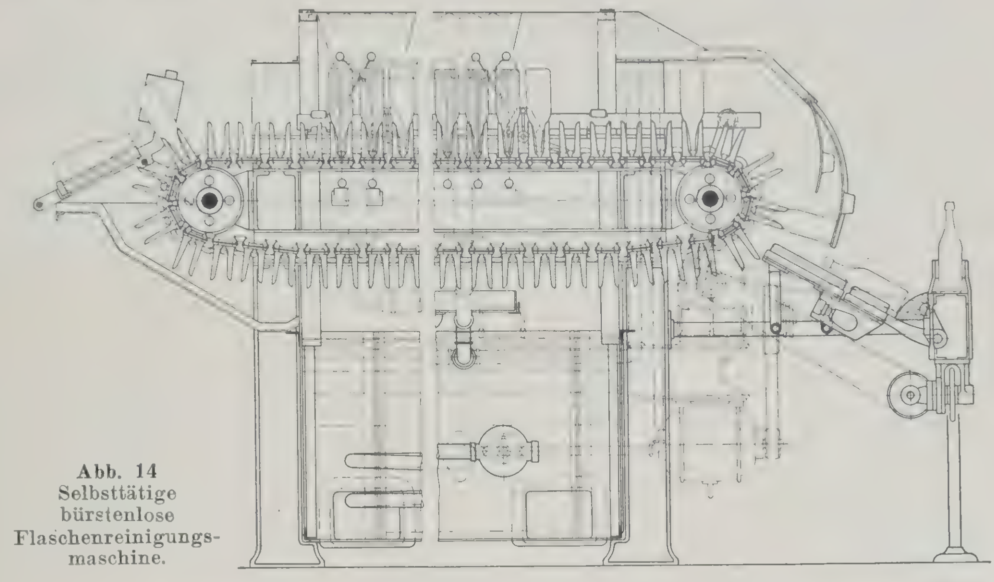


Abb. 14
Selbsttätige bürstenlose Flaschenreinigungsmaschine.

Heizung, Lüftung, Abwasserbeseiti-ng, Auswahl milchsäurebeständiger ustoffe sind weitere Gebiete, auf denen e besonderen Ansprüche der Molkeien erforscht und dann angewendet erden müssen.



Abb. 16
Milchhof Plauen i. Vogtl. von der Kesselhausseite.

Schlußwort

Dieses äußerst kräftige Streben zur tionalisierung der Molkereibau- und schinentechnik hat seine Ursache einal in den höher geschraubten hygienischen Ansprüchen und weiterhin in der ernen Notwendigkeit, die Unkosten so edrig wie möglich zu halten. Es liegt in der Natur der nzen städtischen Milchversorgung, in ihrer sozialen Bedeutung, daß dem Unkostenfaktor eine besonders hohe deutung zukommt, zumal der Verbraucher noch selten zischen guter und schlechter Milch einen Unterschied cht und stets die billigste Milch kauft.

Diesen Verhältnissen muß Rechnung getragen werden, d manche sehr wünschenswerte Neuerung kann einfach ht angeschafft werden, weil die durch sie vielleicht hergerufene Unkostenerhöhung um ¼ ₰ auf 1 l Milch ter Umständen schon als untragbar bezeichnet werden nß. Auch hier werden sich die Verhältnisse im Laufe d Zeit noch ändern; einstweilen müssen alle Ingenieure d Fabrikanten, die die Molkereimaschinen- und Bauhnik zu beliefern, zu beraten oder gar zu begutachten haben, diese besondere Lage genau kennen. Tatsache ist aber auch, daß die Technik, vor allem die Sonderfirmen, hier bereits viel Fortschrittsarbeit geleistet haben und daß auch für die Zukunft ein reiches Arbeitsgebiet offen steht. Die Kreditaktionen des Reiches haben eine lebhafte Entwicklung angeregt, die auf Jahre hinaus anhalten wird, wenn die allgemeine Wirtschaftslage einigermaßen günstig bleibt. [B 2548]

Abb. 15
Milchkannen-Waschmaschine.

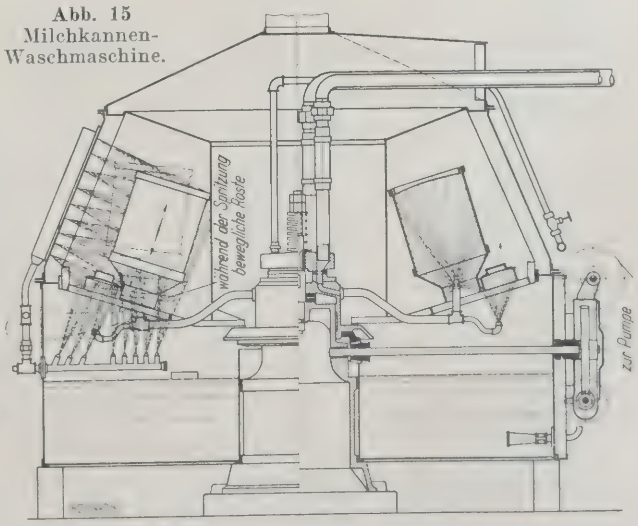
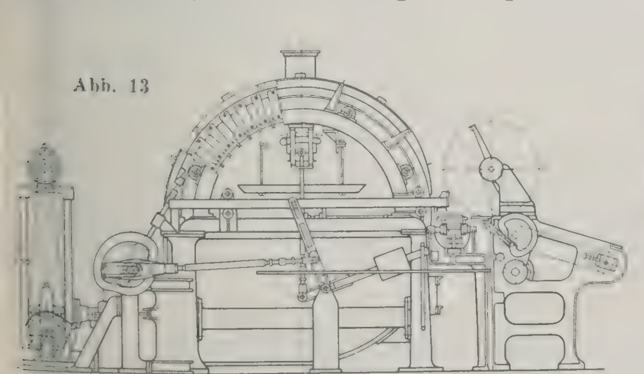


Abb. 13



Zugfestigkeit und Härte bei Metallen[1]

Von Dr.-Ing. O. SCHWARZ, Stuttgart

Die praktische Bedeutung des Kugeldruckversuches. Bei Nichteisenmetallen besteht auch bei gleichen Metallgruppen, Aluminium und seine Legierungen ausgenommen, kein linearer Zusammenhang von Brinellhärte und Zugfestigkeit. Die Umrechnungszahlen hängen vom Grad der Kaltbearbeitung ab und können zwischen 0,3 und 0,6 schwanken. Einfluß und Abhängigkeit der Härtezahlen von der Verfestigung. Zusammenhänge der Härtekennzahlen mit den einfachen Dehnungslinien und der Zugfestigkeit. Verfahren zur Ermittlung der Brinellfestigkeit. Bei hohem Streckgrenzeverhältnis gilt für alle Metalle praktisch genügend genau der Beiwert 0,36. Hinweis auf das Verhältnis bei höherer Temperatur und bei gegossenen Metallen.

Wenn uns die Aufgabe gestellt ist, einen Werkstoff zu beurteilen, so pflegen wir auch heute noch in allererster Linie die Zugfestigkeit zu ermitteln. Damit ist in manchen Fällen schon viel gewonnen, allein die Ermittlung dieser Größe stößt dann auf Schwierigkeiten, wenn man nur über kleine Mengen des Werkstoffes, wie es häufig bei Teilen, die im Betriebe versagt haben, der Fall ist, verfügt, oder der Werkstoff nicht zerstört werden soll. In diesem Fall zieht man zur Beurteilung die Härteprüfung nach dem Kugeldruckverfahren heran, bei der man als Härteziffer nach dem Vorschlag von *Brinell* das Verhältnis der Belastung der Kugel zur erzeugten kugeligen Eindruckfläche ansieht. Dabei hat die Erfahrung bestätigt, daß unter den für Stahl einheitlichen Bedingungen für Kugelgröße und Kugelbelastung die so gefundene Härtezahl H_n der Zugfestigkeit K_z verhältnisgleich ist, derart, daß

$$K_z = 0{,}36\, H_n \,(\mathrm{kg/mm^2})$$

gesetzt werden kann. Diese Beziehung ist so wertvoll geworden, daß man trotz der physikalischen Unzulänglichkeit dieser Härtezahl recht froh war, mittels eines angenäherten abgekürzten Verfahrens die Zugfestigkeit ermitteln zu können. In der Tat ist die Treffsicherheit, mit der man aus der Härtezahl die berechnete Zugfestigkeit, die Brinellfestigkeit, wie sie kurz bezeichnet wird, erlangt, in den meisten Fällen so überraschend, daß der Fehler selten mehr als ± 5 vH beträgt. Indessen ist auch bekannt, daß für Stahl die Grenzwerte für die Umrechnungszahlen bei 0,3 und 0,4 liegen und damit die übliche Beziehung Abweichungen von ± 10 vH ergeben kann. Wenn man

[1] Auszug aus Heft 313 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, Berlin 1929, VDI-Verlag G. m. b. H.

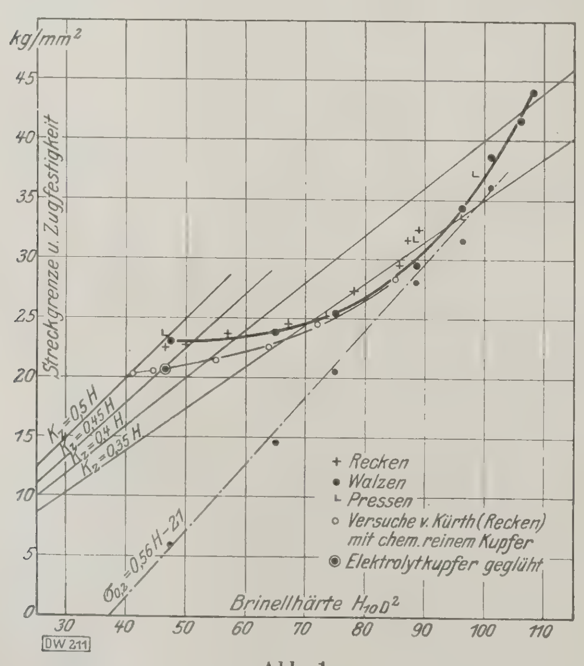


Abb. 1
Zusammenhänge von Brinellhärtezahl, Streckgrenze und Zugfestigkeit für Kupfer.

auch über deren Gründe zunächst keinerlei Anhaltspu hatte, so vermochte dies nichts an der praktischen Be tung der Brinellprüfung zu ändern, denn in vielen F ist eine an sich auch nur überschlägige Bestimmung Festigkeit, wenn sie nur rasch und billig ausge werden kann, von unschätzbarem praktischen Nu

Brinellhärtezahl, Zugfestigkeit und Streckgrenze Nichteisenmetallen

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, auch bei N eisenmetallen nach einer Beziehung zwischen Zugfesti und Härte zu suchen, sie haben jedoch zu keinem br baren Ergebnis geführt, weil die Umrechnungszahlen einen und denselben Werkstoff zwischen 0,3 und 0 nach dem Zustand der Kaltbearbeitung liegen kön Damit versagt die einfache Umrechnung von Brinell in Festigkeit und es blieb als einzige Möglichkeit nächst zu verfolgen, wie sich für die einzelnen Me die Verhältniszahlen mit der Kaltbearbeitung ändern.

Abb. 1 zeigt für Kupfer, dessen Härte und Fe keitswerte durch Kaltwalzen (bis 90 vH) soweit wie lich gesteigert worden waren, diesen Zusammenhang. den praktischen Wert dieses Zusammenhanges zu erhö sind auch Ergebnisse mit andern Kupfersorten, so sie im Schrifttum zu finden waren, eingetragen. Da ergibt sich, daß eine lineare Beziehung keineswegs steht; man könnte wohl aus dieser Darstellung für stimmte Härtezahlen zeichnerisch die Zugfestigkeit nehmen, aber auch dabei ergeben sich schon für gl Härtezahlen Unterschiede in der Festigkeit, wenn man verschiedenen Kupfersorten vergleicht. Genau dass Bild ergibt sich für Reinnickel.

Bei Messing kommt als neue Schwierig hinzu, daß schon im geglühten Zustand je der Legierung erhebliche Härteunterschiede beste Für verschiedene Legierungen ergeben sich wohl liche Linienzüge, für gleiche Härtezahlen verschied Legierungen aber ganz verschiedene Festigkeiten; so

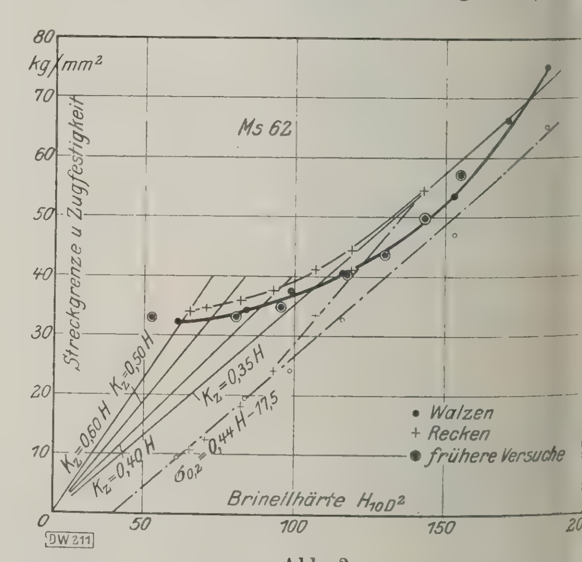


Abb. 2
Zusammenhänge von Brinellhärtezahl, Streckgrenze und Zugfestigkeit für Messing Ms 62.

10 D^2 ist die notwendige Belastung P in kg, wenn D der Kugeldurchmesser in mm ist.

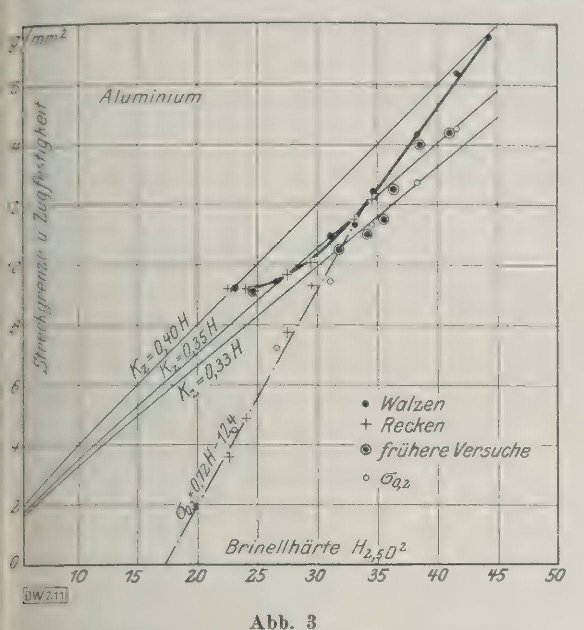


Abb. 3
Zusammenhänge von Brinellhärtezahl, Streckgrenze und Zugfestigkeit für Aluminium.

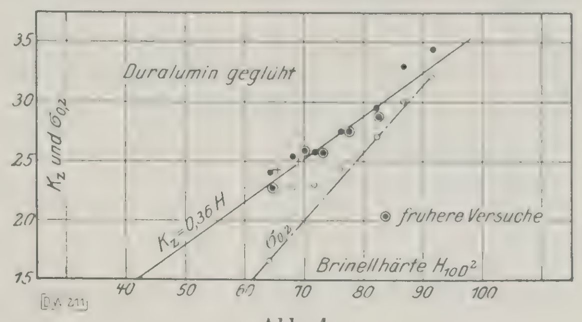


Abb. 4
Zusammenhänge von Brinellhärtezahl, Streckgrenze und Zugfestigkeit für Duralumin (geglüht).

r eine Brinellhärte $H_{10/1000} = 80$ kg/mm² Festigkeiten n 26,5 bis 37,5 kg/mm². Damit versagt auch dieser Weg rade bei Messing, weil die Zusammensetzung als unkannt anzusehen ist und selbst bei gleicher Zusammenzung der Gefügeaufbau sich in den mechanischen Eigennaften geltend macht, Abb. 2. Eine von *Guillet* angebene Beziehung für Kupfer, Messing, Bronze und Aluniumbronze, nach der für den ausgeglühten Zustand $= 0{,}55\, H_{10/1000}$ und für den kalt bearbeiteten $K_z =$ 05 $H_{10/1000}$ gesetzt werden kann, läßt sich nicht allgemein wenden, weil die kleinere Umrechnungszahl nur für en ganz bestimmten Grad der Kaltbearbeitung gilt, ssen Feststellung die Kugeldruckprobe nicht ermöglicht. ıßerdem kann der Wert 0,55 für den ausgeglühten Zuand Abweichungen von 20 vH ergeben, ganz abgesehen von, daß man schwer in allen Fällen mit Sicherheit gen kann, ob das Metall in diesem Zustand vorliegt.

Bei Aluminium werden die Umrechnungszahlen rch Kaltbearbeitung nicht in dem Maße verändert, wie r die genannten Metalle, so daß nach Abb. 3 im Mittel setzt werden kann

$$K_z = 0{,}33 \text{ bis } 0{,}36\, H_{2,5\,D^2}\,.$$

ssere Übereinstimmung läßt sich noch erreichen, wenn n beachtet, daß bei weichgeglühtem und bei federhart walztem Aluminium der Beiwert bis 0,4 ansteigen kann.

Eine recht gute lineare Beziehung ergibt sich für Duralumin, Abb. 4:

Duralumin geglüht . . . . . $K_z = 0{,}36\, H_{10\,D^2}$
Duralumin veredelt . . . . $K_z = 0{,}34$ bis $0{,}36\, H_{10\,D^2}$
Skleron veredelt . . . . . . $K_z = 0{,}35$ bis $0{,}36\, H_{10\,D^2}$.

Für die Aluminiumgruppe kann demnach die Frage als befriedigend gelöst angesehen werden, und man wird nicht fehlgehen, den Mittelwert 0,35 auch auf die übrigen veredelbaren Aluminiumlegierungen wie Construktal, Lautal, Aeron und ähnliche auszudehnen.

Beziehungen zur Streckgrenze lassen sich in der Form $\sigma_s = B\,H - C$ ausdrücken. Da aber die Festwerte B und C für verschiedene Metalle verschieden sind und für gleiche Metalle noch von der Art der Kaltbearbeitung abhängen, so ist der praktische Wert solcher Beziehungen nur gering.

Bei den Nichteisenmetallen, die Aluminiumgruppe ausgenommen, besteht also selbst dann, wenn die einzelnen Metallgruppen besonders betrachtet werden, ein so einfaches Verhältnis wie bei Stahl nicht. Dieser Umstand ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die Brinellhärte, wie ja schon durch die notwendige Normung der Kugelbelastung zum Ausdruck kommt, keinen Festwert darstellt und infolgedessen mit der Zugfestigkeit nicht ohne weiteres oder doch nur in besonderen Fällen vergleichbar ist.

Härtelinie und Zugdehnungslinie

Einen Einblick in das Wesen der Kugeldruckhärte gewinnt man, wenn man die Abhängigkeit der Kugelbelastung P vom Eindruckdurchmesser d verfolgt. Dann gilt die Beziehung $P = a\,d^n$ mit dem Exponenten n als Festwert. Da der Wert a außer vom Werkstoff noch von der Größe der verwendeten Kugel abhängt, ist es zweckmäßig, für die Betrachtungen denjenigen Wert a zugrunde zu legen, der zur Einheitskugel $D = 10$ mm gehört. Unter dieser Voraussetzung kann auch a als Festwert angesehen

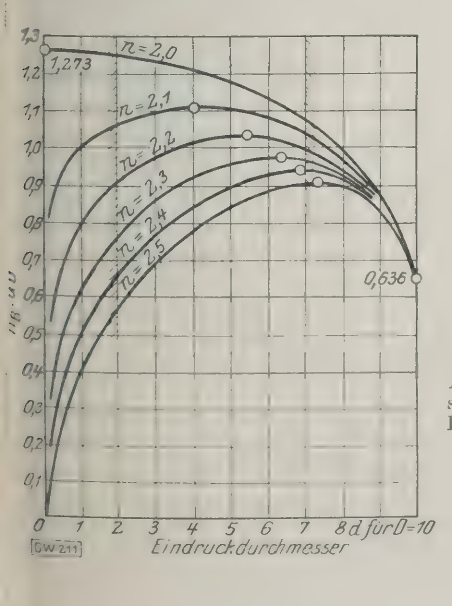
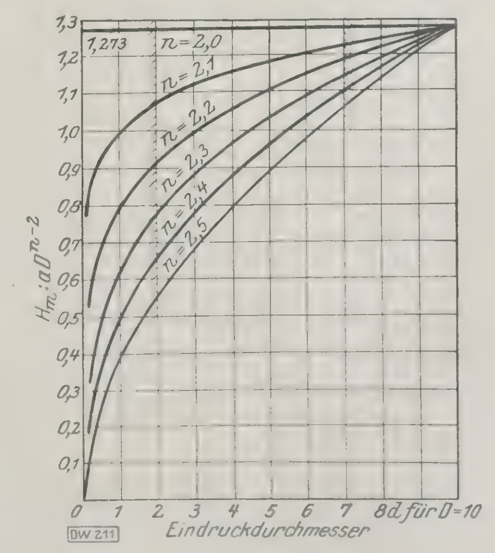


Abb. 5 (links)
Abhängigkeit der *Brinellschen* Härtezahl vom Eindruckdurchmesser.

Abb. 6 (rechts)
Abhängigkeit des mittleren spezifischen Druckes (*Meyer*-Härte) vom Eindruckdurchmesser.



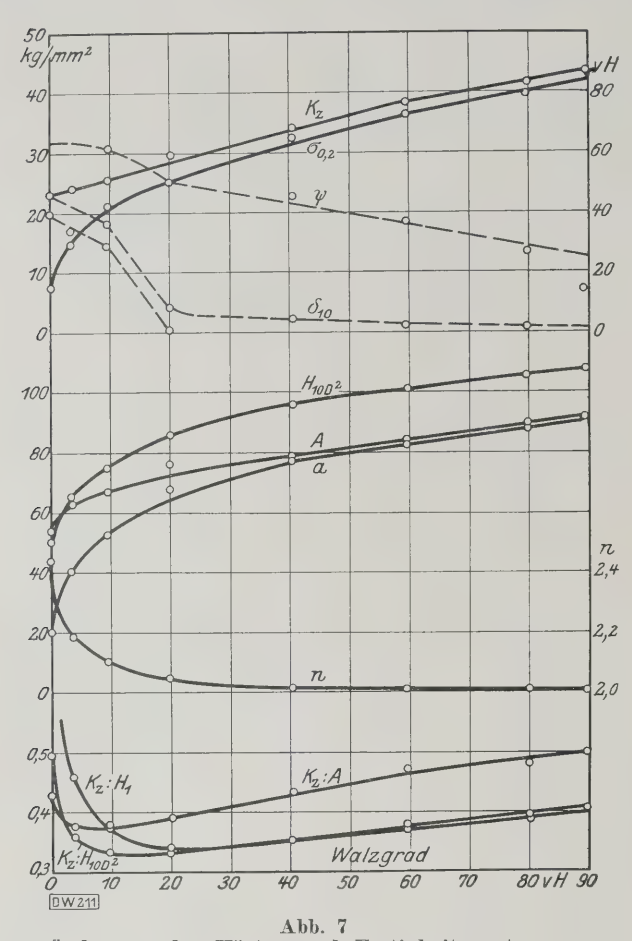


Abb. 7
Änderung der Härte- und Festigkeitswerte von Kupfer mit dem Walzgrad.

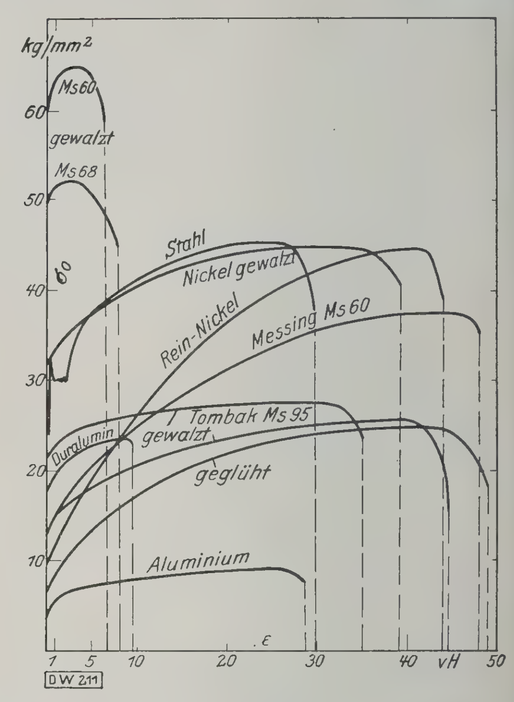


Abb. 8
Dehnungslinien verschiedener Metalle.

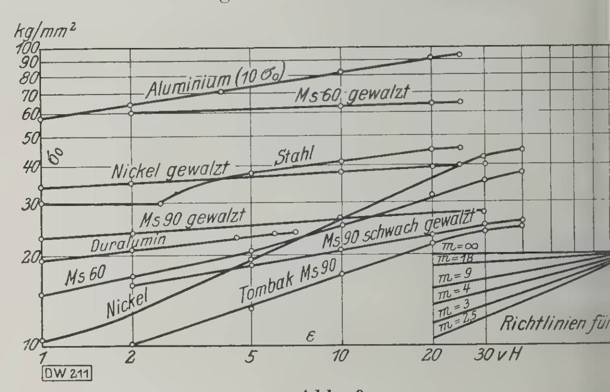


Abb. 9
Dehnungslinien verschiedener Metalle (Abb. 8) in logarithmischer Darstellung.

werden; die Umrechnung von a auf andre Kugelgrößen ergibt sich, daß der Wert $a D^{n-2} = A$ unabhängig vom Kugeldurchmesser bleibt. Aus den Härtekennziffern a und n kann man für beliebige Eindruckdurchmesser die Brinellhärtezahlen errechnen, Abb. 5. Als physikalisch richtigere Härtezahl ist der mittlere spezifische Druck (*Meyerhärte*) anzusehen, der sich aus der einfachen Beziehung $H_m = \frac{4\,a\,d^{n-2}}{\pi}$ ergibt. Aus Abb. 6 ersieht man, daß diese Härtezahlen mit dem Eindruckdurchmesser stetig wachsen, und zwar um so mehr, je mehr n von 2 verschieden ist.

Das Anwachsen der Härtezahlen ist aber nichts andres als die Erscheinung der Verfestigung, die allerdings in bezug auf den Härtebegriff zu der Erkenntnis führt, daß die Härte als Eindringwiderstand keinen Festwert darstellen kann, weil dieser Widerstand mit dem Eindringen wächst. Demgemäß kann auch das Verhältnis von Zugfestigkeit und Härte nur dann als unveränderlich werden, wenn die Verfestigung bei beiden Vorgängen gleichwertig ist. Die Formänderungsvorgänge beim Eindrücken einer Kugel lassen sich daher nicht durch eine einzelne Härtezahl ausdrücken, vielmehr muß man die ganze Härtelinie, die durch die Kennziffern a und n bestimmt ist, heranziehen. Dabei scheidet aber die *Brinellsche* Härtelinie aus, weil der Verfestigungsvorgang zugunsten einer wenig veränderlichen Härtezahl verschleiert wird. Übrigens trifft das letzte auch nur dann zu, wenn n zwischen 2,1 und 2,2 liegt. Durch die eigenartige Zunahme der Kalottenoberfläche entsteht ein Größtwert (Größthärtezahl), der aber mehr geometrischer Natur ist und einen Vergleich mit der Höchstspannung der Zugdehnungslinie weder rechtfertigt noch ergibt.

Der Exponent n liegt nun bei Stahl- und Aluminiumlegierungen im geglühten Zustand etwa bei 2,1 bis 2,3, für die übrigen Nichteisenmetalle aber bei 2,3 bis 2,6; durch Kaltbearbeitung nimmt n für beide Metallgruppen bis auf 2

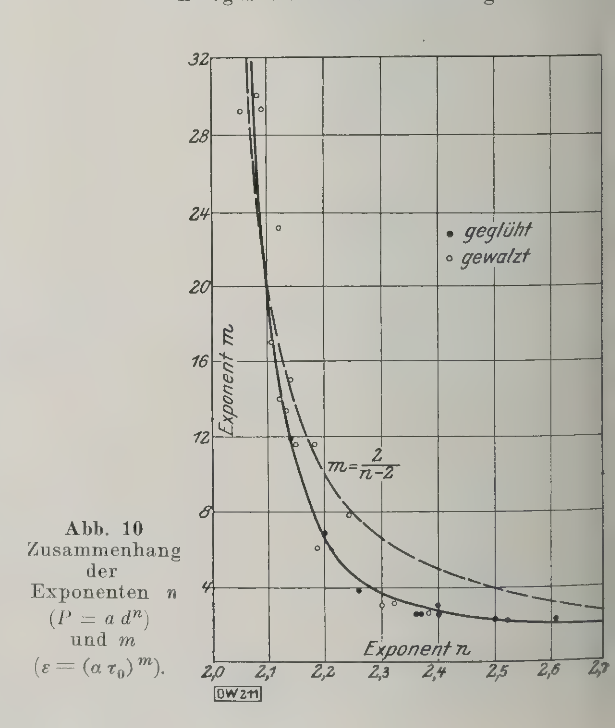


Abb. 10
Zusammenhang der Exponenten n ($P = a\,d^n$) und m ($\varepsilon = (a\,\tau_0)^m$).

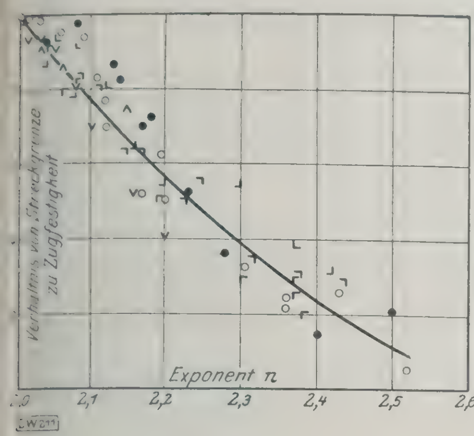


Abb. 11
Streckgrenzeverhältnis und Exponent n.

⌐ Ms 90 ○ Kupfer
└ Ms 85 ● Nickel
¬ Ms 62 ∧ Duralumin
┘ Ms 60 V Aluminium

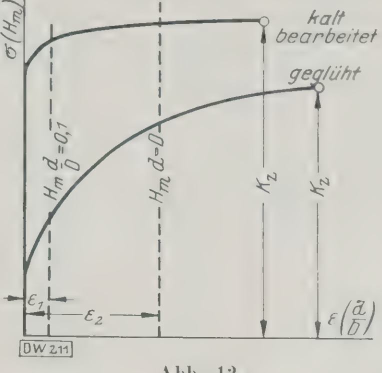


Abb. 12
Überlagerung von Härtelinie und Zugdehnungslinie.

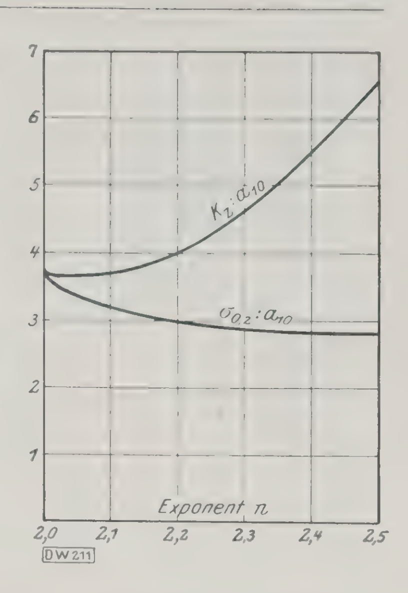


Abb. 13 (rechts)
Abhängigkeit der Zugfestigkeit und Streckgrenze von den Härtekennziffern a und n auf Grund der abgeleiteten Beziehungen.

ab. Das letztere tritt ein, wenn Streckgrenze und Zugfestigkeit zusammenfallen, der Stoff also nicht mehr in dem Sinne verfestigungsfähig ist, daß das Streckgrenzeverhältnis sich hebt, Abb. 7. Im Einklang damit steht, daß für $n = 2$ der mittlere spezifische Druck unabhängig von der Eindruckgröße wird. Dies und weiterhin die Tatsache, daß gerade für Metalle mit Exponenten zwischen 2 und 2,3 ein wenig veränderliches Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Brinellhärte besteht, weisen aber darauf hin, daß der Exponent n zu den einfachen Dehnungslinien in Beziehung stehen muß.

Diese Zusammenhänge lassen sich zahlenmäßig verfolgen, wenn man die Dehnungslinie durch eine Gleichung von der Form $\varepsilon = (\alpha\, \sigma_0)^m$ zu erfassen sucht. Abb. 8 und 9 zeigen an dem nahezu geradlinigen Verlauf der üblichen Zugdehnungslinien im logarithmischen Schaubild, daß eine solche Beziehung, naturgemäß nicht bei allen Metallen, aber, wie die Versuche zeigen, doch in sehr vielen Fällen eine recht anschauliche Darstellung gestattet, bei der auch die Zugdehnungslinie durch zwei Festwerte gekennzeichnet wird. Bestimmt man diese Festwerte, so ergeben sich Zusammenhänge zwischen a und α, sowie den Exponenten n und m, Abb. 10. Daraus geht hervor, daß die Bedeutung von n nicht mehr allein auf den Kugeldruckversuch beschränkt bleibt, sondern ohne Rücksicht auf den Zustand, in dem sich das Metall befindet, den Anstieg der Dehnungslinie, mit andern Worten, die Verfestigungsfähigkeit kennzeichnet.

Metalle mit hohen Exponenten n haben steil ansteigende Dehnungslinien, verfestigen sich also rasch; Metalle mit kleinen Exponenten haben geringere Verfestigungsfähigkeit, ihre Dehnungslinien steigen flach an. Für $n = 2$ fehlt die Verfestigungsfähigkeit; dieser Zustand tritt ein bei Metallen, die soweit verfestigt sind, daß sie keine gleichmäßige Dehnung mehr haben, ferner im Fließbereich bei Stahl und schließlich bei hohen Temperaturen, wenn die Verfestigung durch Erweichung wieder aufgehoben wird. In letzterem Fall kann die gleichmäßige Dehnung recht beträchtlich sein. Findet sich n kleiner als 2, wie z. B. bei Blei, so unterliegt der Stoff der Erweichung, m müßte negativ werden, d. h. die Dehnungslinie abfallen, was in der Tat auch bei Blei beobachtet wird. Die Zusammenhänge werden aber bei solchen Metallen leicht durch den Einfluß der Formänderungsgeschwindigkeit gestört. Daß beim Kugelschlagversuch[2]) der dynamische Exponent n stets kleiner als der statische gefunden wird und beim dynamischen Zugversuch die Dehnungslinie flacher ansteigt[3]) als beim statischen, muß als eine Bestätigung des Zusammenhangs angesehen werden.

Wenn nun n den Anstieg der Dehnungslinie kennzeichnet, so muß das Verhältnis von Streckgrenze zur Zugfestigkeit durch n bestimmt sein unter der Voraussetzung, daß die gleichmäßige Dehnung als unveränderlich anzusehen ist. Da aber meistens Metalle mit hohen Exponenten n auch eine große gleichmäßige Dehnung haben, und die Dehnungslinien im Bereich der Höchstlast häufig ein längeres Stück waagerecht verlaufen, so tritt der Einfluß der gleichmäßigen Dehnung teilweise wieder zurück, so daß, wie Abb. 11 zeigt, n mit recht guter Annäherung das Streckgrenzeverhältnis zum Ausdruck bringt. Dadurch gewinnt der Exponent n besondere praktische Bedeutung, und es sollte auf seine Ermittlung dort nicht mehr verzichtet werden, wo man aus einer Härteprüfung möglichst weitgehenden Aufschluß über die Eigenschaften des Werkstoffes erhalten will.

Die Tatsache, daß die Härtekennziffern a und n denselben Formänderungswiderstand zum Ausdruck bringen, den die Zugdehnungslinie darstellt, erlaubt einen anschaulichen Vergleich beider Vorgänge, wenn man Härte und Zugdehnungslinie überlagert und die Spannungen im Zugdehnungsschaubild mit den mittleren spezifischen Drücken vergleicht. Zu dieser Anschauung bin ich unabhängig von *Ludwik*[4]) gelangt, der in ähnlicher Weise die *Brinellschen* Härtezahlen mit den Spannungen für die Zugdehnungslinie vergleichen konnte. Nach Abb. 12 entspricht dem Anwachsen der Härtezahlen vom Wert a ($d = 1$ mm) bis zum Werte $A = a\,D^{n-2}$ ($d = D = 10$ mm) ein bestimmtes Stück der Zugdehnungslinie.

In bezug auf das Verhältnis der Zugfestigkeit zu einer Härtezahl läßt sich daraus ableiten, daß von allen Härtezahlen für die verschiedensten Metalle in beliebigen Zuständen der Wert $a\,D^{n-2}$ das am wenigsten veränderliche Verhältnis hat und beliebige Härtezahlen nur dann in einem wenig veränderlichen Verhältnis zur Zugfestigkeit stehen, wenn das Streckgrenzeverhältnis[4a]) hoch liegt, die Dehnungs- und Härtelinie flach verläuft, also n klein ist. Härtezahlen, die bei kleinen Eindrücken ermittelt werden, stehen in näherer Beziehung zur Streckgrenze, umgekehrt sind tiefe Eindrücke erforderlich, wenn das Verhältnis der Zugfestigkeit zur Härte möglichst wenig veränderlich sein soll. Man sieht aber auch, daß für Metalle mit hohen Exponenten n selbst bei diesen Härtezahlen noch nicht die Verfestigung erzielt wird, die der Zugfestigkeit entspricht, was auch Abb. 7 an dem eingetragenen Verhältnis $K_z : A$ zeigt.

Zugfestigkeit und Härtekennziffern

Um in bezug auf das Verhältnis der Zugfestigkeit zur Härte zu einem gesetzmäßigen Zusammenhang zu kommen, wurde ein von *Kokado* gezeigter Weg eingeschlagen. *Kokado*[5]) ist es auf rechnerischem Wege gelungen, den Nach-

[2]) *Claß*, Der Kugelschlaghärteprüfer. Heft 296 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1680.

[3]) *Meyer*, Zugversuch bei raschem Zerreißen. Heft 295 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens.

[4]) *Ludwik*, Z. Bd. 71 (1927) S. 1532. Die vorliegende Arbeit wurde Ende 1927 abgeschlossen.

[4a]) Verhältnis der Streckgrenze zur Zugfestigkeit.

[5]) *Kokado*, Hardness and Hardness-Measurement, Tech. Rep. Tohoku Imp. University Bd. 6 (1927) Heft 4. Einen Auszug enthält Forschungsheft 313 S. 3 u. f.

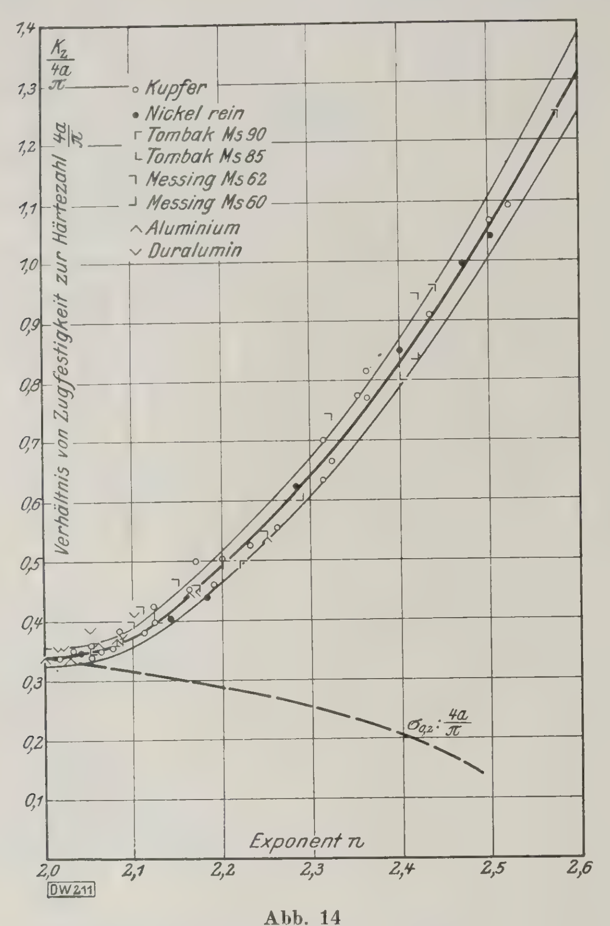


Abb. 14
Abhängigkeit der Zugfestigkeit von den Härtekennziffern a_{10} und n auf Grund der Versuche.

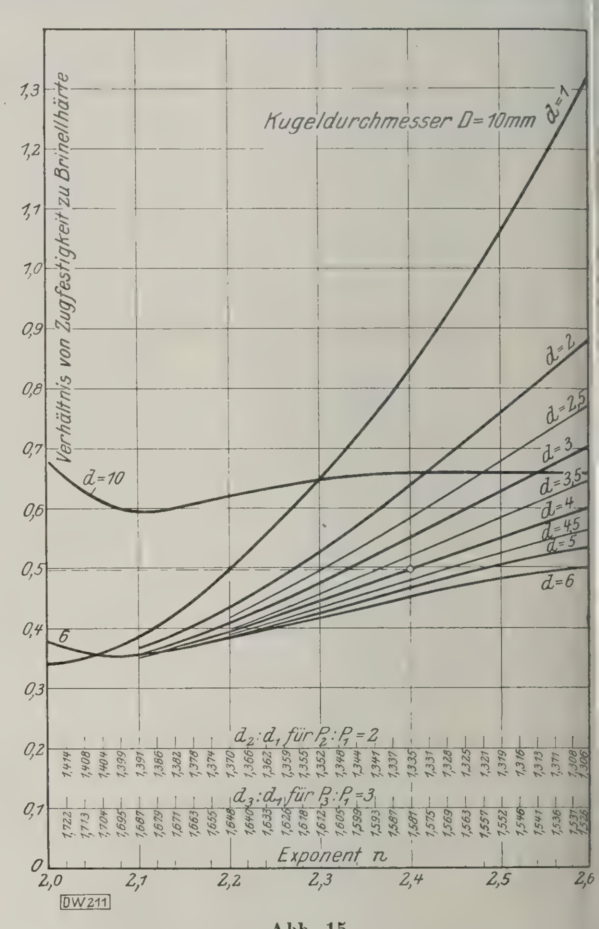


Abb. 15
Tafel zur Bestimmung der Umrechnungszahlen.

weis zu erbringen, daß das Eindringen einer Kugel, das durch a und n bestimmt ist, sich auch durch diejenigen Größen, die den Zusammenhang von wirklicher Spannung und Dehnung für die einfache Druckdehnungslinie angeben, ausdrücken läßt. Die rechnerischen Ableitungen ergeben als gegenseitige Zusammenhänge $m = \frac{2}{n-2}$ und $\alpha = a \cdot f(n)$, wenn als Gleichung für die Druckdehnungslinie $\frac{\varepsilon_d}{1-\varepsilon_d} = (\alpha\,\sigma)^m$. gesetzt wird.

Beachtet man, daß aus der Druckdehnungslinie die Zugdehnungslinie dadurch gefunden werden kann, daß man den Ausdruck $\frac{\varepsilon_d}{1-\varepsilon_d}$ durch die Zugdehnung ε ersetzen kann, so findet sich für den Zusammenhang zwischen Zugfestigkeit und Härtekennziffern folgender Ausdruck:

$$K_z = \frac{(4-n)^{\frac{4-n}{2}}\,(n-2)^{\frac{n-2}{2}}\,2^{\frac{n-2}{2}}\,n}{(6-n)^{\frac{n-2}{2}}}\,a\,D^{n-2}.$$

Abb. 13 zeigt den durch diese Gleichung bestimmten Zusammenhang für $D = 10$ mm in Abhängigkeit vom Exponenten n. Wenn auch diese Beziehung zahlenmäßig nicht verwertbar ist, so kommt durch sie doch zum Ausdruck, daß im allgemeinsten Fall nicht eine einzelne Härtezahl, sondern die Härtekennziffern a und n in Beziehung zur Zugfestigkeit stehen. Als neuer Gesichtspunkt kommt noch hinzu, daß auch die gleichmäßige Dehnung (mathematisch als die zur Zugfestigkeit gehörige Abszisse aufzufassen) in dieser Beziehung oder in der Funktion für n enthalten ist.

Trägt man nun für die untersuchten Metalle das Verhältnis $K_z : a$ in Abhängigkeit von n auf, so ergibt sich Abb. 14, in der die schwach ausgezogenen Linien ein Gebiet der Abweichungen vom Mittelwert von ± 5 vH einschließen. Der Einfluß der gleichmäßigen Dehnung tr aus demselben Grund, wie für das Streckgrenzeverhältn fast ganz zurück, bedingt aber mit den Unregelmäßigkeit im Verlauf der Dehnungslinien die Abweichungen. D Brinellfestigkeit läßt sich damit aus den. Werten a und bestimmen. Dazu sind mindestens zwei mit verschieden Kugelbelastungen erzeugte Eindrücke notwendig.

Bei bestimmter Wahl der Belastung (z. B. Verhä nis 1 : 2 oder 1 : 3) kann n unmittelbar aus dem Ve hältnis der Eindruckdurchmesser angegeben werden; a mu aber durch Logarithmieren bestimmt werden. Um di zu umgehen, ist die Tafel Abb. 15 so entworfen, daß e möglich ist, aus der üblichen Brinellhärte und dem E ponenten n die Brinellfestigkeit zu bestimmen. Hat ma z. B. bei $P_1 = 1000$ kg $d_1 = 4$ mm, entsprechend $H_{10/1000}$ = 76,6 kg/mm², gefunden, bei $P_3 = 3000$ kg $d_3 = 6{,}32$ mm, s ergibt sich aus $d_3 : d_1 = 1.581$ $n = 2{,}4$. Auf der Senkrec ten durch $n = 2{,}4$, Abb. 15, findet man beim Schnittpun mit $d = 4$ mm als Umrechnungszahl 0,49, damit wi $K_z = 0{,}49 \cdot 76{,}6 \approx 38$ kg/mm². Weiterhin kann man a Abb. 11 entnehmen, daß für $n = 2{,}4$ das Streckgrenzeve hältnis etwa 0,3 beträgt. Findet man $n \leq 2{,}2$, so liegt d Umrechnungszahl zwischen 0,3 und 0,4, ganz wie wir e bei Stahl gewohnt sind, und es ergibt sich dann hi reichend genau für alle Metalle $K_z = 0{,}36\,H_B$.

Die praktische Bestimmung der Brinellfestigkeit wi außerordentlich vereinfacht, wenn man weiß, daß das M tall in kaltverformtem Zustand vorliegt. Es ist üblic bei gewalzten und gezogenen Metallen die Härtestuf viertelhart, halbhart, dreiviertelhart, hart und federha zu unterscheiden[5]). Da für diese Zustände bei all untersuchten Metallen $n < 2{,}2$ gefunden wurde, so ka in diesen Fällen auf die Bestimmung von n verzicht und ohne weiteres $K_z = 0{,}36\,H_B$ gesetzt werden. Die B stimmung von n wird daher nur bei geglühten oder ga

[5]) Nach einem noch nicht endgültigen Normvorschlag soll d Festigkeit in diesen Fällen das 1,1, 1,2, 1,3, 1,4 und 1,8 fache vom geglüht Zustand betragen.

wach verformten Metallen notwendig; dabei hat sich . angegebene Verfahren auch bei den inzwischen an- tellten Versuchen mit Walzbronze, Duranametall und ·ktron als praktisch brauchbar erwiesen.

Die ermittelten Zusammenhänge finden sich auch bei pfer in h ö h e r e r Temperatur bestätigt, dabei hat sich, ; zu erwarten war, gezeigt, daß es n i c h t zulässig ist, , bei gewöhnlicher Temperatur gültigen Beiwert auch ' höhere Temperaturen zu übertragen. Allgemeine Be- uung kommt den Zusammenhängen insofern zu, als auch Stahl das Verhältnis von 0,36 nach oben abweicht und n a und n abhängig wird, wenn n größer als 2,3 ist, d. h. ; Streckgrenzeverhältnis sinkt. Dies kann durch Grob- rnigkeit oder Legierungszusätze (austenitische Stähle) lingt sein. Ein hohes Streckgrenzeverhältnis, wie es z. B. Chromnickelstahl vorliegt, bedingt umgekehrt kleinere ırechnungszahlen (0,34).

Gegossene Metalle

Die gefundenen Zusammenhänge gelten zunächst nur · zähe Metalle, d. h. solche, die sich einschnüren; wenn ır diese Bedingung schon beim gegossenen Metall er- lt ist, so sind sie auch auf diese anwendbar. Zu beach- ist, daß solche Metalle nie ganz frei von örtlichen ılstellen sind, die die Festigkeit in höherem Maße be- flussen als die Härte, so daß bei der Beurteilung der stigkeit gegossener Metalle aus der Brinellhärte stets rsicht am Platze ist. Zumeist finden sich wegen der ben Struktur hohe Werte für n.

Bei gegossenen Metallen, die spröde sind, mißt man mit Zugfestigkeit keinen Formänderungswiderstand, sondern Trennungswiderstand; man kann daher nur auf rein pirischem Wege entscheiden, ob Festigkeit und Härte- ıl gleichlaufend sind. Es scheint, als ob für solche Me- le die Umrechnungszahl für $H_{10/1000}$ bei 0,25 liege.

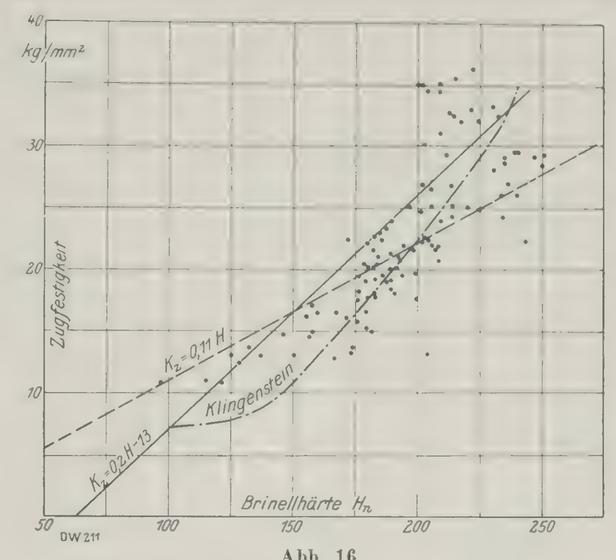


Abb. 16
Zugfestigkeit und Brinellhärte bei Gußeisen.

Für Gußeisen werden die bisher aufgestellten Beziehungen untereinander und mit weiteren Versuchswerten verglichen, Abb. 16. Daraus folgt, daß ein einfaches Verhältnis nur für Gußeisen mit ferritisch-perlitischer Grundmasse annähernd besteht ($K_z = 0{,}09$ bis $0{,}11\,H_n$). Für Gußeisen mit perlitischer Grundmasse läßt sich aber eine allgemeine Verhältniszahl nicht angeben, weil die Festigkeit im Gegensatz zur Härte durch Form und Menge des in Form von Graphit ausgeschiedenen Kohlenstoffs und weniger durch die metallische Grundmasse bedingt ist.

---

2. Jahresversammlung des Institute of Metals

Am 13. und 14. März fand in London unter der Leitung Vorsitzenden, Prof. Dr. *W. Rosenhain,* die diesjährige ühjahrstagung des Institute of Metals statt. Ihr be- ıderes Gepräge erhielt die Tagung dadurch, daß sie die Jahresversammlung war, das Institute of Metals somit dem laufenden Jahre in das dritte Jahrzehnt seines stehens eintritt. Ebenso erscheint das bekannte und ge- ätzte Journal of the Institute of Metals (zufällig ebenso die Zeitschrift für Metallkunde) im dritten Jahrzehnt. n den deutschen Gästen vertrat Dr. *W. Rohn* den Verein itscher Ingenieure und die Deutsche Gesellschaft für allkunde.

Von den Vorträgen seien folgende erwähnt: Über ne verbesserte Form des elektrischen iderstandofens berichteten *W. Rosenhain* d *Prytherch.* Der Ofen weist bei höherer Arbeits- nperatur (bis 1400 °) eine größere Haltbarkeit auf und frei von Oxydation des Kohlenwiderstandrohres. Der izkörper des Ofens besteht aus Kohlen- oder Graphit- ben, die in feuerfesten Hüllen gelagert sind. Die Heiz- mente werden durch Kontaktwiderstand erhitzt. Bei n günstigen Luftabschluß tritt nur geringe Oxy- ion ein.

Clement Blazey sprach über die Brüchigkeit n arsenhaltigem Kupfer. In einer früheren beit[1]) wurde eine Brüchigkeit von arsenhaltigem Kupfer chrieben, die sich durch geringe Zugfestigkeit und Deh- ıg, interkristallinen Bruch ohne Einschnürung und ge- ge Biegefähigkeit auch nach Glühen unter 600 bis ° kennzeichnete. Nach Glühung bei höheren Tempe- uren verschwand diese Sprödigkeit, sie erschien jedoch der bei Kaltbearbeitung und Glühungen bei tieferen nperaturen. Man stellte fest, daß unter bestimmten Be- gungen eine geringe Menge Wismut (ungefähr 04 vH) einen ähnlichen schädlichen Einfluß hervor- en kann. Die Versuchsbedingungen sind: Einschmelzen arsenhaltigen Kupfers unter Holzkohle, dann Polen und dem Vergießen Zusatz von Wismut. Anschließender sphorzusatz hebt die Schädlichkeit auf, ebenfalls Um- melzen. Bei Phosphorzusatz genügt einmaliges Um- melzen, sonst ist mehrmaliges Umschmelzen erforderlich. feinen Drähten genügt langes Erhitzen in Wasserstoffatmosphäre bei hoher Temperatur. Die Sprödigkeit trat in nicht arsenhaltigem Kupfer auf.

Das Alterungshärten einiger Aluminiumlegierungen behandelten *Marie L. V. Gayler* und *G. D. Preston.* Folgende physikalische Eigenschaften von fünf kennzeichnenden Aluminiumlegierungen, die Kupfer oder Magnesium-Silizid oder beide Komponenten enthielten, wurden unter gleichen Bedingungen der Wärmebehandlung die Brinellhärte, die Zerreißfestigkeit, die Dichte, die elektrische Leitfähigkeit und die Kristalländerung durch Untersuchung mittels Röntgenanalyse untersucht. Die Änderungen der Dichte und im Raumgitter lassen während des Alterns die Annahme zu, daß eine Ausflockung aus fester Lösung stattfindet. Die Röntgenanalyse zeigt auch, daß die Kristalle in einem gestörten Zustand sind, der sich erst allmählich bei der Alterung bei höherer Temperatur erholt. Die Zunahme des elektrischen Widerstandes während der Alterung entspricht dieser Störung des Raumgitters der festen Lösung, die durch kleinste Zersetzungsteilchen der festen Lösung hervorgerufen wird.

Man nimmt an, daß die Umsetzungen in der festen Lösung zwei Vorgänge umfassen:

1. Ausscheidung der Atome des gelösten Metalls aus dem Raumgitter der festen Lösung, von der möglichen Bildung von Molekülen begleitet.
2. Eine Koagulierung dieser ausgeschiedenen Atome oder Moleküle, ein Vorgang, der dicht dem ersten folgt oder ihn überlappt.

Zusammenfassend ergeben die Versuche eine starke Bestätigung, daß Härtung auf Ausscheidung hoch disperser Teilchen beruht.

Über das System Magnesium-Zink berichteten *W. Herme Rothery* und *E. O. Rounsefell.* Das Gleichgewichtsschaubild wurde für 0 bis 70 Atomhundertteile Mg untersucht. (Der magnesiumreiche Teil ist von *Hansen* geklärt[2]). Die feste Löslichkeit von Magnesium in Zink steigt von 0,15 Atomhundertteilen bei 200 °C, auf 0,3 Atomhundertteile bei 364 °C, der Temperatur des Zn-Mg-Zn_5-Eutektikums. Die Verbindung $MgZn_5$ wurde bestätigt, ebenfalls $MgZn_2$. Eine neue Verbindung MgZn wurde festgestellt. Diese findet sich stets bei Elektron u. ä. Legierungen vor, wo Zink im Überschuß der festen Löslichkeit vorhanden ist. [N 2835]

Aachen Dr.-Ing. *M. Haas*

[1]) J. Inst. Metals Bd. 37 (1927) S. 51.

[2]) J. Inst. Metals Bd. 39 (1928) S. 298; Z. f. Metallk. Bd. 19 (1922) S. 455.

RUNDSCHAU

Schweißtechnik

Werkstoffübergang im Schweißlichtbogen

Während man über die Schweißflamme des Azetylen-Sauerstoff-Brenners ziemlich genau Bescheid weiß, ist man bis vor kurzem noch ziemlich im Unklaren gewesen über das Verhalten des Metall-Schweißlichtbogens, insbesondere über den Übergang des Werkstoffs von der Elektrode zum

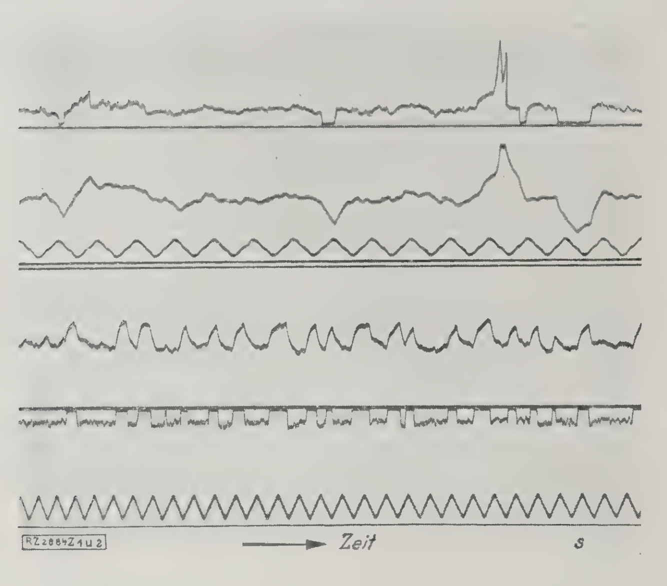
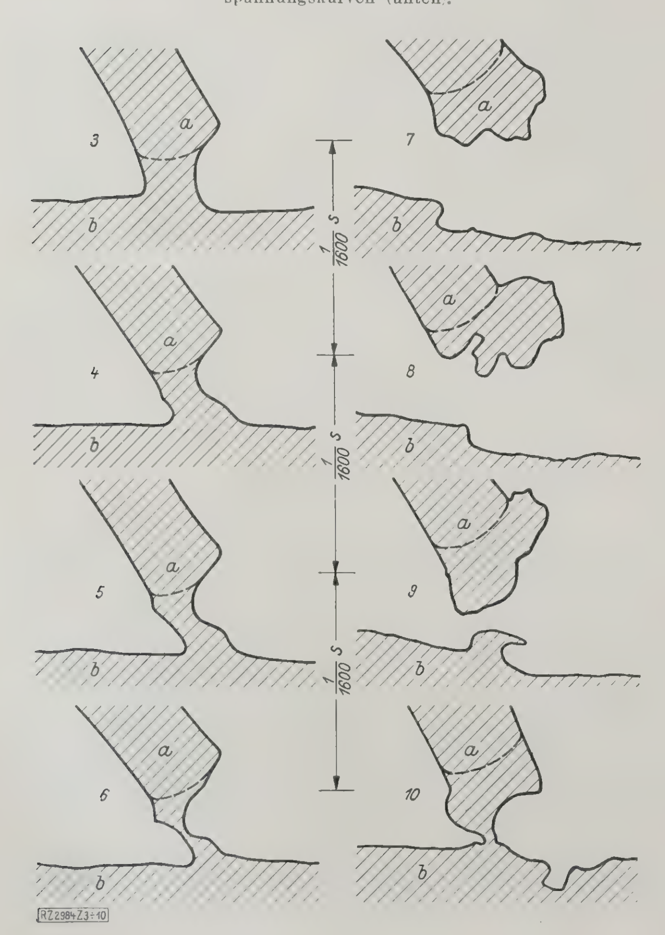


Abb. 1 und **2**
Oszillographische Aufnahmen beim Schweißvorgang für zwei verschiedene Elektroden und die zugehörigen Wechselstrom-spannungskurven (unten).



Werkstück. Man hat versucht, durch Photographie
Übergang sichtbar zu machen, mußte aber schon sehr
Glück haben, wenn man zufällig einmal einen wirkl
Tropfen erfassen konnte, da sich die Vorgänge im M
lichtbogen ganz außerordentlich rasch abspielen. Ma
dann mit mehr Erfolg versucht, mittels des Oszillogra
sich Klarheit zu verschaffen dadurch, daß man aus
Verlauf der Schweißspannungskurve und der Sch
stromkurve Rückschlüsse auf Dauer und Größe des
fens zog. Denn in dem Augenblick, wo ein Tropfen
geht, erfolgt ein Kurzschluß, die Stromstärke steigt au
durch die Wicklung der Maschine nach oben begre
Höchstwert und die Spannung sinkt auf null und
so lange auf null, bis der Tropfenübergang vollzoge
und sich wieder ein neuer Lichtbogen bildet. Trotz
sehr großen Empfindlichkeit des Oszillographen verm
aber immer noch nicht restlos den außerordentlich
wechselnden Vorgängen nachzukommen.

Es lag der Gedanke nahe, den Lichtbogen zu fil
wenn man in der Lage war, recht viele Bilder in
Sekunde aufzunehmen. So wurde Anfang 1927 im
suchsfeld für Schweißtechnik an der Technischen
schule Berlin auf Anregung von Prof. Dr.-Ing. *A. Hi*
zum ersten Mal der Schweißlichtbogen gefilmt und
mit einem Gerät des Filmfachmannes, Ing. *Thun*,
dem man damals schon 800 Bilder in einer Sekunde
nehmen konnte. Die mit einer 40fachen Dehnung v
nommene Abrollung dieses Films ließ aber wegen der
überstrahlenden Helligkeit des Lichtbogens in keiner
erkennen, wie der Werkstoff von der Elektrode
Schweißstück übergeht. Wohl aber zeigte sich, daß
der 40fachen Verlangsamung der Lichtbogen noch in
außerordentlich lebhaft herumtanzte.

Inzwischen waren in Amerika unter Ausnutzung
Wärmestrahlen beim Werkstoffübergang Filmaufna
des Schweißlichtbogens auf stark rot empfindlichem
hinter strengen Rotfiltern gemacht worden, wobei es
mit Rücksicht auf genügend lange Belichtungszeit nur
lich war, etwa 60 Bilder in einer Sekunde aufzuneh
so daß der Film nur mit etwa vierfacher Zeitdehnung
rollen konnte[1]). Trotzdem war hier zum ersten Mal
Werkstoffübergang zu beobachten, der aber hinsich
Form und Verlauf an Deutlichkeit zu wünschen
ließ, besonders deshalb, weil bei dem außerorden
raschen Abspielen der Vorgänge 60 Bilder in einer
kunde viel zu wenig sind.

Inzwischen war von *Thun* ein neues Verfahren
gearbeitet worden. Bei diesem konnten bis zu 4000 B
in einer Sekunde aufgenommen werden. Der Werks
übergang wurde dadurch klar sichtbar gemacht, daß
Schweißlichtbogen durch eine stärkere Lichtquelle
der dem aufnehmenden Objektiv gegenüberliegenden
her überstrahlt wurde, so daß man den übergehenden W
stoff im Film als Schattenbild erfaßte.

Nachdem einige erste Probeaufnahmen sofort
Brauchbarkeit des Verfahrens erwiesen hatten, wurden
Mitteln des Fachausschusses für Schweißte
nik im Verein deutscher Ingenieure planmäßige U
suchungen des Werkstoffübergangs vorgenommen, und
zunächst mit nackten, kohlenstoffarmen, an den Minuspol
legten Elektroden unter Verschweißung durch einen A
maten, um die Unsicherheit der Hand des Schweißers au
schalten. Hierbei wurden gleichzeitig mit dem Film d
einen Oszillographen auch noch die Schweißspannungen
-stromstärken aufgenommen und außerdem noch die S
nung einer Wechselstrombogenlampe von 50 Per/s. D
Vergleich mit den Filmbildern war es nun möglich, die
zelnen Tropfenübergänge bezüglich Zeitdauer, vorange
gener Schweißspannung und Schweißstromstärke, s
vorangegangener Lichtbogendauer genau zu verfolgen.

Durch Veränderung der Schweißspannung bei gle
bleibender Stromstärke und Veränderung der Stromst
bei gleichbleibender Schweißspannung konnte man
ein Bild machen über zweckmäßigste Spannung

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 750.

Abb. 3 bis **10**. Tropfenübergang von der Elektrode zur Schweißraupe von je vier aufeinanderfolgenden je um $^1/_{1600}$ s zeitlich auseinanderliegenden Umformungen in mikroskopischer Vergrößerung.
a Elektrode *b* Schweißraupe

Abb. 3 bis **6**. Fadenförmiger Tropfenübergang.
Abb. 7 bis **10**. Pilzförmiger Tropfenübergang.

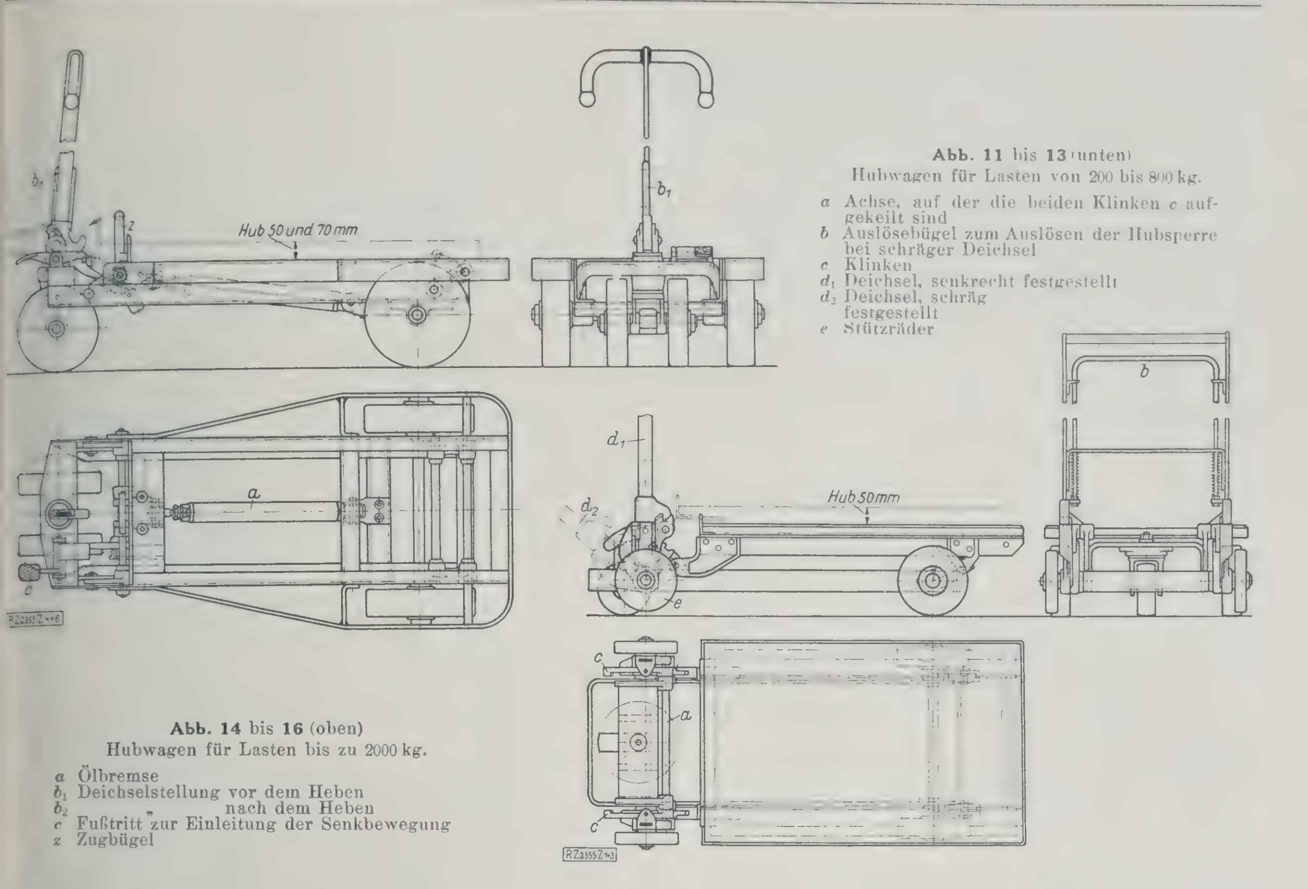


Abb. 11 bis **13** (unten)
Hubwagen für Lasten von 200 bis 800 kg.

a Achse, auf der die beiden Klinken *c* aufgekeilt sind
b Auslösebügel zum Auslösen der Hubsperre bei schräger Deichsel
c Klinken
d_1 Deichsel, senkrecht festgestellt
d_2 Deichsel, schräg festgestellt
e Stützräder

Abb. 14 bis **16** (oben)
Hubwagen für Lasten bis zu 2000 kg.

a Ölbremse
b_1 Deichselstellung vor dem Heben
b_2 " nach dem Heben
c Fußtritt zur Einleitung der Senkbewegung
z Zugbügel

tromstärke für eine bestimmte Elektrode und insbesondere auch über das Verhältnis von Lichtbogendauer zu ropfenübergangsdauer, das für genügende Vorwärmung id damit genügende Einbrandtiefe für die Schweißung ichtig ist. Abb. 1 und 2 zeigen Ausschnitte aus Oszillo-ammen für zwei verschiedene Elektroden und die Wech-lstromspannungskurven der mitaufgenommenen Wechsel-romlampe. Man wird hierdurch unabhängig von der Gehwindigkeit des ablaufenden Film- und Oszillogramm-reifens. Die Entfernung von Spitze zu Spitze bei der echselstromkurve bedeutet $^1/_{50}$ s; danach kann die Länge r Tropfendauer, die durch schwarze Striche auf der Null-nie kenntlich ist, ermittelt werden. In dem Oszillogramm-usschnitt, Abb. 1, ist die Tropfenfolge langsam, in dem usschnitt, Abb. 2, wesentlich rascher.

Von den etwa 3000 aus den Versuchen erfaßten ropfen hatte der längste die Dauer von etwa $^1/_7$ s, der irzeste von etwa nur $^1/_{2000}$ s. Die Filme waren mit etwa 00 bis 2400 Bildern in einer Sekunde aufgenommen; des-lb konnten die Filme mit etwa 130facher Zeitdehnung gerollt werden. Hierdurch werden für das Auge die schesten Vorgänge noch gut sichtbar erfaßt. Hauptsäch-h haben sich zwei Tropfenformen ermitteln lassen, der denförmige Tropfen und der pilzförmige Tropfen. Beim denförmigen Tropfen geht der Werkstoff ohne Verdickung s Elektrodenendes fadenförmig über, beim pilzförmigen ldet sich eine mehr oder weniger starke Verdickung des ektrodenendes, an dem der Tropfen mehrfach hin und her nzt, bis er schließlich auf den zu schweißenden Werk-off übergeht.

Wie rasch diese Vorgänge sich abspielen, zeigen Abb. 3 s 10. Abb. 3 bis 6 stellen einen fadenförmigen, Abb. 7 s 10 einen pilzförmigen Übergang des Schweißtropfens r, und zwar geben Abb. 7 bis 10 die mikroskopische Ver-ößerung von je vier aufeinanderfolgenden, je um $^1/_{1600}$ s itlich auseinanderliegender Umformungen wieder. Inner-lb $^1/_{1600}$ s verändert sich also die Form stark; daher ist notwendig, daß mit einer sehr großen Bildzahl bei der forschung des Werkstoffübergangs im Schweißlichtbogen arbeitet werden muß.

Über die neuesten Untersuchungen des Werkstoffüber-nges im Schweißlichtbogen werde ich in der im Rahmen r Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure attfindenden Fachsitzung Schweißtechnik am 21. Juni in nzig berichten. [M 2984]

Berlin-Charlottenburg *A. Hilpert*

Fördertechnik

Neuere Hubwagen

Alle bisher bekanntgewordenen Hubwagen, auch die nachstehend behandelten neuen Bauarten, sind so eingerichtet, daß ein Deichselausschlag genügt, um die Last auf die gewünschte Höhe, nach dem Betriebsblatt Nr. 29 des AWF etwa 50 mm, zu heben. Das mögliche Übersetzungsverhältnis (Deichsellänge × Handkraft) : (Hebelarm an der Hubvorrichtung × Ladelast) bedingt, daß die zu hebende Last nicht beliebig groß sein kann. 1500 kg ist wohl das größte Gewicht, das möglich ist. Bei größeren Lasten, für die Hubwagen ebenfalls gebaut werden, wird entweder Spindelhubwerk mit Handkurbel oder eine ähnliche Einrichtung notwendig. Man hat schon Vorrichtungen versucht, die auf dem Grundsatz der Exzenterwirkung beruhen. Die Versuche sind aber noch nicht zu einem Abschluß gekommen.

Das Senken der Lasten von mehr als rd. 800 kg besorgt eine sogen. Ölbremse, deren Wirkungsweise hier als bekannt vorausgesetzt werden darf, vollkommen selbsttätig, damit der Bedienungsmann entlastet und Gefahren, wie sie durch die hochschnappende Deichsel bei Handbedienung bestehen, ausgeschlossen werden. Bei solchen Lasten macht sich die Beschaffung eines entsprechend teueren Hubwagens mit Ölbremse immer bezahlt aus den Ersparnissen an anderen Umlademitteln.

Die aus Abb. 11 bis 22 ersichtlichen Hubwagenkonstruktionen haben sich z. T. aus schon bekannten Ausführungsformen entwickelt.

Für Lasten von 200 bis 800, nötigenfalls auch bis 1000 kg und für die Mehrzahl der vorkommenden Transporte genügt der aus Abb. 11 bis 13 ersichtliche Hubwagen[1]). Der Wagen wiegt in der gezeigten Ausführung 110 kg. Die Ladegestelle für diesen Wagen müssen zwischen den Füßen 610 mm l. Br. und 265 mm lichte Höhe der Ladeplatte haben, sie können im ganzen 950 mm lang sein. Die Plattform sollte nicht über 720 mm breit sein. Die Verriegelung der gehobenen Plattform wird durch Hochziehen des in der Deichsel geführten bügelartigen Griffes gelöst.

Für größere Lasten wird die gleiche Wagenbauart mit Öldruckbremse und doppelter Lenkrolle (Drehschemel) ausgerüstet. Aus den oben schon ausgeführten Gründen ist aber bei größeren Lasten ein Wagen mit größeren Rädern vorzuziehen, s. Abb. 14 bis 16. Er wird für Tragkräfte bis zu 2000 kg

[1]) Marke „Schildkröte" (Hersteller Wagner, Reutlingen).

gebaut. Bei einer Tragkraft von 1500 kg haben z. B. die Vorderräder (Lenkräder) 250 mm, die Hinterräder 300 mm Dmr. Die Größe der meist aus Holzbrettern hergestellten Abdeckung beträgt dabei 1050 × 650 mm², wodurch Ladegestelle von 1100 × 820 mm² Plattformgröße bedingt werden. Ohne Abdeckung kann der Wagen ebenfalls benutzt werden. Die Höhe über Fußboden beträgt dann 305 mm, mit Abdeckung 355 mm. Das Wagengewicht beträgt 150 kg einschließlich der aus den oben angeführten Gründen eingebauten Ölbremse. Die Stahlgußräder laufen auf staubdicht gelagerten Rollenlagern. Zur Auslösung der Verriegelung der gehobenen Plattform und damit der Einleitung der Senkbewegung dient ein aus Abb. 14 bis 16 ersichtlicher Fußtritt für den rechten Fuß. Dabei legt sich der Zugbügel *z* in den Haken ein, so den Wagen wieder zum Heben fertigmachend. Dieser Wagen ist im allgemeinen zum Ziehen gedacht. Damit man aber auch beim Schieben des Wagens mit hochgestellter Deichsel lenken kann, ist an der Deichsel der Quergriff angebracht.

Eine neue Lösung, die die Vorteile der beiden erstgenannten Wagenbauarten vereinigt, zeigen Abb. 17 bis 19. Man hat hier auf die Handauslösung verzichtet, die bei größeren Lasten doch gewisse Nachteile hat. Von den beiden Fußtritten dient der rechte zum Auslösen der Festhaltevorrichtung für die Deichsel, wenn diese senkrecht steht; will man also heben, so muß man diesen Hebel treten. Um Verwechslungen mit dem linken Fußhebel, der die Senkbewegung auslöst, zu vermeiden, hat man auf dem rechten Hebel ein „H", auf dem linken ein „S" angebracht. Der Wagen ist für Lasten bis 1000 kg gedacht, normal für 800 kg, und deshalb mit Ölbremse ausgerüstet. Gleich gute Wendigkeit beim Ziehen und Schieben wird durch die Lenkrolle, hier als Drehschemel ausgeführt, erreicht. Diese Bauart kann für 50 und 70 mm Hub geliefert werden.

Der Wagen kann, da er insbesondere als Anhänger für Elektrokarren gedacht ist, eine zweite Deichsel erhalten, die mit dem Drehschemel verbunden ist und die Lenkung zwangläufig gestaltet. Die Räder dies[es] Wagens sind mit Gummi bereift, wodur[ch] die bei der größeren Fahrgeschwindigk[eit] auftretenden Stöße wieder gemild[ert] werden.

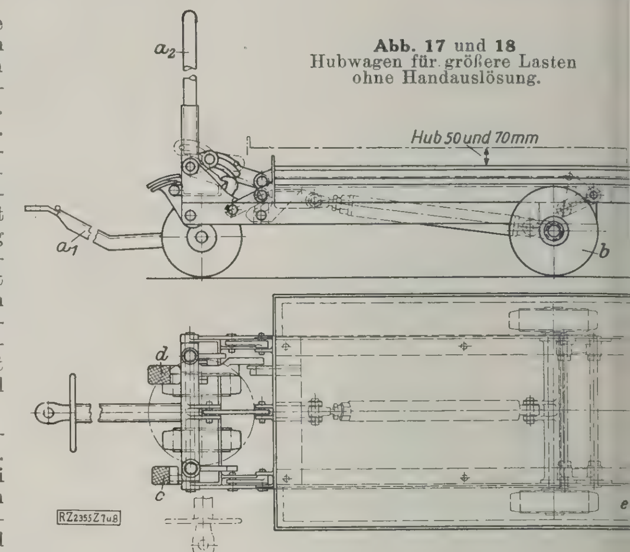


Abb. 17 und **18**
Hubwagen für größere Lasten ohne Handauslösung.

a_1 Anhängedeichsel
a_2 bügelartiger Hubhebel (Schiebegriff)
b Vollgummireifen
c Fußtritt zum Lösen der Feststellvorrichtung des Hubhebels
d Fußtritt zum Lösen der Senksperrvorrichtung
e Holzpritsche

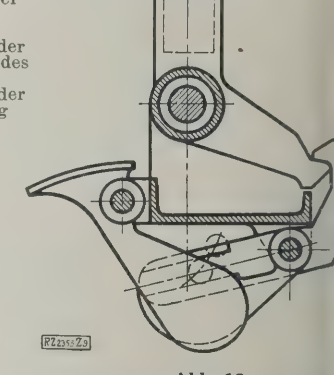
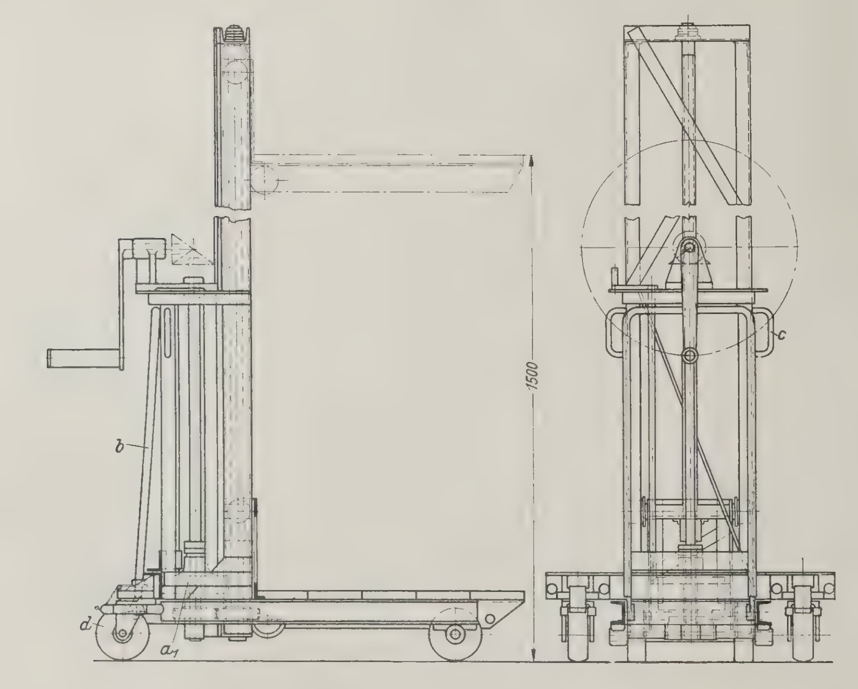


Abb. 19
Feststellvorrichtung des Hub[hub]wagens, Abb. 17 und 18, für di[e] Deichsel beim Schieben.



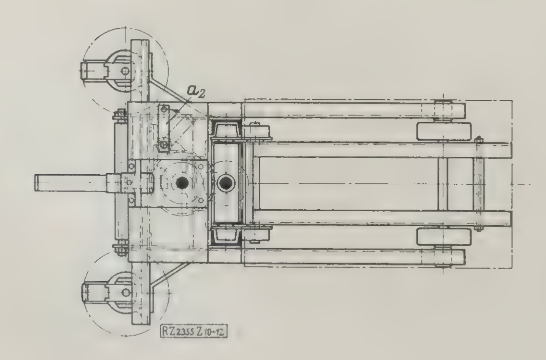


Abb. 20 bis **22**
Hochhubwagen

a_1 Senkbremsregler zum selbsttätigen Senken der Hubplattform
a_2 Bremsregler, ausschaltbar, so daß die Last der Kurbel senkbar ist
b Zugdeichsel, bügelartig
c Schiebegriffe
d Lenkräder, feststellbar

Zum Schluß sei noch ein neuer Hoc[h]hubwagen, Abb. 20 bis 22, gezei[gt]. Dieser Wagen ist weniger für Förderu[ng] auf längere Strecken, sondern vielme[hr] für Förderung in senkrechter Richtu[ng] gedacht, zum Stapeln der mit Hubwag[en] der vorbesprochenen Bauart ankomme[nden] den Ladegestelle. Trotzdem ist er m[it] einer rahmenartigen Deichsel verseh[en,] die das Unterfahren der Ladegestel[le] erleichtert. Dem gleichen Zweck dien[en] die aus Abb. 21 ersichtlichen beiden Han[d]griffe *c* zu beiden Seiten des Plattfor[m]führungsrahmens. Zum Heben betäti[gt] man die Handkurbel, vergl. Abb. 20 und [2]. Die Hubhöhe beträgt bis 1,5 m, die Tra[g]fähigkeit bis 800 kg. Die Ladegeste[lle] können in der eingangs angedeutet[en] Weise übereinandergestapelt werden, oh[ne] daß sie dabei mit der Hand in waagere[ch]ter Richtung bewegt zu werden brauche[n].

Aus den gezeigten Typen haben si[ch] noch einige Sonderausführungen e[nt]wickelt. [M 2355]

Berlin. *H. R. Müller.*

Aufbereitung

Fortschritte der Kohlenaufbereitung

Verhandlungen der Weltkraftkonferenz London 1928

Die Abteilung Kohlenaufbereitung beschäftigte sich it den Fragen der Aufbereitung im engeren Sinne, der rocknung und der Brikettierung. Die Aufstellung von aschkurven[1]) vor dem Bau einer neuen Wäsche wird jetzt uch von Engländern und Amerikanern als zweckmäßig nd unbedingt erforderlich, sowohl bei naßmechanischer wie uch bei trockenmechanischer Aufbereitung der Kohle hinestellt. Von den verschiedenen technischen Verfahren der teinkohlenaufbereitung hat sich in Amerika das Rheo-Verahren[2]), auch zur Aufbereitung von Steinkohle unter 8 mm, nsbesondere im Pittsburghbezirk eingeführt. Die Aufbeeitung der feinen Korngrößen auf Herden findet wegen der chwierigkeiten der Aufbereitung dieser Korngröße in etzmaschinen besondere Beachtung; doch wird die geringe eistungsfähigkeit dieser Herde, die zwischen 5 und 10 t/h chwankt, unangenehm empfunden. Zur Erhöhung der Leitung, wie auch des Anreicherungsgrades, wird von *Bird* nd *Yancey*[3]) eine Klassierung des Aufgabegutes mittels ufsteigender Wasserströme an Stelle der mechanischen lurch Siebe vorgeschlagen. Zur laufenden Untersuchung von Kohlenaufbereitanlagen wird in den Vereinigten Staaten on Amerika vielfach ein kleines, nach dem Schwimm- und enkverfahren arbeitendes Gerät, der Delatester, angewendet, ler einen schnellen Überblick über die Arbeitsweise ergibt.

Von besonderer Bedeutung ist die Fortentwicklung der rocknen Aufbereitung der Kohle, insbesondre für die feieren Korngrößen, die sich nur schwer entwässern lassen.

Für Kohle unter 50 mm wird in amerikanischen Aufereitungsanlagen in verschiedenen Fällen die Spiral-Fliehraftschleuder[4]) benutzt, deren Anwendung auf europäiche Verhältnisse wegen der andersgearteten Kohle nur bechränkt sein dürfte. Für die Aufbereitung von Feinkohle nter 10 mm sind eine Reihe von trocken arbeitenden Luftrerden durchgebildet worden. Es werden nach diesem Verahren in England jährlich 12 Mill. t Kohle aufbereitet.

Ein Nachteil der Aufbereitung der Kohle auf Luftherden st die hierbei nötige enge Klassierung vor Aufgabe der Kohlen auf den Herd. Durch neuere Untersuchungen von *Raw* und *Ridley* ist es möglich geworden, die Kohle ohne Vorklassierung auf nach dem statischen Verfahren arbeienden Herden aufzubereiten. Dieses Verfahren beruht auf lem Ausbalancieren des Kohlenbettes ohne Einwirkung des uf die Geschwindigkeit der Luft zurückzuführenden Luftviderstandes. Hierzu ist unklassierte Kohle besonders geignet. Es wird hierdurch der Luftdruck nur dazu verwendet, den Widerstand des Bettes zu überwinden, so daß eine freien Luftströmungen entstehen und der Druck in llen Teilen des Bettes statisch wirkt. Durch die Stoßewegung des Herdes wird der statische Gleichgewichtustand unterbrochen und es werden die schwereren Bergeestandteile nach und nach unter die leichtere Kohle abinken. Dadurch findet eine Schichtung des Aufgabegutes iach dem spezifischen Gewicht statt. Nach diesem Verfahren rbeitende Herde sind in Nordengland seit längerer Zeit in Betrieb und weisen günstige Ergebnisse auf. Die Anlageosten belaufen sich für 100 t/h auf etwa 200 000 *RM*.

Wie bei der naßmechanischen Aufbereitung der Kohle st auch bei der Aufbereitung auf Luftherden der Staub nter etwa 0,4 mm vorher zu entfernen. Die Staubschwierigeiten werden bei Luftherden sogar noch größer sein, als ei naßmechanischer Aufbereitung, da die Kohle auf den Ierden durch Druckluft gut durchgearbeitet wird. Zum Niederschlagen des Staubes werden im allgemeinen für den Grobstaub Fliehkraftabscheider, für den feinen Staub Tuchilter nach Art der Bethfilter benutzt. Verschiedene Anaysen in Bethfiltern niedergeschlagenen Staubes zeigen, daß twa 30 bis 40 vH der Menge größer als 0,3 mm sind. Der Staub ist also nicht unmittelbar für Staubfeuerungen verwendbar. Von Bedeutung ist, daß dieser Filterstaub allgemein einen Aschengehalt aufweist, der nur etwa vier Fünftel des Aschengehaltes des Staubes in der Rohkohle usmacht. Für die Aufbereitung des Staubes unter etwa ,4 mm kommt nur die Schwimmaufbereitung in Frage, die n einigen Fällen auch zur Aufbereitung gröberer Kohle bis mm Korngröße benutzt wird. Der Luftzusatz bei Druckuftgeräten muß für 1 t Kohle mindestens 260 l betragen. Die Aufbereitung des gewöhnlich sehr aschenreichen Staues ist besonders dann wichtig, wenn aus der Kohle guter Hochofenkoks erzeugt werden soll. Es ist durch Versuche stgestellt worden, daß im Hochofen für je 1 vH mehr an Asche im Koks 1 vH mehr Koks gebraucht wird.

Eine Schwierigkeit der Schwimmaufbereitung bildet die Entwässerung der mit 50 bis 60 vH anfallenden Konzentrate. Für die Entwässerung der Kohle wird von *J. R. Campbell* allgemein vorgeschlagen, daß die Kohle über 12 bis 15 mm durch natürliche Entwässerung, die Kohle über 0,3 mm durch Schleudern und die Schlämme unter 0,3 mm durch Hitze zu trocknen sei. Für die Entwässerung des Schlammes haben sich Zellenfilter verschiedener Art[5]) gut eingeführt, mit denen eine Trocknung auf 15 bis 20 vH Wasser möglich ist. Von den Schleudern wird im amerikanischen und englischen Bergbau die Carpenterschleuder[6]) am meisten benutzt; hierzu kommt noch die Hoyle- und die Elmore-Schleuder, bei denen jedoch der Siebverschleiß verhältnismäßig groß ist. Für die Trocknung der Feinkohle durch Feuergase ist in England der Trockner von *Ruggles-Coles* am meisten eingeführt, der ähnlich wie die deutschen Bauarten arbeitet.

Für die Wirtschaftlichkeit der Steinkohlenaufbereitung liegen von amerikanischer Seite neue Zahlen vor. So betragen die Betriebskosten einer Wäsche mit 500 t/h Durchsatz:

Gebäude 1 ₰, Maschinen 5,9 ₰, Arbeitskräfte 12,6 ₰, Kraft 9,5 ₰, Ausbesserungen 1,3 ₰, Allgemeines 7,1 ₰, insgesamt 37,4 ₰. Einschließlich Abschreibung und Verzinsung wird man unter gewöhnlichen Verhältnissen in neuzeitlichen Anlagen mit Gesamtwaschkosten von 80 ₰ bis 1 *RM*/t für amerikanische Verhältnisse rechnen können.

Über die Trocknung wasserreicher Braunkohle sind von Prof. *Fleißner*[7]) neue Angaben über die Einführung und Bewährung seines Verfahrens der Trocknung von Braunkohle unter Beibehaltung ihrer Stückform bei der Österreichischen Alpinen Montan-Gesellschaft gemacht worden. Es beträgt hiernach die Schrumpfung der Kohle bei der Trocknung etwa ein Fünftel des ursprünglichen Volumens. Da durch das Schrumpfen der Kohle beim Trocknen ein Teil der Feuchtigkeit durch die Kohle selbst herausgepreßt wird, ergibt sich ein sehr geringer Dampfverbrauch in Höhe von 0,6 bis 0,7 kg auf 1 kg zu entfernenden Wassers bei diesem Verfahren. Durch die Schrumpfung verliert die Kohle die Eigenschaft, Wasser aufzunehmen, und kann daher im Freien unter Beibehaltung ihrer Stückform gelagert werden. Wegen der Festigkeit der stückigen Trockenkohle eignet sich die Kohle zur Herstellung von Gas in Drehrost-Gaserzeugern, wobei für 1 kg Trockenkohle mit rd. 5000 kcal rd. 2,5 m^3 Gas mit 1500 kcal Heizwert erzeugt wurde. Im Doppelgas-Gaserzeuger nach *Strache* aus dieser Kohle hergestelltes Wassergas hatte 3040 kcal Heizwert bei einer betriebsmäßigen Gasausbeute von rd. 67,2 m^3/100 kg Kohle. [N 2617]

Berlin *Prockat*

[1]) Z. Bd. 69 (1926) S. 521 u. f. [2]) Z. Bd. 68 (1925) S. 975.
[3]) Techn. Publ. A. I. M. E. Nr. 76. [4]) Z. Bd. 68 (1925) S. 975.
[5]) Z. Bd. 69 (1925) S. 1437. [6]) Z. Bd. 70 (1926) S. 46.
[7]) Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch d. Mont. Hochschule Leoben/Österr., Bd. 74 S. 105.

Werkstoffe

Kupferstähle mit hohem Kohlenstoffgehalt

A. F. Stogoff und *W. S. Messkin*[1]) haben Kupferstähle mit hohem Kohlenstoffgehalt von 0,69 bis 1,22 vH, deren Kupfergehalt 1,19 bis 5,07 vH betrug, im Tiegelofen erschmolzen und mit diesen Stählen folgende Untersuchungen durchgeführt:

1. thermische Untersuchungen mittels des *Saladin*-Gerätes und mittels Dilatometers nach *Chevenard*,
2. Bestimmungen der elektrischen Leitfähigkeit im ausgeglühten Zustand bei Zimmertemperatur,
3. Gefügeuntersuchungen im ausgeglühten, gehärteten und angelassenen Zustand,
4. magnetische Untersuchungen im gehärteten und ausgeglühten Zustand,
5. Festigkeitsuntersuchungen nach verschiedenen Wärmebehandlungen.

(Zum Vergleich wurden auch praktisch Cu-freie Stähle mit 0,66 bis 1,06 vH C herangezogen.)

Aus den Versuchen haben die Verfasser folgende Schlußfolgerungen gezogen: Kupferzusatz erniedrigt den Ar_1-Punkt der Stähle (bis zu 640 ° bei 5 vH Cu) und ruft eine beträchtliche Temperaturhysteresis hervor, ohne daß das Kleingefüge wesentlich beeinflußt wird, d. h. ohne den Kohlenstoffgehalt des Perlits zu verändern. Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit gestattete keine eindeutigen Schlüsse über den Einfluß des Kupfers. Das Kupfer bewirkte anderseits keine tiefere Durchhärtung im Vergleich zu den reinen Stählen.

Kupfer ruft ferner eine Erhöhung der magnetischen Eigenschaften der Stähle hervor, und zwar derart, daß die Koerzitivkraft $\mathfrak{H}_c$ und das Produkt $\mathfrak{B}_r \mathfrak{H}_c$ (bis etwa zu dem Wert $700 \cdot 10^3$) mit zunehmendem Kupfergehalt ansteigen, ohne daß die Remanenz abnimmt. Der Höchstwert dieses Produktes wurde bei einem Stahl mit 1,03 vH C und 5,07 vH

[1]) „Stahl und Eisen" Bd. 48 (1928) S. 1743; Archiv f. Eisenhüttenw. Bd. 2 (1928) S. 321.

Cu bei Härtung unter 770 ° in Wasser erhalten. Die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften einiger Stähle vom Kupfergehalt ist in Kurven dargestellt. Die Zunahme der Koerzitivkraft durch Kupferzusatz ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Erhöhung der inneren Spannungen der Stähle im gehärteten Zustand zurückzuführen.

Der Induktionsfluß blieb nach dreimonatigem Lagern praktisch ungeändert. Sein Abfallen ist bei den Kupferstählen durch Alterung geringer als für die Kohlenstoffstähle, aber größer als für die Chrom-Wolfram-Stähle. Da das Kupfer die Koerzitivkraft der Stähle im ausgeglühten Zustande vergrößert, kann angenommen werden, daß das Kupfer im Stahl nicht in freier Form vorhanden ist.

Bei geglühten Proben mit körnigem Perlit wach Brüche, Streckgrenze und Brinellhärte mit zunehmend Kupfergehalt, während Dehnung, Einschnürung und Ke zähigkeit sich oberhalb 3 vH Cu umgekehrt verhalten. Proben mit lamellarem Perlit zeigten diese Eigenschaf einen Wendepunkt bei etwa 3 bis 3,5 vH Cu. Die Festigk vergüteter Stähle, die nach ihrem Kohlenstoffgehalt unterperlitisch anzusprechen sind, nimmt mit wachsend Kupfergehalt ab, während sie bei überperlitischen damit steigt. Streck- und Bruchgrenze haben bei verhältnismä guter Dehnung und Einschnürung hohe Werte im angel senen Zustande nach dem Abschrecken.

[N 2749] *A. S*

Kleine Mitteilungen

Ein neuer Rauchröhrenkessel

Die Constructional Engineering Co., Ltd., Birmingham, hat einen stehenden Rauchröhrenkessel auf den Markt gebracht, bei dem die Heizfläche gegenüber der üblichen Bauart erheblich vergrößert ist, allerdings auf Kosten des Verbrennungsraumes. In die Feuerbüchse ist von oben eine mittlere Wassertrommel hineingehängt, die mit dem ringförmigen Wasserraum um die Feuerbüchse mittels waagerechter Rohre von großem Durchmesser in Verbindung steht. Die Rauchrohre gehen z. T. vom Boden der Wassertrommel, z. T. von der Kuppel der Feuerbüchse aus.

Bei Versuchen an einem nicht isolierten Kessel im Freien, der mit Brennöl geheizt wurde, stieg der Dampfdruck nach 25 min auf 5,6 at und die Dampflieferung auf 512 kg/h bei einem Ölverbrauch von 5 kg/h; sie konnte auf mehr als 600 kg/h gesteigert werden. („The Engineer" 17. Mai 1929 S. 554*) [N 3135 a] *Le.*

Schmiervorrichtung zur Verminderung der Spurkranzabnutzung

Um die Zerstörungen an den Spurkränzen insbesondre beim Durchfahren von Krümmungen zu verringern, machte die Orleansbahn seit langem Versuche. Vorrichtungen, die ständig bei der Fahrt in der Geraden und in den Krümmungen die Berührungsstelle zwischen Schiene und Spurkränzen mit Öl schmierten, hatten keine günstigen Ergebnisse. Es zeigte sich nämlich, daß der Ölstrahl die Schiene gerade beim Einfahren in die Krümmung nicht traf, diese Krümmungen also trocken durchfahren wurden. Die genannte Bahngesellschaft hat nunmehr eine Schmiervorrichtung gebaut, die zwangläufig die Schienen nur in den Krümmungen schmiert.

Der Ölbehälter ist durch ein Rohr mit dem Bremsluftbehälter verbunden. Das Öl wird also mittels Druckluft in einem Zerstäuber fein verteilt und über einen Dreiweghahn und Röhrchen auf die Schienen gespritzt. So weit ist die ganze Vorrichtung auf dem Drehgestellrahmen angeordnet. Der Dreiweghahn wird mittels eines Hebelgestänges gesteuert, dessen fester Drehpunkt sich am Hauptrahmen der Lokomotive befindet. In der Geraden schließt der Hahn die Ölzufuhr ab, bei der Einfahrt in die Krümmung und während der Durchfahrt betätigt das Gestänge infolge der seitlichen Bewegung des Hauptrahmens gegen den Drehgestellrahmen den Hahn, so daß jeweils Öl auf die äußere Schiene gespritzt wird. Die naheliegende Anordnung der Schmierrohre vor der ersten Achse hat zu häufigen Schäden an der Vorrichtung geführt; man h sie daher zwischen der ersten und zweiten Achse angebrac Die Orleansbahn hat bereits eine große Zahl Lokomotiv damit ausgerüstet. Der Verbrauch an Schmieröl beträgt 3 kg für 100 km. Die Spurkranzabnutzungen haben si um etwa 90 vH vermindert. („Revue génerale des Chemi de fer" Mai 1929 Nr. 5 S. 353*) [N 3135 c] *Ro.*

Doppeltwirkende Hobelmaschine

Die Firma C. Redman & Sons, Ltd., Pioneer Ir work, Parkinsane Lane, Halifax, baut eine doppeltwirken Hobelmaschine für Werkstücke bis zu 1981 mm Brei 1829 mm Höhe und 5486 mm Länge. Der Aufspanntisch in zwei Hälften geteilt, so daß man jeden Teil gesond benutzen kann. Besonders bemerkenswert sind die Redma Binns-Stahlhalter, die ein Bearbeiten des Werkstückes be Vor- und Rücklauf gestatten. Der in einer um ihre Qu achse drehbar gelagerten Hülse eingespannte, beiderseit geschliffene Hobelstahl wird mittels eines Solenoids für d Vor- und Rückgang des Schlittens dadurch in Schnittst lung gebracht, daß seine Doppelschneide entweder vor- od zurückgedreht wird.

Die Tischgeschwindigkeit ist bei Vor- und Rückga gleich groß. Bei Vergleich einer einfach- und einer do peltwirkenden Hobelmaschine wurden bei einer Schnittg schwindigkeit von 13,7 m/min beim Vor- und Rücklauf ac Hübe gleich 16 Arbeitshübe in zwei Minuten gezählt u bei der einfachwirkenden Hobelmaschine bei der gleich Schnittgeschwindigkeit und einer Rücklaufgeschwindigk von 30,5 m/min in ebenfalls zwei Minuten neun Hü gleich neun Arbeitshübe. („Engineering" 24. Mai 19 S. 659) [N 3135 b] *Schr.*

Große Brennstoffbehälter für Flugzeug

Um die stoßende Bewegung der Flüssigkeit in Bren stoffbehältern für Flugzeuge zu hindern und um die Behä ter zu versteifen, baut man darin gelochte Bleche ein. Ei eigenartige Ausführungsform hat die Firma Glenn L. Ma tin Co. durchgebildet. Sie hat die zur Versteifung diene den gelochten Duraluminbleche auf einem gelochten Zyli dermantel aus Duralumin befestigt und außerdem noch z Versteifung zwischen den Blechen verzierte Stahlstreben ei gebaut. Den gleichen Werkstoff benutzt sie für den Mant des Behälters. Jeder Behälter wird vor der Abnahme i einer Vorrichtung während 50 h Schwingungen ausgesetz („American Machinist" 25. Mai 1929 S. 618*)

[N 3135 d] *Gw.*

BÜCHERSCHAU

Die Kunst der Ofenplatten, dargestellt an der Sammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf. Von *Albrecht Kippenberger.* Herausgeg. vom Verein deutscher Eisenhüttenleute. Düsseldorf 1928, Verlag Stahleisen. 52 S. m. 70 Taf. Preis 22,50 *RM.*

Dem Andenken *Emil Schrödters,* des langjährigen Führers des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, ist das Buch gewidmet, das die Bedeutung der von ihm mit so großer Liebe angelegten Sammlung eiserner Platten darlegt. Der Verfasser, der bekannte Marburger Kunsthistoriker, hat in seine Betrachtung über die Düsseldorfer Sammlung hinaus auch Kunstwerke gleicher Art einbezogen, die sich an andern Stellen oder in andern Sammlungen befinden.

Die Kunst des Plattengusses — offenbar Herdguß, dessen Formarbeit und Guß (Roheisen mit der Kelle aus dem Tümpel des Hochofens geschöpft) in einem besondern, vom Verein deutscher Eisenhüttenleute zur Verfügung gestellten Anhang beschrieben wird — ist gegen Ende d 15. Jahrhunderts fast gleichzeitig in verschiedenen G genden Deutschlands aufgekommen. Der Eisenguß w vorher bereits zur Anfertigung von Kanonenteilen v wendet worden[1]). Die Ofenplatten stellten die ersten E zeugnisse des Hüttengewerbes für Wohnungen dar. Zw Zeitabschnitte scheiden sich nach dem Stil der Darstellung auf den Platten scharf voneinander, Gotik und Renaissan letztere bis zum Ende des 17. Jahrhunderts reichend. D über hinaus hat sich die Kunst des Eisenplattengusse nicht erhalten.

Die Darstellungen auf den Platten, die durch au gezeichnete Bildwiedergabe von 46 Textabbildungen d verschiedensten Erzeugnisse und 70 Tafeln von Platten d Düsseldorfer Sammlung veranschaulicht sind, bestande

[1]) s. *Agricola,* Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. Berli 1928, VDI-Verlag.

ıächst in einfachen Verzierungen, Umrahmungen, archi-tonischem Maßwerk, dann kamen Heiligenbilder unter n Einflusse der bis dahin nur der Kirche dienenden ustrichtung. Daran schlossen sich, dem Gedankengange d den Wünschen des Volkes angepaßt, vornehmlich gendenbilder, daneben aber auch Darstellungen aus der schichte.

Ein besonderes Kapitel hat der Verfasser den Meistern ser Bildwerke, den Schnitzern der in den Formsand ab-drückenden Modellplatten, gewidmet und diese Männer aus r Vergessenheit hervorgeholt.

Die Sammlung ist aus dem Hause des Vereines deutscher enhüttenleute als „ständige Leihgabe“ dem städtischen nstmuseum in Düsseldorf überwiesen worden, wo sie nmehr allgemein zugänglich geworden ist. Das Buch ist wertvoller Führer durch diese Schau- und Studien-nmlung und dürfte dazu anregen, daß die etwa noch vor-ndenen Stücke dieser fast völlig untergegangenen Kunst der Vernichtung bewahrt und als Beispiele einer früher kstümlichen Kunst der Nachwelt erhalten bleiben.
[E 2928] *Fr. Frölich*

glische Elektrizitätswirtschaft. Von *Günther Brandt.* Berlin 1928, Julius Springer. 112 S. Preis 6 *RM.*

Nachdem durch die Elektrizitäts-Gesetzgebung von 1919 d 1922 eine gewisse Unsicherheit bezüglich der Weiter-wicklung der englischen Elektrizitätsversorgung einge-ten war, hatte das Gesetz von 1926 hierin eine erfreuliche rheit geschaffen. Da nunmehr die Ergebnisse umfang-cher statistischer Erhebungen der letzten Jahre vorliegen, mmt das vorliegende Buch gerade zur rechten Zeit.

Nach einer kurzen Einleitung über die Bedeutung der ktrizität für Staat und Wirtschaft und die Entwicklung t der Vorkriegszeit bis zum Jahre 1928 ist der Haupt-l des Buches der Organisation der Stromerzeugung und rteilung gewidmet.

Der Verfasser gibt einen wertvollen Überblick über die aftquellen Großbritanniens, insbesondere den Kohlen-gbau, und zwar sowohl in wirtschaftlicher (Konventio-n, Kartelle usw.) als auch in technischer Hinsicht (neueste ge der Kohlenverwertung usw.) Die Stromerzeugung wird üblich nach der öffentlichen und der Eigenversorgung, tere nach den sogenannten konzessionierten und nicht-nzessionierten Unternehmern unterteilt. In der Strom-rteilung bespricht der Verfasser nach der örtlichen und mittelbaren und der Großstromversorgung eingehend das 26 geschaffene Central Electricity Board, dessen Haupt-igkeit auf dem Gebiete der Stromverteilung liegt. Im Zu-nmenhang hiermit wird der Stand der Organisation der omversorgung in den wichtigsten Elektrizitätsbezirken childert und ein Überblick über die Gliederung des omverbrauches in Großbritannien gegeben. Nach einer ammenfassenden Schlußbetrachtung über den Weg, den gland mit der Monopolisierung des Handels mit Groß-om unter Trennung von Stromerzeugung und Stromver-dung beschritten hat, gibt der Anhang einen Aufschluß er die neuesten Elektrizitätspläne in Großbritannien.

Das Studium dieses oft vielleicht etwas zu sehr ins zelne gehenden Buches ist sehr zu empfehlen.
[E 2926] Dr. *Gerhard Dehne*

nographien aus dem Gebiete der Fett-Chemie. Herausgeg. von *K. H. Bauer.* 11. Bd.: **Die trocknenden Öle.** Von *K. H. Bauer.* Stuttgart 1928, Wissenschaftliche Verlags-gesellschaft. 354 S. m. 20 Abb. Preis 27 *RM.*

Die Anstrichstoffe spielen für den Ingenieur heute eine ößere Rolle als je, und besonders die Ölfarben sind für in vielen Fällen von der allergrößten Bedeutung. In sen spielen die trocknenden Öle eine ausschlaggebende lle. Das *Bauersche* Buch gibt ein sehr gutes Bild des igen Standes unseres Wissens auf diesem Gebiete.

Anschließend an die Beschreibung der trocknenden , die er in leinöl-, mohnöl- und holzölartige ein-lt, schildert er die Fettsäuren der trocknenden Öle d dann die analytischen Untersuchungsmethoden. Be-nders wichtig für den Anstrichfachmann sind die folgen-n Abschnitte, die das Verhalten der trocknenden Öle d ihrer Fettsäuren beim Erhitzen und bei Luftzutritt be-ndeln, also vor allem den Standölbildungs- und den ckenprozeß. Eingehend werden auch Firnisse und Sikka-e behandelt. Den Schluß bildet der Abschnitt über die hnische Verwendung der trocknenden Öle.

Wenn das Buch auch in erster Linie für den Chemiker schrieben ist, so findet doch auch der Ingenieur viele rtvolle Einzelheiten, manches wird er aber vermissen. sind z. B. die aus geschwefelten Ölen hergestellten An-richstoffe, die in mancher Hinsicht interessant sind, ht erwähnt. Wünschenswert wäre auch ein Hin-eis auf die Wirkung der Bakterien auf Ölfilme gewesen d ebenso ein solcher auf das Wasseraufnahmevermögen trockener Öl- und Ölfarbfilme, das gerade bei Rostschutz-farben eine große Rolle spielt. Es wurde schon von *Petten-kofer* im Jahre 1870 festgestellt und später eingehend von *Treumann, Jones* u. a. studiert. Wohl weist der Verfasser darauf hin, daß fette Öle beim Antrocknen Wasserspeicher sind.

Diese kleinen Mängel vermögen aber nicht, den Wert des Buches zu beeinträchtigen. Mein Hinweis soll lediglich eine Anregung sein, in Neuauflagen darauf Rücksicht zu nehmen. [E 2939] Dr. *K. Würth*

Chemisches Fachwörterbuch. Herausgeg. von *A. W. Mayer.* 1. Bd.: Deutsch-Englisch-Französisch. Leipzig 1929, Otto Spamer. 826 S. Preis 75 *RM.*

Es sei vorweg gesagt, daß ein ähnlich umfangreiches Fachwörterbuch für die Chemie bisher nicht vorlag und das Bedürfnis nach einem solchen aus naheliegenden Gründen dringend geworden war. Dem Sachkundigen wird dieses in guter Form dargebotene Werk auch gute Dienste leisten, dagegen muß vor unkritischer Benutzung gewarnt werden.

Es soll nicht die Rede von Druckfehlern sein, selbst der Nichtfachmann wird „Elektroeisen“ durch das richtige „Elektrolyteisen“ ersetzen können. Auch nicht von der kaum zu rechtfertigenden Uneinheitlichkeit der Gestaltung, einmal heißt die Schwefelsäure SO_4H_2, ein andermal H_2SO_4. Im gleichen Absatz findet sich für rauchende Schwefelsäure die zusammengezogene Formel $S_2O_7H_2$, die kaum zu verteidigen sein dürfte. Gefährlicher ist schon die ziemlich große Zahl veralteter Ausdrücke, die wohl in der alten Ausgabe des deutsch-englischen Muret-Sanders ihren Platz hatten, woraus sie auch samt Übersetzung entnommen sind.

Die kritiklose Übernahme von Ausdrücken aus andern Werken, und sei es aus einem Standardwerk von der Bedeutung der Illustrierten Technischen Wörterbücher *Schlomanns,* ist ein gefährlich Unterfangen. Warum wurde übrigens die ausgiebige Benutzung dieser Wörterbücher im Vorwort ganz verschwiegen? Die an dieser Stelle in Aussicht gestellte weitgehende Berücksichtigung der Phraseologie oder gar darüber hinaus die Anwendung des betreffenden Wortes in praktischen Satzbeispielen ist leider eine Versprechung geblieben. Sogar in Fällen, wo die Fremdsprache dringend den Gebrauch der Redewendung als Ersatz für das Zeitwort erheischt, fehlt diese: färben = einen Anstrich geben = peindre. Es fehlt: appliquer oder donner une couche de peinture.

Als einer captatio benevolentiae wünscht man dem französischen Vorwort etwas mehr von dem, was das Wesen und den Reiz der französischen Sprache ausmacht. So ist es eine etwas mühsame und nicht immer ganz einwandfreie Übersetzung des deutschen Vorworttextes geworden.

Es handelt sich aber trotz aller Mängel um ein Werk, das als organisatorische Gesamtleistung nicht unterschätzt werden darf. [E 2927] *F. Dahl*

Auto-Diktionär. Dreisprachen-Wörterbuch des Kraftfahrwesens. Bearb. für den Reichsverband der Automobilindustrie von *Benno R. Dierfeld.* 1. Bd.: Deutsch-Französisch-Englisch. Berlin 1929, Dr. Ernst Valentin-Verlag. 176 S. Preis 6 *RM.*

Das im Auftrage des Reichsverbandes der Automobil-Industrie herausgegebene Buch ist, soweit man bei der flüchtigen Durchsicht ersehen kann, eine ziemlich vollständige Sammlung der heute im Automobilwesen gebräuchlichen Fachausdrücke. Das Buch stützt sich zum Teil auf das Verzeichnis der einschlägigen deutschen Fachausdrücke, das vor einigen Jahren auf Anregung der Militärbehörden gesammelt wurde, um eine gewisse Einheitlichkeit in den Bezeichnungen der Ersatzteile zu erreichen, ist aber diesem Verzeichnis gegenüber wesentlich erweitert, namentlich durch die Aufnahme von Ausdrücken, die sich auf die Bedienung des Fahrzeuges und auf das Zubehör beziehen. Die beigefügten französischen, englischen und amerikanischen Übersetzungen sind gut und entsprechen dem heutigen Sprachgebrauch dieser Länder. [E 2960] *H.*

Jahrbuch des Deutschen Kraftfahr- und Motorwesens (Jahrbuch des Reichsverbandes des Kraftfahrzeughandels und -gewerbes E. V.). Herausgeg. von *Johannes Buschmann.* 11. Jg. Berlin 1929, Dr. Ernst Valentin Verlag. 276 S. m. 45 Abb. Preis 8 *RM.*

Der Inhalt dieses Jahrbuches, das früher der Übersicht über die Entwicklung des Sports gewidmet war, hat sich entsprechend der Wandlung, die sich im Automobilwesen vom Sport zum Verkehr vollzogen hat, ganz nach der Seite des Handels und seiner Interessen gewandt. Während die beiden ersten Abhandlungen die Statistik des Kraftverkehrs und des Handels in Deutschland zum Gegenstande haben, befassen sich zwei weitere, sehr lesenswerte Aufsätze mit den rechtlichen Fragen, teilweise auf Grund von prak-

tischen Erfahrungen in Streitangelegenheiten. Eine weitere Arbeit schildert die Möglichkeiten, die sich heute der Kostenersparnis in Ausbesserbetrieben für Kraftfahrzeuge bieten. [E 2961] *H.*

Deutsches Biographisches Jahrbuch. Herausgeg. vom Verbande der Deutschen Akademien. Überleitungsband 2, 1917 bis 1920. Stuttgart, Berlin und Leipzig 1928, Deutsche Verlags-Anstalt. 770 S. Preis 24 *RM.*

Die Kriegs- und Nachkriegsjahre haben nicht nur das Erscheinen des „Deutschen Biographischen Jahrbuches" unterbrochen, sie hatten es auch mit sich gebracht, daß die Toten dieser Jahre nicht die Beachtung fanden wie in Friedenszeiten. Es ist daher erfreulich, daß nach dem Wiedererscheinen des biographischen Jahrbuches auch die Herausgabe zweier Überleitungsbände beschlossen wurde, um die entstandene Lücke zu schließen. Mit dem nun vorliegenden zweiten Überleitungsband ist dies geschehen. Ein Blick in die Biographien der Jahre 1917 bis 1920 zeigt, daß in ihnen die Technik viele Männer der Wissenschaft und Praxis zu beklagen hatte. So finden wir im Jahre 1917 die Biographien von *Rudolph Veit,* Graf *Ferdinand v. Zeppelin, Heinrich Ziese* und *Theodor Beck,* dem bekannten Förderer der Geschichte der Technik, dem 1918 sein Bruder *Ludwig Beck* folgte. In diesem Jahre starb auch *Heinrich v. Buz,* der um die Entwicklung der Kältemaschinen und des Dieselmotors hochverdiente Generaldirektor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg und *Otto Mohr,* der Altmeister der wissenschaftlichen Mechanik. Im Jahre 1919 starben *Dolivo Dobrowolski, Otto v. Grove, Wilhelm v. Siemens* und *Emanuel v. Seidl,* der leitende Architekt des Deutschen Museums.

Es würde natürlich zu weit führen, hier auf die sämtlichen 25 Biographien von Männern der Industrie und Technik einzugehen. Noch größer ist die Anzahl von Technikern, Industriellen und Ingenieuren, die in der Totenliste aufgeführt sind. [E 2904] *Ha.*

Einrichtung und Betrieb eines Gaswerkes. Von *A. Schäfer,* unter Mitarbeit von *A. Langthaler.* 4. Aufl. München und Berlin 1929, R. Oldenbourg. 805 S. m. 495 Abb. und 6 Taf. Preis 44 *RM.*

Kohlenrevier- oder **Kommunalgas?** Von *Heinrich Doevenspeck.* Essen 1929, G. D. Baedeker. 90 S. m. 14 Abb. Preis 6 *RM.*

Thermochemische Versuchs-Anstalt Professor Dr. *Aufhäuser,* Hamburg: **Brennstoff-Untersuchungen 1927 bis 1928.** Hamburg 1929, Selbstverlag. Nicht im Buchhandel.

Deutsche Wirtschaftsbücherei. 1. Bd.: **Die deutsche Mineralöl-Industrie und verwandte Teerprodukten-Betriebe.** Herausgeg. unter Mitwirkung des Zentral-Verbandes von Mineralöl-Handel und -Industrie E. V., von *Ernst Herzenberg.* Jg. 1929. 3. Aufl. Berlin und Leipzig 1929, Verlag für Börsen- und Finanzliteratur. 496 S. Preis 25 *RM.*

Hebezeuge. Von *Friedrich Bülz.* 2. Aufl. Leipzig 1929, S. Hirzel. 232 S. m. 259 Abb. Preis 9 *RM.*

Leichtmetallkolben. Von *Gabriel Becker.* Berlin 1929, M. Krayn. 48 S. m. 26 Abb. Preis 3 *RM.*

Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau. 6. H.: **Schubstangen und Kreuzköpfe.** Von *H. Frey.* 2. Aufl. Berlin 1929, Julius Springer. 48 S. m. 158 Abb. Preis 4,20 *RM.*

AWF. **Getriebe und Getriebemodelle.** 2. T. Zweite Getriebeschau des AWF und VDMA 1929. Herausgeg. vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung. Berlin 1929, Beuth-Verlag und Julius Springer. 143 S. m. 125 Abb. Preis 4,50 *RM.*

Grundbegriffe der Elektrotechnik. Von *W. Kesseldorfer.* Berlin 1929, Deutsche Verlagswerke Strauß, Vetter & Co. 152 S. m. 48 Abb. Preis 5,60 *RM.*

Elektronen-Röhren. Von *H. Barkhausen.* 3. Bd.: Empi ger. Leipzig 1929, S. Hirzel. 255 S. m. 124 Abb. P 10 *RM.*

Siemens-Jahrbuch 1929. Herausgeg. von Siemens & Hal A.-G. und den Siemens-Schuckertwerken A.-G. Be 1929, VDI-Verlag. 644 S. m. vielen Abb. Preis 12

Modern Central Stations. Von *Charles W. Marshall.* 2. A London 1929, Isaac Pitman & Sons, Ltd. 137 S. m. 29 A Preis 2 s 6 d.

Die Stromtarife der Elektrizitätswerke, Theorie und Pra Von *H. E. Eisenmenger.* Deutsche Bearb. von *A. Arnold.* München und Berlin 1929, R. Oldenbou 242 S. m. 67 Abb. Preis 15 *RM.*

Alkaline Accumulators. Von *J. T. Crennell* und *F. M. I* London, New York, Toronto 1928, Longmans, Green Co. 132 S. m. 24 Abb. Preis 10 s 6 d.

Tüten-, Beutel- und Papiersack-Fabrikation sowie i Nebenfächer. Von *Heinrich Thümmes sen.* 2. Aufl. 2. Berlin 1929, Verlag der Papier-Zeitung, Carl B mann. 372 S. m. 165 Abb. Preis 15 *RM.*

RKW-Veröffentlichungen, Nr. 35: **Zweckmäßige Verpacku aus Pappe.** Bearb. und herausgeg. vom Ausschuß V packungswesen beim AWF. Berlin 1929, Beuth-Verl 83 S. m. 75 Abb. Preis 1,20 *RM.*

Die Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn Bild. 2. Aufl. Stand Mitte 1929. Herausgeg. von *H mann Maey.* Darmstadt 1929, Verkehrszentralamt Deutschen Studentenschaft. 3 S. m. 12 Bildtaf. Pr 0,75 *RM.*

Neuzeitliche Automobil-Wertung. Auswertung der 1. AD Gebrauchs- und Wirtschaftlichkeitsfahrt 1928. Hera gegeb. vom Allgemeinen Deutschen Automobil-Club, e. München-Berlin. Berlin 1929, Julius Springer. 165 m. 99 Abb. Preis 7 *RM.*

Flugzeugbau und Luftfahrt. 2. H.: **Der Bau des Flugzeug** 2. Aufl. Von *E. Pfister.* 2. T.: Tragwerkverspannu und Leitwerk. Berlin-Charlottenburg 1929, C. J. E. Vol mann. 56 S. m. 91 Abb. Preis 2 *RM.*

Die Sicherheit im Luftverkehr auf Grund der Betriebserg nisse der Deutschen Luft-Hansa 1926 bis 1928. Von *hard Milch.* Berlin 1929, Deutsche Luft-Hansa, A. Wird kostenlos abgegeben.

Musterbetriebe deutscher Wirtschaft. 10. Bd.: **Der La maschinenbau Heinrich Lanz A.-G., Mannheim.** Von *Hofer.* Berlin 1929, S. Hirzel. 97 S. m. 39 Abb. Pr 2,75 *RM.*

Die Heizungsmontage. Von *Otto Ginsberg.* 2. Aufl. 1. Material und Werkzeuge. München und Berlin 1929, Oldenbourg. 175 S. m. 199 Abb. u. 9 Taf. Preis 5,50

Grundsätze für Kachelofen- und Herdbau. 2. verb. A 1926. Berlin 1927, Albert Lüdtke. 66 S. m. 32 A Preis 2 *RM.*

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. Hera geg. von *A. Eucken, O. Lummer* und *E. Waetzma* 1. Bd., 1. bis 3. T. Unter Mitwirkung zahlreicher M arbeiter herausgeg. von *Erich Waetzmann.* Braunschw 1929, Friedrich Vieweg & Sohn. 1. T.: Mechanik pun förmiger Massen und starrer Körper. 860 S. m. 673 A 2. T.: Elastizität und Mechanik der Flüssigkeiten u Gase. 410 S. m. 398 Abb., Preis zus. 82 *RM.* 3. Akustik. 484 S. m. 393 Abb., Preis 32 *RM.*

Höhere Algebra. Von *L. E. Dickson.* Deutsche Ausg. v *Ewald Bodewig.* Leipzig und Berlin 1929, B. G. Teubn 242 S. m. 3 Abb. Preis 14 *RM.*

Vertriebskosten senken. Ein Querschnitt durch Aufgab und Ziele der Fachgruppe „Vertriebsingenieure" be Verein deutscher Ingenieure. Berlin 1929, Selbstverla 32 S. m. 9 Abb. Preis 1 *RM.*

Schluß des Textteiles

INHALT:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

. 73 — SONNABEND, 15. JUNI 1929 — Nr. 24

Geschweißte Rohrkonstruktionen

Von Prof. Dr.-Ing. A. HILPERT und Dipl.-Ing. O. BONDY, Berlin-Charlottenburg

Versuche mit geschweißten Rohrgittermasten verschiedener Höhe und Bauform. Die statischen Vorteile des Rohrquerschnittes für Druckstäbe konnten im Stahlbau noch wenig ausgenutzt werden; denn die alten Verbindungsmittel, wie Nieten, Schrauben und Schellen können technisch und wirtschaftlich nicht befriedigen. Die Schweißung bietet hier neue Vorteile. — Die Versuche wurden in drei Abschnitten durchgeführt: 1. Gittermaste von 6 m Höhe, 2. geschweißte Rohrknoten, 3. Gittermaste von 12 m Höhe. Für Abschnitt 1. und 2. wurden genietete Winkeleisenmaste zum Vergleich herangezogen. Der Vergleich ergibt die mehr als doppelt so hohe Ausnutzung des Werkstoffes bei den geschweißten Rohrgittermasten von 6 m Höhe gegenüber den genieteten Winkeleisenmasten. Auch für geschweißte Rohrgittermasten vielfacher Höhe wurden einfache Schweißverbindungen für den Zusammenbau auf der Baustelle erprobt.

Schon wiederholt ist auf die Bedeutung des Rohres als besonders geeignetes Element im Eisenhochbau hingewiesen worden[1]). Im Kraftfahrzeug- und Flugzeugbau[2]), in der Rohrmöbelindustrie und auf andern Sondergebieten hat man auch schon von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht. Der besondere Vorteil des Rohrquerschnittes liegt in dem nach allen Richtungen hin gleich großen Trägheitsmoment, so daß man mit geringster Querschnittfläche und infolgedessen auch mit geringstem Gewichtaufwand den größten Widerstand gegen Knickung erreicht. Diese schon lange gewonnene Erkenntnis hat sich bisher im Eisenbau nur selten in die Praxis umsetzen können, da bei Eisenkonstruktionen das Nieten und Verschrauben gerade für die Verbindung von Rohren sehr ungeeignet ist und die statischen Vorteile dadurch aufgehoben werden, daß die Rohre an der Verbindungsstelle in einen für Verschraubung oder Vernietung geeigneten Querschnitt umgewandelt werden müssen.

Infolge der Möglichkeit, solche Rohre zu verschweißen, insbesondere dünnwandige Rohre durch Gasschmelzschweißung zu verbinden, konnte ein Wandel eintreten. Zur Feststellung der Anwendungsmöglichkeit dieser Schweißverbindung bei Stahlkonstruktionen haben wir vergleichende Versuche an Gittermasten angestellt. Für ein Teilgebiet des Eisenhoch- und Brückenbaues soll hierdurch ein gangbarer Weg für die Anwendung der Schweißtechnik gewiesen werden.

Für die zu verarbeitenden Rohre kamen zweierlei Herstellungsarten in Frage, erstens das nahtlos gezogene Rohr, zweitens das in der Längsnaht geschweißte Rohr.

[1]) *A. Hilpert*, Z. Bd. 70 (1927) S. 1449, Techn. Zentralblatt 1928 S. 174. Werkstofftagung 1927, Stahl und Eisen als Werkstoffe: Gesammelte Vorträge der Gruppe Stahl und Eisen, herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute, Bd. 2 S. 92, Düsseldorf 1928.

[2]) *Kuchel*, Die autogene Schweißung im Flugzeugbau, „Schweißtechnik" S. 35; Berlin 1926.

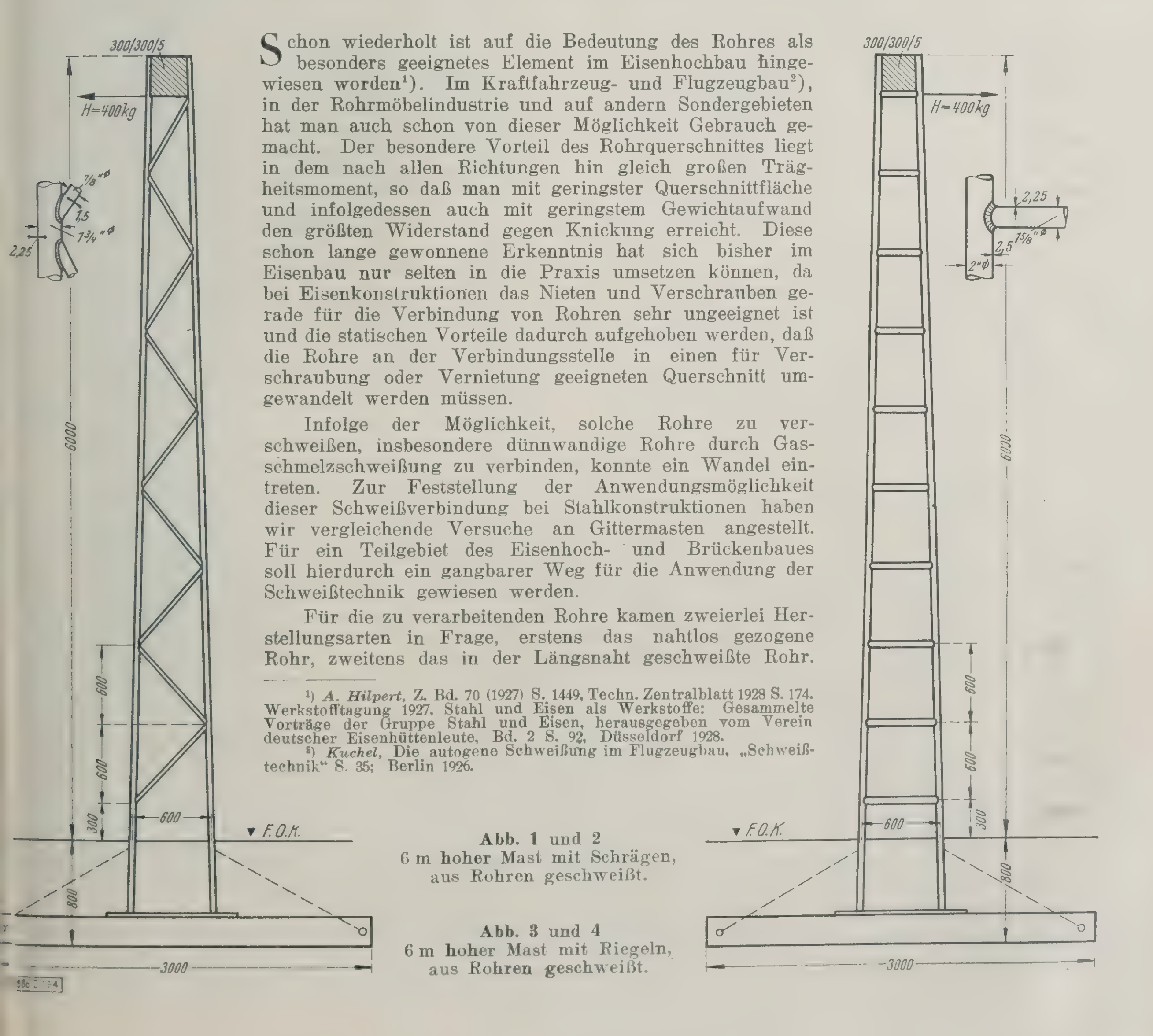


Abb. 1 und **2**
6 m **hoher** Mast mit Schrägen, aus Rohren geschweißt.

Abb. 3 und **4**
6 m **hoher** Mast mit Riegeln, aus Rohren geschweißt.

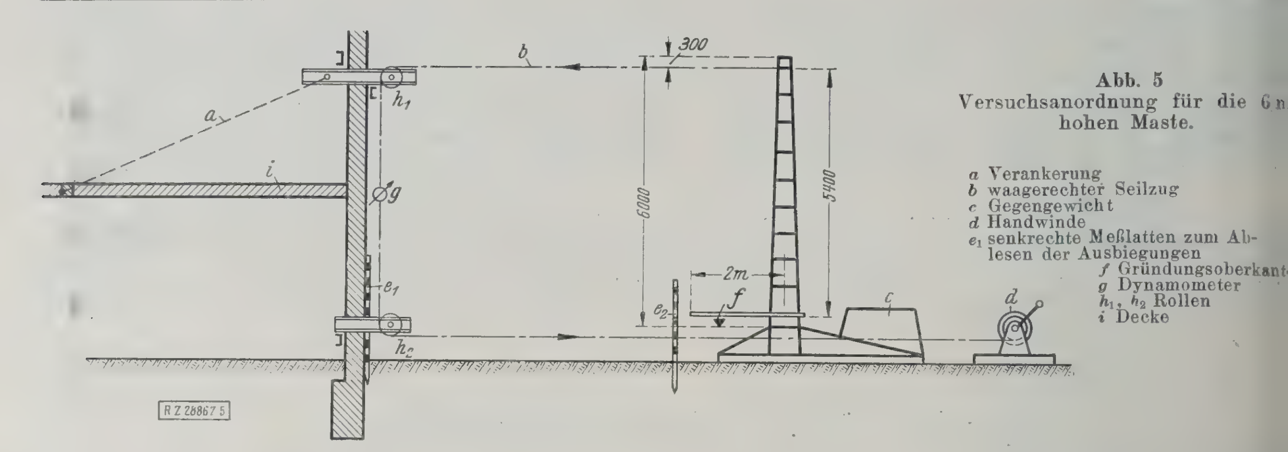


Abb. 5
Versuchsanordnung für die 6 m hohen Maste.

a Verankerung
b waagerechter Seilzug
c Gegengewicht
d Handwinde
e_1 senkrechte Meßlatten zum Ablesen der Ausbiegungen
f Gründungsoberkant
g Dynamometer
h_1, h_2 Rollen
i Decke

Zahlentafel 1
Ausbiegung der Mastspitze des 6 m hohen geschweißten Rohrmastes mit Schrägen

a	b	c	d	e	f
Vers.-Nr.	waagerechter Zug H kg	Ausbiegung der Mastspitze gesamt $\Sigma \Delta_1$*) mm	infolge Nachgiebigkeit der Einspannung $2{,}85\ \Sigma \Delta_2$*) mm	$c - d$ rein $\delta = \Delta_1 - \Delta_2$ mm	Bemerkung
1	0	0	0	0	
2	100	32	6	26	
3	200	47	17	30	
4	300	62	26	36	
5	400	74	31	43	
6	0	50	17	(33)	bleibend
7	400	72	31	41	
8	500	84	37	47	
9	600	96	43	53	
10	700	110	46	64	
11	800	118	49	69	
12	0	52	26	(26)	bleibend
13	800	122	49	73	
14	900	130	,,	81	
15	1000	134	,,	85	
16	1100	145	51	94	
17	1200	154	,,	103	
18	0	70	29	(41)	bleibend
19	1200	160	51	109	
20	1300	167	54	113	
21	1400	174	,,	120	
22	1500	185	57	128	
23	1600	262	,,	205	Ausknicken der Druckstiele
24	500	372	,,	315	

*) Δ_1, gemessen an der Latte e_1, Abb. 5; Δ_2, gemessen an der Latte e_2, Abb. 5.

Der wesentlich niedrigere Preis des geschweißten Rohres gegenüber dem nahtlosen drängte zur Wahl des geschweißten Rohres. Um Gewicht zu ersparen, wählten wir dünnwandige Rohre von großem Durchmesser; sie wurden mittels Azetylen-Sauerstoff maschinell geschweißt, eine Ausführung, die sich schon in den verschiedensten Anwendungsgebieten seit Jahren bewährt hat.

Umfang der Versuche

Für die vergleichenden Versuche wählten wir Gittermastkonstruktionen. Zunächst wurde eine Reihe von drei 6 m hohen Masten verschiedener Form und Herstellung erprobt, anschließend daran Einzelheiten der Konstruktionen, geschweißte Knotenverbindungen verschiedener Ausführung und schließlich auf Grund der hierbei gewonnenen Ergebnisse eine Reihe von doppelt so hohen, also 12 m hohen Gittermasten in genieteter und geschweißter Ausführung. Die Versuche gliederten sich auf Grund dieser Einteilung in drei Gruppen. Die genieteten und die geschweißten Maste wurden in den Werkstätten des Märkischen Eisenwerkes, G. m. b. H., Berlin-Spandau, hergestellt; dort führten wir auch die Versuche durch, die f die Beobachtung der Durchbiegung besondere Einspa vorrichtungen erforderten.

Für die statischen Berechnungen der Gittermaste w den die neuen Vorschriften für Starkstrom-Freileitung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker e. V. zu Grun gelegt, die am 1. Januar 1928 in Kraft getreten sind. Di Bestimmungen — wie alle andern Vorschriften, die Deutschland für die Herstellung von Eisenbauwerken g ten — beziehen sich nur auf genietete Ausführung Sie wurden hier sinngemäß auf Bauwerke mit geschwe ten Verbindungen angewendet. Inzwischen ist es d Fachausschuß für Schweißtechnik im Verein deutsch Ingenieure gelungen, in diese Bestimmungen einen Abs von folgendem Wortlaut aufnehmen zu lassen:

„Geschweißte Maste sind zulässig, wenn Schweißung so ausgeführt wird, daß mindestens gleiche Sicherheit des Anschlusses wie bei der Nietu gewährleistet ist. Für geschweißte Maste gelten die B stimmungen wie für genietete Maste sinngemäß."

Der Anwendung der Schweißung im Bau von L tungsmasten aller Art dürfte damit der Weg eröffnet se

Herstellung und Erprobung der Konstruktionen

Genietete und geschweißte Maste von je 6 m Höhe

Zunächst wurde ein genieteter Winkeleisenmast d heute allgemein üblichen Form und Bemessung f 400 kg Spitzenzug (Betriebslast) bis zum Bruch belast anschließend daran ein 6 m hoher geschweißter Gitte mast aus Rohrstielen und Rohrschrägen, Abb. 1 und und schließlich ein ebenso hoher Gittermast aus geschwei ten Rohren mit waagerecht in 60 cm Abstand angeschwei ten Rohrriegeln (Vierendeel-Form), Abb. 3 und 4. Säm liche Rohre sind in der Längsnaht geschweißt.

Abb. 5 zeigt das Wesentliche der Versuchsanordnu für diese 6 m hohen Maste. Um die Versuchskost niedrig zu halten, wurde ein vorhandener gußeisern Fundamentrahmen zur Einspannung der Stiele herang zogen, Abb. 6. Als Gegengewicht wurden Betonblöc und Eisenbarren aufgelagert. Der waagerechte Zug an d Mastspitze wurde durch ein Seil bewirkt, das über zw an der lotrechten Fabrikwand befestigte Rollen zu ein Handwinde führte. Der durch die Winde ausgeübte Zu wurde durch ein im lotrechten Seiltrum eingefügtes Dyn mometer gemessen. Unabhängig von diesem Zugseil wur der waagerechte Ausschlag der Mastspitze durch ein zw tes dünneres Meßseil an einem lotrechten, ebenfalls der Fabrikwand befestigten Maßstab abgelesen. U etwaige Bewegungen im Fundament und in der Einspa nung festzustellen, wurden drei weitere Ablesungen vo genommen, und zwar für die lotrechte und für die waag rechte Verschiebung des Gründungsblockes und für desse Verdrehung. Aus allen diesen Ablesungen wurde schlie lich die reine Ausbiegung der Mastspitze berechnet.

Abb. 6, 7 und 8 zeigen die drei je 6 m hohen Mast zum Zugversuch aufgestellt und eingespannt. In Abb. sieht man auch die Gesamteinrichtung mit dem zur Pr fung eingespannten Riegelrohrmast. Einen geschweißte

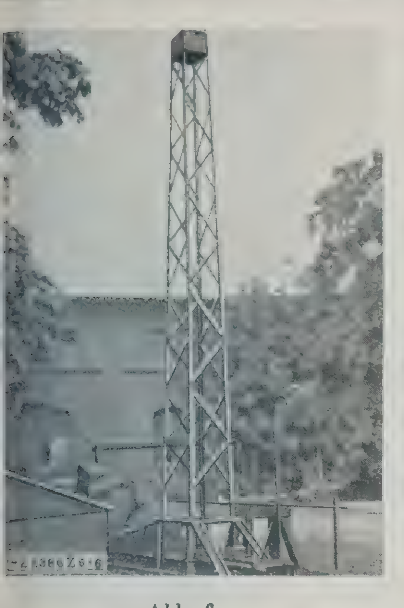


Abb. 6
m hoher Mast, aus Winkeleisen ge-
ietet. Zum Zugversuch aufgestellt
und eingespannt.

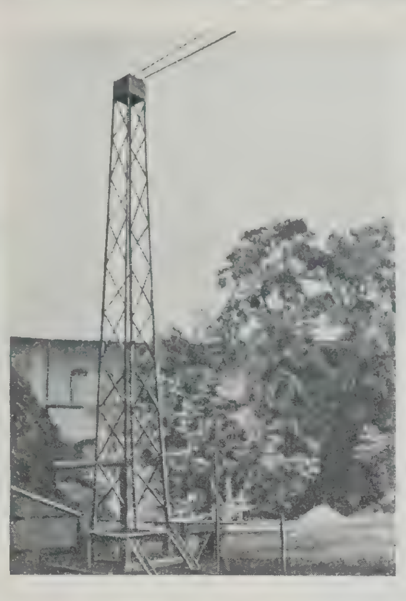


Abb. 7
6 m hoher Mast, Rohre geschweißt
mit Schrägen. Zum Zugversuch
aufgestellt und eingespannt.



Abb. 8
Versuchseinrichtung mit dem einge-
spannten 6 m hohen Riegelrohrmast;
an der Mastspitze Zugseil und Meßseil.

ırknoten dieses Riegelmastes zeigt Abb. 4. Die Aus-dung der Kehle durch die Schweißnaht ist statisch chaus günstig, denn das größte Biegungsmoment für l und Riegel muß hier aufgenommen werden.

Zahlentafel 1 gibt ein Beispiel für die Auswertung beim Versuch gewonnenen Ablesungen zum Ermitteln reinen Ausbiegung der Mastspitze. Die Zahl 2,85 Spalte d wurde als feste Größe aus den Abmessun-der Versuchseinrichtung errechnet. Aus der Zahlen-l 1 und den entsprechenden Tafeln für die beiden ern Maste wurden die Schlußwerte in Schaulinien auf-agen, Abb. 9. Sie geben einen guten Überblick über chlast und Steifigkeit der drei verschiedenen Bauarten.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Versuchsmaste h der Zerstörung. In Abb. 10 erkennt man, daß beide ıckstiele ausgeknickt sind, und zwar in Übereinstim-ıg mit der Rechnung in der Richtung der ξ-Achse krecht zur Tragwand. Der Bruch trat bei 1400 kg zenzug ein, also bei 3,5facher Betriebslast.

Der aus Rohren geschweißte Mast mit Diagonalen, b. 11, hielt 1600 kg Belastung aus, obwohl er nur wenig r als das halbe Gewicht des Winkeleisenmastes hatte. dem Ausknicken der Rohrstiele mußten die dünnen rwände nachgeben, an den Schweißnähten der Diago-en hat sich aber nichts geändert, Abb. 12.

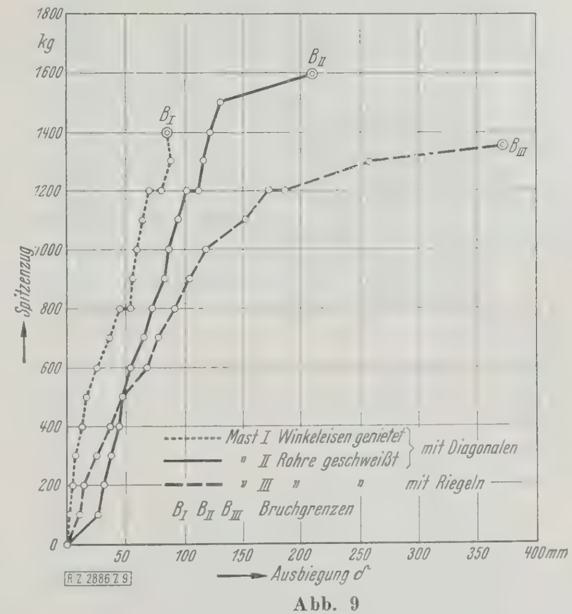


Abb. 9
Schaulinien für die Ausbiegung der Mast-
spitzen der drei 6 m hohen Maste verschie-
dener Herstell- und Bauart.



Abb. 10
Die ausgeknickten Druckstiele des
m hohen, aus Winkeleisen ge-
nieteten Mastes
(Bruchlast 1400 kg).



Abb. 11
Der zerstörte 6 m hohe ge-
schweißte Rohrmast mit Schrägen
(Bruchlast 1600 kg, Gewicht nur
55 vH des genieteten Winkel-
eisenmastes).

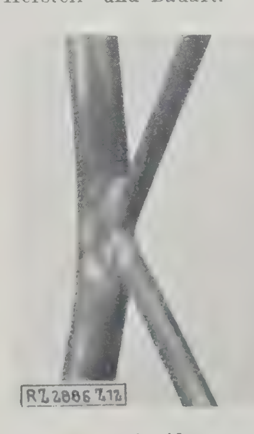


Abb. 12
Geschweißter Rohrknoten des ge-
schweißten 6 m-Mastes mit Schrä-
gen nach der Zerstörung; die
Schweißnähte der Diagonalen sind
unverletzt.

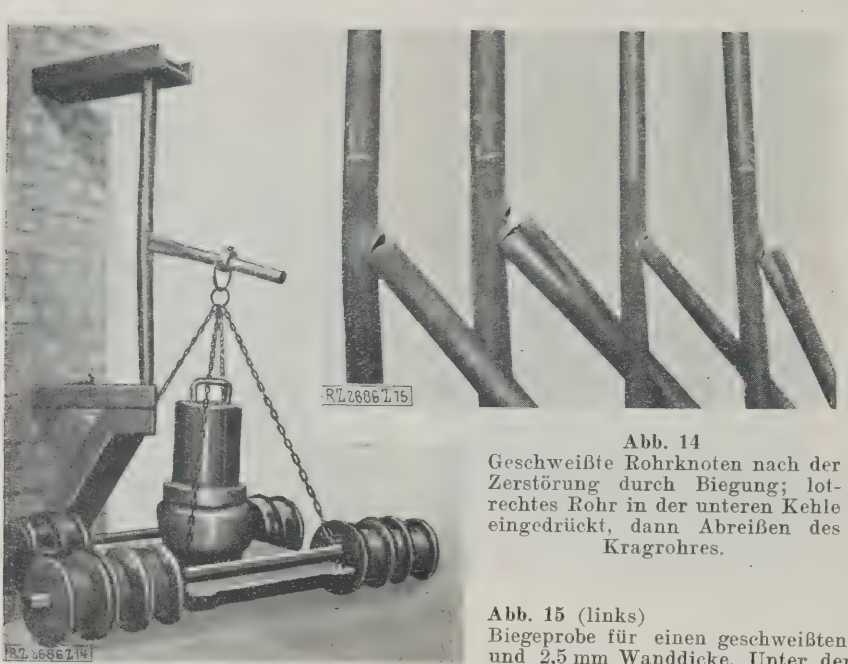




Abb. 14
Geschweißte Rohrknoten nach der Zerstörung durch Biegung; lotrechtes Rohr in der unteren Kehle eingedrückt, dann Abreißen des Kragrohres.

Abb. 13
Der geschweißte Rohrmast mit Riegeln, durch Einreißen in den Riegelkehlen zerstört (Bruchlast 1350 kg).

Abb. 15 (links)
Biegeprobe für einen geschweißten Rohrknoten. Rohre von 2″ Dmr. und 2,5 mm Wanddicke. Unter der Kraglast von 407 kg sind beide Rohre sichtbar verbogen, die Schweißnaht hält.

Abb. 13 zeigt den zerstörten 6 m hohen Rohrmast mit Riegeln. Die kräftige Aussteifung durch die 5 mm dicken Kopfbleche hatte eine deutlich S-förmige Biegelinie zur Folge. Die Bruchursache war ein Ausreißen der Riegel in den Kehlen an der Stelle von M_{max}. Mit der Rißbildung in den Kehlen war aber die Tragfähigkeit dieses Mastes nicht erschöpft. Anders als bei den Masten der Abb. 10 und 11, die durch Knickung zerstört wurden, fällt hier das Tragvermögen nach Überschreitung der Bruchgrenze nur allmählich ab. Darin liegt ein praktischer Vorteil dieser Bauform.

In Zahlentafel 2 sind für die erste Gruppe der Versuche, die 6 m hohen Maste, die Abmessungen und Gewichte zusammengestellt. Aus den Versuchswerten wurde die Zahlentafel 3 errechnet, aus der sich ein wertvoller Vergleich der drei Bauarten ergibt. Das Verhältnis der Tragfähigkeit des Mastes zu seinem Eigengewicht, also die Ausnutzung des Baustoffes, ist bei dem geschweißten Diagonalrohrmast über doppelt so hoch wie beim genieteten Winkeleisenmast.

Geschweißte Rohrknoten

Bevor man die 12 m hohen Maste herstellte, sollten noch einige Versuche mit geschweißten Rohrknoten Unterlagen liefern. Hierzu wurden insgesamt 14 verschiedene Knotenverbindungen auf Biegung geprüft. Die Rohre hatten 2″ und 3″ Dmr. bei 2,5 und 3 mm Wanddicke. Die Riegel waren an der Verbindungsstelle auf verschiedene Querschnittformen gepreßt. Zwei dieser Formen sind in Abb. 14 zu erkennen. Die einfache Versuchseinrichtung zeigt Abb. 15; das lotrechte Rohr von 600 mm freier Länge ist in die beiden Wandkonsolen eingespannt, das rechtwinklig angeschweißte Kragrohr ist in 300 mm Absta belastet. Beide Rohre sind (unter 407 kg Kraglast) sic bar verbogen, ohne daß die Schweißverbindung nachgi Bezeichnend war, daß unter der Belastung fast imm zuerst das lotrechte Rohr in der gedrückten Kehle ei knickte, bevor ein Riß an der Zugseite des Kragrohr (meist außerhalb der Schweißnaht) zum Bruch führ

Diese Gruppe der Versuche hat ergeben, daß man a besten den kreisrunden Rohrquerschnitt auch im Knot beizubehalten hat. Diese Art der Knotenverbindung wurde auch für die weiterfolgenden 12 m hohen Roh maste angewendet, da sie auch hinsichtlich Arbeitzeit u Kosten den geringsten Aufwand erfordert.

Genietete und geschweißte Maste von j 12 m Höhe

Ein genieteter Winkeleisenmast und ein geschweißt Diagonalrohrmast von je 12 m Höhe wurden hergestel Da die Durchführung der Zugmessung bei lotrec stehendem Gittermast erhebliche Schwierigkeiten bereit hätte — die Ausübung eines wagerechten Spitzenzug von etwa 2000 kg in 12 m Höhe über dem Erdboden hät besondere Kosten verursacht —, wurde hier eine Versuch einrichtung geschaffen, bei der der Mast in waagerecht Lage auf Spitzenzug geprüft wurde. Nach verschiedene Entwürfen für eine geeignete Einspannvorrichtung, d sich zum Teil aus geldlichen, zum Teil aus betriebstec nischen Gründen nicht ausführen ließ, wurde zuletzt d Anordnung, Abb. 16 und 17, gewählt. Zur Einspannun wurde das Gewicht des Mauerpfeilers und des rechts un links danebenliegenden Mauerstreifens vorteilhaft heran gezogen. Auf diese Weise hat man mit verhältnismäßi

Zahlentafel 2
Stabkräfte, Momente, Beanspruchungen und Gewichte der drei 6 m hohen Versuchsmast

Bezeichnung	Anzahl	l	Winkeleisen genietet mit Schrägen					Rohre geschweißt mit Schrägen					Rohre geschweißt mit Riegeln					
			P	Profil	σ	g	G	P	Profil	σ	g	G	P	M	Profil	σ	g	(
	—	m	kg	—	kg/cm²	kg/m	kg	kg	—	kg/cm²	kg/m	kg	kg	kgm	—	kg/cm²	kg/m	k
Eckstiele .	4	6,58	— 2000	L 45/45/5	860	3.38	89	— 2000	$1^3/_4$″/2.25	1090	2,32	61	— 2000	30	2″/2,5	1250	2.96	7
Schrägen .	36	0,75	— 290	L 45/30/4	423	2.25	61	— 290	$^7/_8$″/1,5	930	0,77	21	—	—	—	—	—	
Riegel . .	36	0,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	30	$1^5/_8$″/2.25	1198	2.15	3
Kopfbleche	4	0,30	—	300/300/5	—	—	15	—	300/300/5	—	—	15	—	—	300/300/5	—	—	1
Nieten . .	—	—	—	13 Dmr.	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

der Versuchsmast	Winkeleisen berechnet	Winkeleisen ausgeführt	Rohre mit Schrägen berechnet	Rohre mit Schrägen ausgeführt	Rohre mit Riegeln berechnet	Rohre mit Riegeln ausgeführt
wiegt kg	**170**	**173**	**97**	**95**	**128**	**124**
„ „ „ vH	**100**	**100**	**57**	**55**	**75**	**72**
Gewichtersparnis „	**0**	**0**	**43**	**45**	**25**	**28**

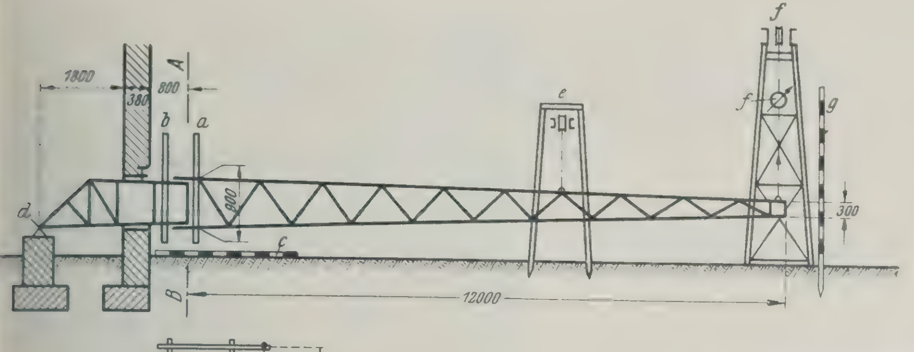
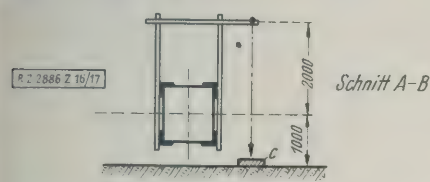


Abb. 16 und 17
Versuchsanordnung für die 12 m hohen Maste.

a Lot zum Messen der Verdrehung der Maststiele
b Lot zum Messen der Verdrehung der Einspannungsstiele
c waagerechte Meßlatte
d Widerlager
e Entlastung vom Eigengewicht
f Seilzug mit Dynamometer
g senkrechte Meßlatte



ingen Kosten eine Einspannung des Mastfußes erreicht, i rechnerisch einem 2000 kg großen Spitzenzug, also fünffachen Betriebslast, gewachsen war. Um die Abingen für die Ausbiegung der Mastspitze unbeeinflußt ich das Eigengewicht des Mastes festzustellen, wurde ich ein über Rollen geführtes Seil mit Gegengewicht das engewicht des Mastes in zwei Drittel seiner freien ige aufgehoben. Vor Beginn des Zugversuches hatte i auf diese Weise eine genau waagerechte Lage der stachse erreicht. Die Art der Ablesungen an der Spitze genieteten Mastes zeigt Abb. 18.

Abb. 19 zeigt den 12 m hohen, aus Rohren geschweiß- Mast, zum Versuch waagerecht eingespannt. Hier sind h Entlastungs- und Zugvorrichtung mit Dynamometer erkennen. Die Verdrehung in der Einspannung wurde ch zwei Meßlote festgestellt, Abb. 16 und 17, getrennt die Stiele des Mastes (Meßlot *a*) und für die Stiele der spannung (Meßlot *b*).

Die abschließenden Versuche an den 12 m hohen sten wurden in Gegenwart von Baurat *Wendt* und rat *Cajar* vom Statischen Prüfungsamt der Stadt lin am 15. März 1929 in Spandau durchgeführt. Die ebnisse sind in Zahlentafel 4 zusammengestellt. Auch zeigt sich, ähnlich wie bei den genieteten und geveißten Masten von 6 m Höhe, die bedeutende Übernheit des geschweißten Rohrmastes gegenüber dem geeten Winkeleisenmast.

Obwohl der 12 m hohe geschweißte Rohrmast aus 12 m ren Rohrstielen ohne Stoß hätte hergestellt werden kön- wurde mit Rücksicht auf die Verbindungen beim Zumenbau bei späteren noch höheren Rohrmasten be- hier eine möglichst einfache Stoßverbindung erprobt. halb wurde der 12 m hohe Rohrmast in zwei 6 m lange tschüsse unterteilt und diese beiden an der Verbinisstelle in der in Abb. 20 und 21 dargestellten Anordg verschweißt. In die geschlitzten Rohrstielenden wurverhältnismäßig kleine, nur wenig über die Rohrwände usstehende Knotenbleche eingeschweißt. Aus bau- n Gründen wurden diese Knotenbleche und damit die veißnähte viel länger gewählt, als es die Berechnung rdert hätte. Die unter der Betriebslast auftretende erspannung in der Schweißnaht wurde mit nur kg/cm² gewählt, während die zulässige Scherbeanspruig ein Mehrfaches beträgt. Diese Art des geschweiß-

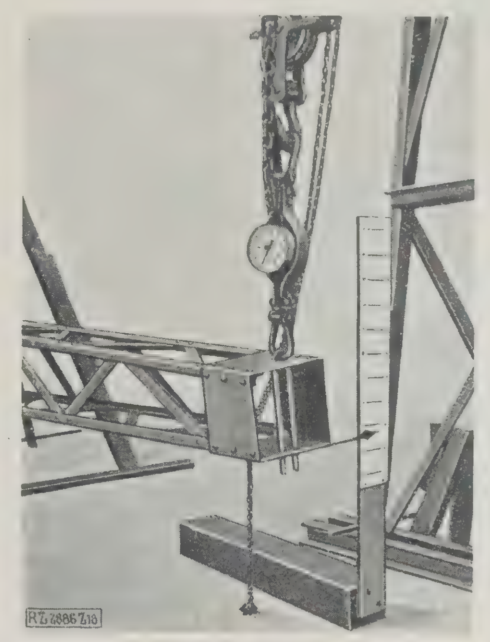


Abb. 18
Kopf des genieteten 12 m hohen Mastes; Seilzug mit Dynamometer, Ablesung der Spitzendurchbiegung.

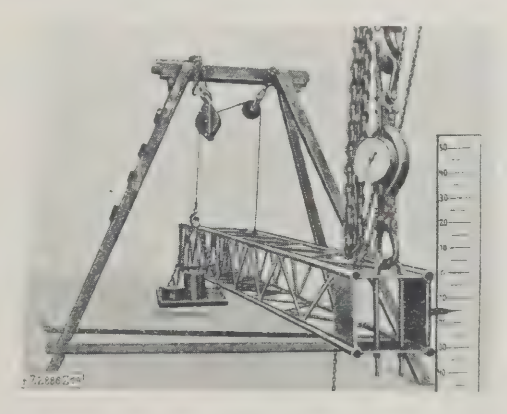


Abb. 19
Der geschweißte 12 m hohe Rohrmast, waagerecht eingespannt.

Zahlentafel 3
rgleichszahlen für die drei 6 m hohen Maste

stoff	Winkeleisen	geschweißte Rohre	
bindung	genietet	geschweißt	
art	Schrägen	Schrägen	Riegel
ngewicht *G* . . kg	173	95	124
hlast *B* . . . . . „	1400	1600	1350
. . . .	8,1	16,8	10,9
stoffausnutzung .	1	2,07	1,43

Zahlentafel 4
Vergleichszahlen für die zwei 12 m hohen Maste

Baustoff	Winkeleisen	geschweißte Rohre
Verbindung	genietet	geschweißt
Eigengewicht *G* . . kg	331	186
Bruchlast *B* . . . . „	1400	1300
B:*G*	4,23	7
Baustoffausnutzung	1	1,66

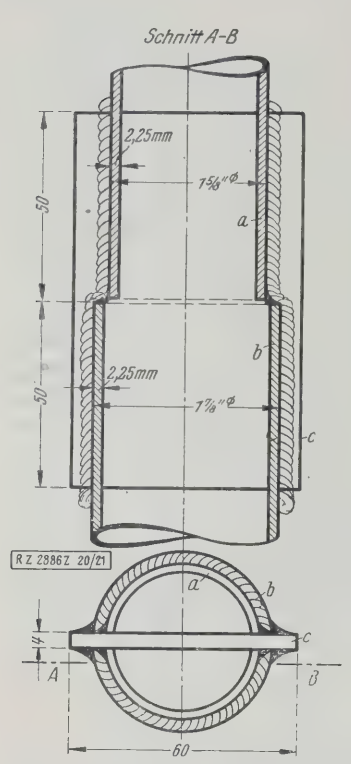


Abb. 22 Geknickte Druckstiele des 12 m hohen Rohrmastes.

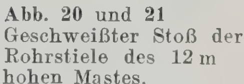


Abb. 20 und 21 Geschweißter Stoß der Rohrstiele des 12 m hohen Mastes.

a Oberschuß
b Unterschuß
c Blech

ten Stoßes ist wesentlich einfacher als die Ausbildung mit Stoßlaschen oder Muffen. Die Herstellung derartiger Stöße für den Zusammenbau auf der Baustelle würde also auch bei Masten, die um ein Vielfaches höher sind, keine Schwierigkeit bereiten. Man könnte diese Stoßverbindung entweder an den liegenden Schüssen herstellen und den fertigen Mast im ganzen aufrichten, oder aber zuerst den Unterschuß aufstellen und die je etwa 6 m langen Oberschüsse einzeln hochziehen und oben verschweißen.

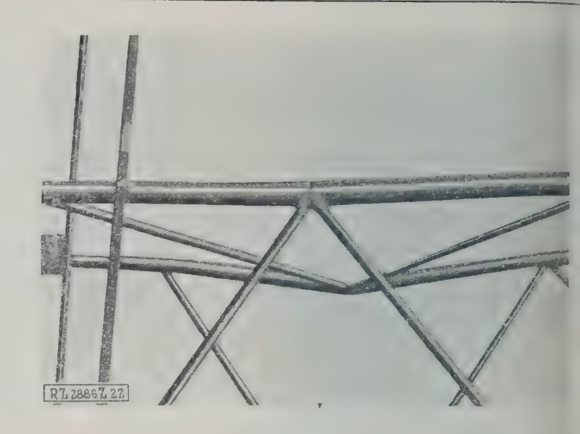


Abb. 22 zeigt die ausgeknickten Druckstiele des schweißten Rohrmastes nach der Zerstörung. Auch h sieht man, daß die Rohrwand eingedrückt ist, ohne die Schweißverbindung der Schrägen sich gelöst hat.

Zusammenfassung

Die Versuche haben gezeigt, daß verhältnismäßig lige, in der Längsnaht geschweißte dünnwandige Rohre Erfolg an Stelle von Walzprofilen treten können. Besond wo es sich um Verminderung der Frachtgewichte oder möglichst geringe Einheitsbelastung des Baugrundes h delt, werden solche geschweißten Rohrkonstruktionen n lich sein. Ein weiterer Vorteil des Rohres ist, daß dem Wind eine wesentlich geringere Angriffsfläche bie was häufig entscheidend sein kann. Die rohrgeschw ten Maste wirken außerordentlich schlank und spinnweb artig, so daß sie sehr wohl geeignet erscheinen, das La schaftsbild weniger zu stören als die Profileisen- o Betonmaste. Auch bezüglich der Rostgefahr muß bet werden, daß bei der vollständig dichten Schweißung Feu tigkeit im Innern des Rohres niemals auftritt, so daß nur von außen angegriffen werden können; diese Anfr sungen kann man aber, wie bei Eisenkonstruktion andrer Art, verhindern. [B 2886]

Über die Systeme Wolfram-Kohlenstoff, Wolfram-Eisen und Molybdän-Eisen

Infolge der Schwierigkeit, das System Wolfram-Kohlenstoff metallographisch und chemisch bearbeiten zu können, hat die große Anzahl von Arbeiten über dieses System trotz seiner hohen technischen Bedeutung noch zu keinem einheitlichen Ergebnis geführt. Einstimmigkeit herrschte bisher nur bezüglich des Karbides WC; über das Vorhandensein und die Eigenschaften der andern Karbide (W_3C, W_2C, W_3C_4) gingen die Ansichten weit auseinander. Es ist nun von *Skaupy*[1]) gezeigt worden, daß im System W-C nur zwei bei Zimmertemperatur beständige Verbindungen WC und W_2C vorkommen und daß außerdem noch ein oberhalb von 2400 ° stabiles Karbid auftritt, das als eine neue Phase zu bezeichnen ist. *K. Becker* hat nun diese drei Wolframkarbide untersucht[2]).

Er fand bestätigt, daß nur zwei Karbide mit Sicherheit vorkommen; es sind dies WC und W_2C, wobei das W_2C in zwei allotropen Modifikationen vorkommt, die bei 2400 ° einen Umwandlungspunkt zeigen. Das bei Zimmertemperatur beständige α-W_2C kristallisiert hexagonal, das β-W_2C konnte nicht berechnet werden. WC kristallisiert ebenfalls hexagonal. Der röntgenographisch bestimmte lineare thermische Ausdehnungskoeffizient ergab nach den verschiedenen Achsenrichtungen folgende Werte:

	β [C01]	β [100]	Temperaturintervall °C
α-W_2C	$11{,}4 \times 10^{-6}$	$1{,}2 \times 10^{-6}$	20 — 1930
WC	$7{,}3 \times 10^{-6}$	$5{,}2 \times 10^{-6}$	20 — 2400

[1]) Z. f. Elektrochemie Bd. 33 (1927) S. 487.
[2]) Z. f. Elektrochemie Bd. 34 (1928) S. 640; Z. f. Phys. Bd. 51 (1928) S. 481; Z. f. Metallkunde Bd. 20 (1928) 437.

Die allotrope Umwandlung des α-W_2C in β-W_2C 2400 ° macht sich außer auf rötgenographischem Wege a in den Kurven der elektrischen Leitfähigkeit bemerkbar.

Ein drittes Karbid W_3C_2 wird vermutet, ist jedoch 2600 °C nicht nachweisbar; sein Vorkommen kann nur knapp unterhalb des Schmelzpunktes reichen. Beim A kühlen zerfällt es in WC und W_2C.

Das Karbid W_2C schmilzt unzersetzt in einer Atmosphä mit genügend hohem C-Partialdruck. Dagegen zersetzt si WC auch bei genügend hohem C-Partialdruck beim Schm zen unter C-Abscheidung zu einem Gemisch von WC u W_2C oder zu dem hypothetischen Karbid W_3C_2, das sein seits beim Abkühlen weiter zerfällt. Eine merkliche Misc kristallbildung zwischen den Karbiden mit W oder C tr nicht auf. Die Schmelzpunkte liegen bei rd. 2700 °C.

Bei dem System Wolfram-Eisen ergaben die v *H. Arnfeldt*[3]) nach der Pulvermethode (röntgenographisc angestellten Versuche das Vorkommen zweier Phasen v der Zusammensetzung Fe_2W und Fe_3W_2. Fe_2W hat ein hexag nales Raumgitter; die Dichte beträgt 13. Die Verbindu scheint jedoch bei höherer Temperatur unstabil zu sein; ih Zersetzungstemperatur liegt zwischen 1000 ° und 1450 ° Die Verbindung Fe_3W_2 hat ein trigonales Raumgitter; d Dichte beträgt 13,9. Beide Phasen sind innerhalb gewisse nicht genau bestimmter Konzentrationsbereiche homoge

In dem System Molybdän-Eisen wurde die d trigonalen Fe-W-Phase analoge Phase Fe_3Mo_2 beobacht Eine der hexagonalen Phase des Fe-W-Systems entspr chende Phase konnte im Mo-Fe-System nicht gefunden we den. Doch tritt bei höherem Molybdängehalt eine neue, z erst erstarrende Phase mit noch unbekanntem Raumgitt auf; sie scheint jedoch bei tieferen Temperaturen zu zerfa len. Vielleicht kommt eine weitere Phase vor in den Legi rungen mit geringem Molybdängehalt. [N 2673] *A. S.*

[3]) Carnegie Scholarshipp Mem. of the Iron and Steel Institu Bd. 17 (1928) S. 21.

Röntgenverfahren zur räumlichen Ausmessung von Fehlstellen in Werkstoffen

Von Dipl.-Ing. C. Kantner und Dipl.-Ing. A. Herr, Wittenberge

Geringe Genauigkeit und umständliche Handhabung aller bisherigen Verfahren führten zur Ausbildung des densographischen und des stereometrometrischen Verfahrens. Erläuterung der Wirkungsweise und Handhabung dieser Verfahren an Beispielen im allgemeinen und im besondern an geschweißten Werkstoffen. Anwendung auch auf andern Gebieten der Werkstoffprüfung. Die Untersuchungen wurden in der Schweißtechnischen Versuchsanstalt Wittenberge der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft ausgeführt.

Die Durchdringung der Werkstoffe mittels Röntgenstrahlen konnte infolge der Leistungssteigerung der ntgenröhren für die Werkstoffprüfung wirtschaftlicher staltet werden, so daß Metalle und Metallegierungen n dickeren Abmessungen als bisher durchstrahlt und mit Fehlstellen im Inneren bis zu gewissen Grenzen nächst ermittelt werden konnten. Man hat nun auf die rschiedenste Weise versucht, die Röntgenschattenbilr, also die Flächenprojektion solcher Aufnahmen, auch umlich zu deuten. Neben der Erkenntnis, ob ein Werkück innerlich gesund oder von Fehlstellen durchsetzt , war es natürlich noch besonders wichtig, die Lage cher mit Hilfe der Durchstrahlung ermittelten inneren hler feststellen zu können.

Zunächst zog man die Erfahrungen aus der medizinien Röntgenologie heran, die man bei der Lagebestimmung von Fremdkörpern, Geschossen u. a. im menschhen Organismus gesammelt hatte. Hier wäre das ometrische Verfahren als einfachstes Hilfsmittel zu erhnen. In dem Werkstück *a*, Abb. 1, liegt die Fehlelle *b*, deren Lage in der Vertikalen durch die senkchte Durchstrahlung ermittelt wurde, deren Gang in 3 liegt. Aus dem Strahlengang der beiden Winkelfnahmen in den Richtungen A_1B_1 und A_2B_2 bilden sich beiden ähnlichen Dreiecke, aus deren bekannten undlinien und Seiten sich die Höhen ergeben[1]). Mit m Stereo-Aufnahmeverfahren kann der Arzt wohl zum ele kommen, da er sich durch die Kenntnis der Lage r Organe leicht zurechtfinden kann.

Der Werkstoffprüfer kennt aber nur in den allertensten Fällen irgendwelche Anhaltspunkte im Innern nes Werkstückes, die ihm eine räumliche Orientierung r mittels Röntgenaufnahme gefundenen Fehlstelle möglichen könnten. Für ihn bleibt der Wert einer ereoaufnahme lediglich bei der subjektiven Betrachtung r beiden Aufnahmen im Stereoskop allenfalls in einer oben Schätzung begrenzt. Im Gegensatz zur medinischen Röntgen-Stereoaufnahme bietet allerdings die ntgenographische Werkstoffprüfung auf stereoskopinem Wege insofern keine Schwierigkeiten bei der Herllung, als der zu untersuchende Gegenstand ruhig liegen bleibt, also eine Verlagerung seines Innern während der Aufnahmen oder während der Pause zwischen den beiden Aufnahmen wenigstens bei festen Werkstoffen kaum zu befürchten ist.

Einen ganz andern Weg verfolgt das densographische Verfahren, in dem man aus der verschieden starken Schwärzung der lichtempfindlichen Schicht durch die aus dem durchstrahlten Untersuchungsstück austretenden Röntgenstrahlen Schlüsse zieht und sich dabei unabhängig von der subjektiven Beobachtung gemacht hat[2]).

Das Helligkeitsempfinden des Beobachters eines Röntgennegatives ist starken Wechseln durch äußere und innere Einflüsse unterworfen; von der Empfindlichkeit der Augen andrer Beobachter unterscheidet es sich dabei oft wesentlich. Hinzu kommt vor allem noch die mehr oder minder große Übung der Beobachter in der Betrachtung und Auswertung von Röntgennegativen, wobei es hauptsächlich auf die Helligkeit und auf die Form der Schwärzungsunterschiede ankommt. Hierbei wird der Geübtere seine Schlüsse aus der Schattierung der Schwärzungsunterschiede schneller und leichter ziehen als der Anfänger. Der Geübte verläßt sich dabei vollkommen auf sein Helligkeitsempfinden, indem er größere oder geringere Schwärzungsunterschiede im Vergleich zu Erinnerungseindrücken wirken läßt.

In den weitaus meisten Fällen genügen solche subjektiven Feststellungen zur Beurteilung des Grobgefüges von Werkstoffen. In sehr vielen Fällen aber reicht diese Erkenntnis doch nicht aus, zumal das subjektive Helligkeitsempfinden gegenüber den Feinheiten des Röntgennegatives immer noch viel zu grob ist, so daß Täuschungen nicht ausgeschlossen sind. So kann z. B. das bloße Augenmaß für die Beurteilung der Form einer Fehlstelle nicht ausreichen, wenn es sich darum handelt, den Verlauf oder die Ausdehnung eines Risses oder einer Blase im Inneren eines Werkstückes zu ermitteln. In dem aufgenommenen Werkstoffe (Schweißung, Gußstück o. a.) kann z. B. ein Hohlraum von etwa trichterförmiger Gestalt oder ein Schlackeneinschluß von tropfenförmiger Gestalt im Strahlengang der Röntgenröhre, Abb. 2, liegen. In dem Flächenbild der Durchstrahlungsaufnahme wird der Hohlraum oder Einschluß als vieleckiges oder unrundes Gebilde in tieferer Schwärzung als der Baustoff selbst erscheinen und wiederum in sich konzentrisch schattierte Schwärzungsunterschiede aufweisen. Diese muß man erst durch verzerrte Aufnahmen, Abb. 3, oder rückwärtige Aufnahmen, Abb. 4, auswerten, wenn man genauere Aufschlüsse über die räumliche Beschaffenheit solcher Gebilde in einem Werkstück erhalten will. Liegen z. B. mehrere Fehlstellen übereinander in der Durchstrahlungsrichtung, so wurde bisher das früher besprochene Ermittelungs-

[1]) Vergl. *Kantner* und *Herr:* Die Verwendbarkeit der Röntgenfahren in der Technik, Berlin 1928, VDI-Verlag; *Janus*, „Stahl und en“, Bd. 33 (1918) S. 564.

[2]) *Stumpf, P.*, Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen Bd. 36 (1927) S. 695.

Abb. 1
A₂ Stellung der Röntgenröhre
Verkstoffprobe
ehlstelle

Abb. 1
Geometrische Bestimmung der Lage einer Fehlstelle in einem Werkstoff.

Abb. 2
Röntgenographische Wiedergabe (Flächenbild) eines Hohlraumes in einem Werkstück.

Abb. 3
Verzerrte Röntgenaufnahme der Hohlstelle, Abb. 2. Die Röntgenröhre ist um die Strecke *f* zur Senkrechten verschoben.

Abb. 4
Rückwärtige Aufnahme des gleichen Werkstückes, Abb. 2.

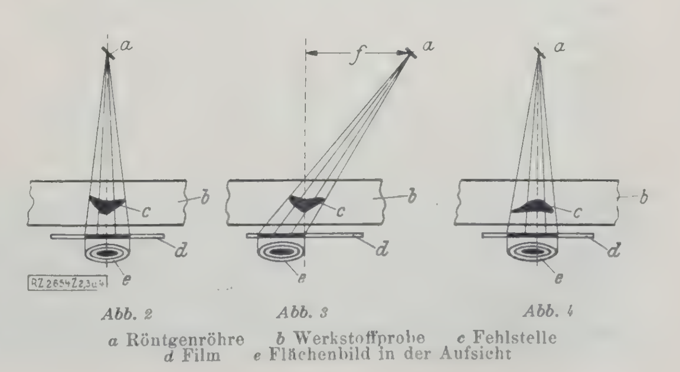


Abb. 2 *Abb. 3* *Abb. 4*
a Röntgenröhre *b* Werkstoffprobe *c* Fehlstelle *d* Film *e* Flächenbild in der Aufsicht

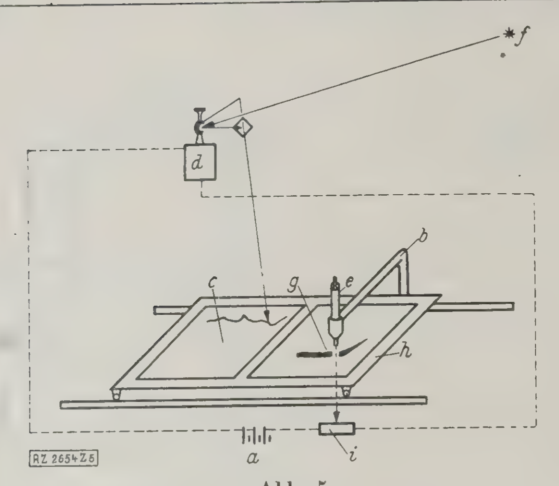


Abb. 5
Schematische Darstellung des Röntgen-Densographen nach *Janus* für Werkstoffprüfungen.

a Stromquelle *b* Beleuchtungseinrichtung *c* Aufzeichenpapier *d* Galvanometer *e* Lichtquelle *f* Lampe für das Spiegelgalvanometer *g* Röntgennegativ *h* Rolltisch *i* lichtelektrische Zelle

verfahren durch Winkelbestrahlung[3]) benutzt. An seine Stelle tritt jetzt das röntgen-stereometrische Verfahren, auf das weiter unten ausführlicher eingegangen werden wird.

Das densographische Prüfverfahren

ist bereits mit Erfolg in der röntgenographischen Werkstoffprüfung erprobt worden[4]). Inzwischen hat man auch das Gerät technisch brauchbar ausgestaltet, Abb. 5. Auf dem Rolltisch *h* wird das Röntgennegativ *g* unter der Beleuchtungsvorrichtung so vorbeigeführt, daß das von der Lichtquelle *e* ausgesendete Strahlenbündel das Röntgennegativ bei seinem Vorbeigange durchdringen und nach seinem Durchgange auf die lichtelektrische Zelle *i* treffen kann. Diese wird dabei erregt und steuert entsprechend den Schattenunterschieden des durchleuchteten Röntgennegativs den Strom, indem das Spiegelgalvanometer *d* zu stärkerem oder schwächerem Ausschlag gebracht wird. Diese Ausschläge werden mit Hilfe des Strahlenbündels der Hilfslichtquelle *f* photographisch als Schaulinie aufgezeichnet. Auf solche Weise entsteht das Lichtbild der Schwärzungsunterschiede, das Densogramm *c*, des zu untersuchenden Werkstoffes. Durch die Erhöhung der Spannung im Stromkreis des Stromerzeugers *a* oder durch die Steigerung der Stärke der Lichtquelle *e* kann jede beliebige Dichte des Negatives in den günstigsten Teil seiner Charakteristik gebracht werden.

Diese Möglichkeit ist für das Ermitteln verlaufender Helligkeiten, wie sie etwa in dem Beispiel der Abb. 1 auftreten können, von besondrer Bedeutung. Auch in der röntgenographischen Prüfung von metallischen Werkstoffen, insbesondere bei der Grobgefüge-Untersuchung von Schweißungen, ist das Verfahren herangezogen worden[5]).

Für die Untersuchung des Grobgefüges metallischer Werkstoffe im allgemeinen hat das desnographische Verfahren den Wert, daß Helligkeitsunterschiede in den Röntgennegativen sichtbar gemacht werden können, (auch das geschulteste, ja selbst das bewaffnete Au nicht als solche wahrzunehmen vermag.

In Abb. 6 bis 8 sind das Röntgenschattenbild ei fehlerhaften Werkstückes und das dazugehörige Den gramm dargestellt. Die dunklen Stellen im Röntgenb (negativ) zeigen zahlreiche Fehlstellen in Gestalt v Hohlräumen im Inneren des Werkstückes an. Die den graphische Aufnahme erfolgte in der Richtung der beid Pfeile → ← im Röntgenbild. Betrachtet man nun v gleichend das daruntergestellte Densogramm, so erke man an dem Verlauf der Schaulinie ihre Beziehung den Schwärzungen im Röntgenbild. Auf das Koordinate system bezogen entspricht dem Wert der Ordinaten (Schwärzungstiefe, dem Wert der Abszissen die Lage d Schwärzung und dem Neigungswinkel der Schaulinie z Abszisse die Schattierung.

Verfolgt man die Schaulinie von dem Nullpunkt lin so erreicht sie in steilem Fall den normalen Stand d Schwärzung in *A* für die Meßstrecke *AB*, Abb. 8. Hi liegt die erste Blase *a*, Abb. 7, deren Schattenbild i Röntgennegativ verschiedene Schattierung zeigt. Für die verschiedene Helligkeit gibt das Densogramm die Erkl rung: Die erste Schattenstufe wird in sehr steilem A stiege der Schaulinie bis *C*, Abb. 8, erreicht. Letztere fä nun etwas bis zum nächsten Knickpunkte *D*, um si abermals von *D* fast senkrecht zu erheben, und erreic ihren Scheitelwert in *E*. Von hier folgt der abermali Abstieg nach Punkt *F*, der im Röntgenbild die Begre zung der Blase in *b*, Abb. 7, entspricht. Aus dem Dens gramm ist also zu entnehmen, daß dieser Hohlraum der senkrechten, demnach in der Richtung des Strahle durchganges, verschiedene Tiefen aufweist.

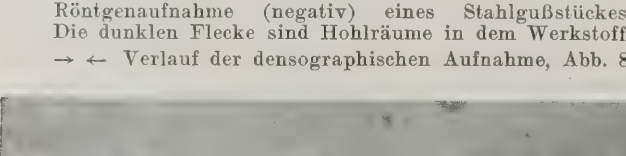
Im weiteren Verlauf der Schaulinie wiederholt si das gleiche Spiel in den Punkten *G*, *H*, *J*, *K*, *L*, Abb. entsprechend den Schattierungen des Hohlraumes *c*, *d*, Abb. 7, in dem Röntgennegativ. Das Densogramm zei in den Punkten *H*, *J*, *K*, Abb. 8, an, daß der tiefste Schwärzung eine Aufhellung vorgelagert ist, die einer tei weisen Trennung des Hohlraumes infolge stehengebli benen Werkstoffes entspricht. Im Röntgennegativ ist diese Erstarrungsvorgang nur sehr schwach erkennbar. A der Lage der beiden Kurvenscheitelpunkte *H* und *K* i Vergleich mit der Lage der Scheitelpunkte *B* und *C* lä sich schließen, daß nach dem Grad der Schwärzung di Tiefenlage des Hohlraumes *c*, *d*, *e*, Abb, 7, derjenige des ersten Teiles der Blase *a*, *b* entspricht, daß aber di Blase *a*, *b* an sich tiefer in dem Werkstück liegt a der Hohlraum *c*, *d*, *e*. Am tiefsten liegt die Fehlstel *f*, *g*, denn die Schaulinie *M*, *N*, *O*, *P*, *Q*, Abb. 8, i Densogramm erreicht in ihrem Scheitel *N* den größte Wert auf die Ordinate bezogen. Während die Hoh räume *a* bis *i*, Abb. 7, krater- oder tropfenförmig g staltet sind, zeigt *k*, *l* mehr eine Zylinderform auf di aus dem Verlauf der Kurve *T*, *U*, *V*, *W*, Abb. 8, mit de abgestumpften Scheitel *UV* zu schließen ist. Schließli endet die Schaulinie wieder in der Nullinie bei E reichung der völligen Randschwärzung des Film negatives.

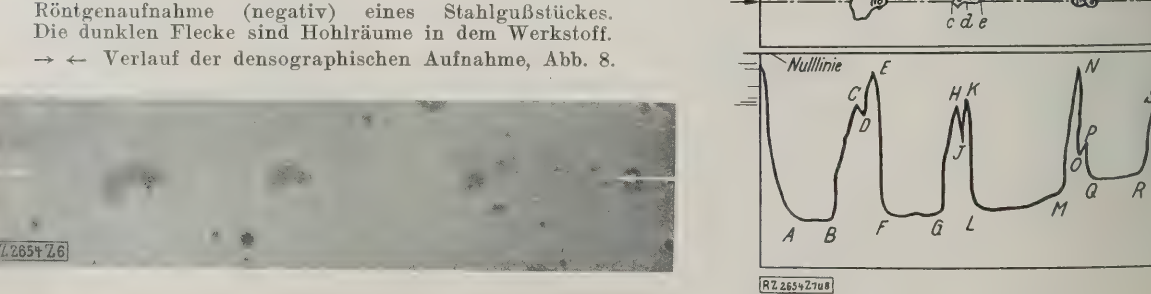
Abb. 7 (oben). Röntgenbild der Abb. 6 in zeichnerisch Darstellung (→ ← Verlauf der densographische Aufnahme). $^1/_3$ nat. Gr.

Abb. 8 (unten). Densogramm des Röntgenbildes Abb. 6. $^1/_3$ nat. Gr.

[3]) Vergl. *Herr*, Z. Bd. 72 (1928) S. 1672, Abb. 4 bis 6.
[4]) *M. v. Schwarz*, „Die Gießerei", Bd. 15 (1928) S. 924; *Herr*, s. Anm. 3.
[5]) In Zusammenarbeit mit Prof. Dr.-Ing. *M. v. Schwarz*, München.

Abb. 6
Röntgenaufnahme (negativ) eines Stahlgußstückes. Die dunklen Flecke sind Hohlräume in dem Werkstoff. → ← Verlauf der densographischen Aufnahme, Abb. 8.







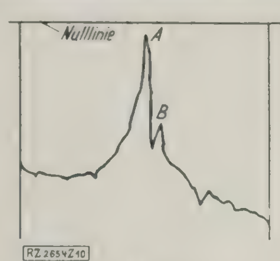
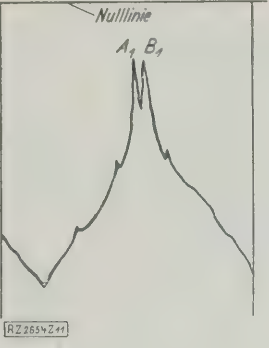


Abb. 10
Densogramm der Lage I, Abb. 9. Der Hauptriß hat seine größte Tiefe in A erreicht. Der Seitenriß ist in B nach der Oberfläche verflacht.



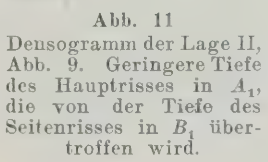


Abb. 11
Densogramm der Lage II, Abb. 9. Geringere Tiefe des Hauptrisses in A_1, die von der Tiefe des Seitenrisses in B_1 übertroffen wird.

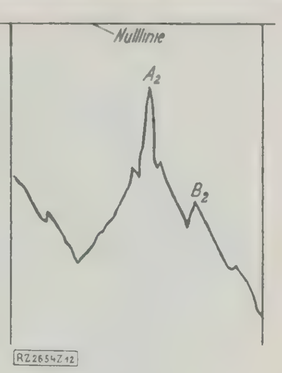
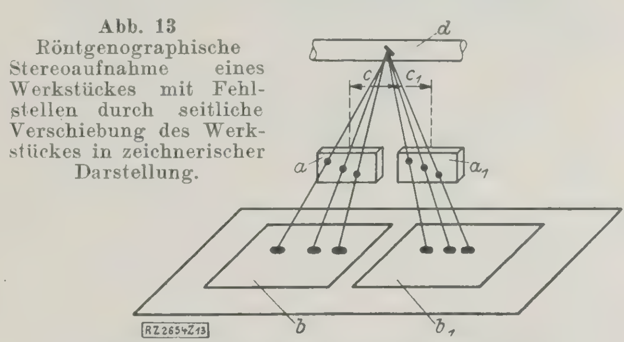


Abb. 12
Densogramm der Lage III, Abb. 9. Geringere Tiefe des Hauptrisses A_2 als in A_1, Abb. 11. Seitenriß B_2 verläuft zur Oberfläche hin.

Abb. 9
Röntgenaufnahme (positiv) einer Gasschmelzschweißung (Abschnitt) an einer kupfernen Lokomotiv-Feuerkiste. Die Aufhellungen bedeuten Lockerungen des Werkstoffes infolge Verbrennung. Helle Stellen: Gasaufnahme. Helle Streifen: Risse. I, II, III = Lagen der densographischen Aufnahmen, Abb. 10 bis 12.
nat. Größe.

Baustoff 25 mm dick, 180 kV Gleichspannung, 6 mA (Seifert-Spektralisovolt), 400 mm Abstand (Film-Brennfleck der Matra-Strickfokusröhre), 6 min Belichtungszeit.

Abb. 13
Röntgenographische Stereoaufnahme eines Werkstückes mit Fehlstellen durch seitliche Verschiebung des Werkstückes in zeichnerischer Darstellung.



a, a_1 die um die Werte c und c_1 verschobenen Lagen desselben Werkstückes b, b_1 Röntgennegative d Röntgenröhre e Fehlstellen

In der Schweißtechnik wird das Verfahren bei der …urteilung von Fehlstellen in geschweißten und nicht…schweißten Baustoffen nach Art und Lage dann heran…ziehen sein, wenn z. B. aus dem einfachen Röntgen…attenbild in der Flächenprojektion, das an und für …h qualitativ das Vorhandensein eines Risses in einer …weißung aufdeckt, auf die Tiefenlage, die Beschaffen…t des Risses, seine Umgebung usw. geschlossen wer…n soll. Als Beispiel ist in Abb. 9 eine innerlich durch …rumpfriß zerstörte Gasschmelzschweißung an einer …komotivfeuerkiste aus Kupfer dargestellt[6]), und die …ugehörigen Densogramme, die durch das Negativ in …n mit I, II und III bezeichneten Lagen gelegt wurden, …gen Abb. 10 bis 12.

Im Flächenbild, Abb. 9, nimmt der Riß einen un…heitlichen Verlauf. In der Lage I haben sich die ver…iedenen Verzweigungen zu einem Ast vereinigt, der …r weitern Verlauf über die Lage I hinaus in der …krechten schließlich die Schweißung gänzlich zer…rte. Die Densogramme der Aufnahmelagen I, II, III, …b. 10 bis 12, zeigen gemeinsam in ihren Scheiteln A, …(B_1), A_2 die stärkste Schwärzung an, die dem Ver…uf des Risses in der Längsachse der Schweißung ent…richt. In der Lage II ist der Riß in seiner größten …fe gedoppelt; das Schaubild, Abb. 11, zeigt die beiden …eitel A_1, B_1, während in den Lagen I und III ent…rechend der Lage der Scheitel B, Abb. 10, und B_2, …b. 12, weniger tief als der parallel verlaufende Ast A, …b. 10, und A_2, Abb. 12, liegt.

Dieser Seitenriß, der durch die Scheitel B, B_1, B_2 …ennzeichnet ist, hat demnach in der Lage II an …fe, vergl. Scheitel B_1, Abb. 11, den Hauptriß A, A_1, … vergl. die Scheitel der Schaulinien, Abb. 10, 11 und 12, …h übertroffen, während er sich nach den Lagen I …l II hin verflacht hat und zur Oberfläche hin ver…üft. Die Gesamttiefe des Risses ist in den Lagen II …l III nach den Höhen der Scheitelpunkte A_1 (B_1) …l A_2 der Densogramme, Abb. 11 und 12, die gleiche. … nimmt aber nach der Lage I, Scheitel A, Abb. 10, zu. …raus könnte also auf den baldigen Bruch im Verlauf des Risses über die Lage I hinaus geschlossen werden. In Wirklichkeit war er denn auch in einem Abstand von rd. 5 cm von der Lage I tatsächlich erfolgt. Aus dem Verlauf der Schaulinien läßt sich allgemein noch erkennen, daß die Dichtigkeit des eingeschweißten Baustoffes zum nicht geschweißten Werkstoff hin abnimmt. Der metallographische Nachweis bestätigte den Röntgenbefund.

Dieses für die Röntgenprüfung der Werkstoffe wichtige Meßverfahren bedarf in allen seinen Teilen noch einer durchgreifenden Bearbeitung, Erweiterung und Sicherung auch in photo-optischer Beziehung. Man kann mittels des Verfahrens bei der Grobgefügeuntersuchung

1. unsicher verlaufende Grenzen in der Dichtigkeit der Werkstoffe aufsuchen,
2. den Verlauf und die Ausdehnung von Fehlstellen, Rissen, Blasen, Einschlüssen u. a. ermitteln,
3. Schwärzungseffekte in Röntgennegativen verschiedener Herkunft vergleichend bestimmen,
4. verschiedene Aufnahmen gleicher Werkstoffe vergleichend auswerten,
5. am fertigen Stück Messungen vornehmen, ohne es zu verändern oder zu zerteilen,
6. die Aufnahmetechnik durch Aufzeichnung der Densogramme vervollkommnen, ohne die bisherigen Untersuchungen zu erschweren.

Über die noch im Gange befindlichen Arbeiten wird später noch an gleicher Stelle zu berichten sein.

Während sich das densographische Verfahren durch seine Unabhängigkeit von jeder subjektiven Beobachtung auszeichnet, vereinigt

das röntgen-stereometrische Verfahren

die subjektive Betrachtung der Röntgenaufnahme mit einer zeichnerischen Darstellung der räumlichen Wahrnehmungen. Diese beiden Verfahren müßten daher zweckmäßig in unmittelbarem Zusammenhange angewendet werden. Alle bisher herangezogenen Stereoverfahren sind nur für die Betrachtung geeignet, sie

[6]) Vergl. *Kantner* „Elektrotechnik und Maschinenbau" Bd. 46 (1928) … Abb. 13.

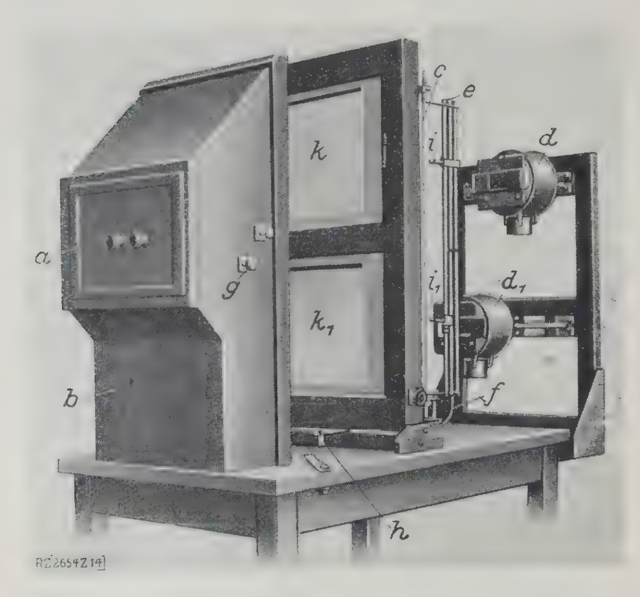


Abb. 14 bis 16
Röntgen-Stereomeßgerät für Werkstoffprüfungen.

a Stereobinokel *b* Betrachtungsaufsatz *c* Meßfaden
d, d_1 Lichtquellen *e* Meßstab *f* Storchschnabelführung
g Spiegel *h* Schreibstift *i*, i_1 Meßzeiger *k*, k_1 Filmnegative

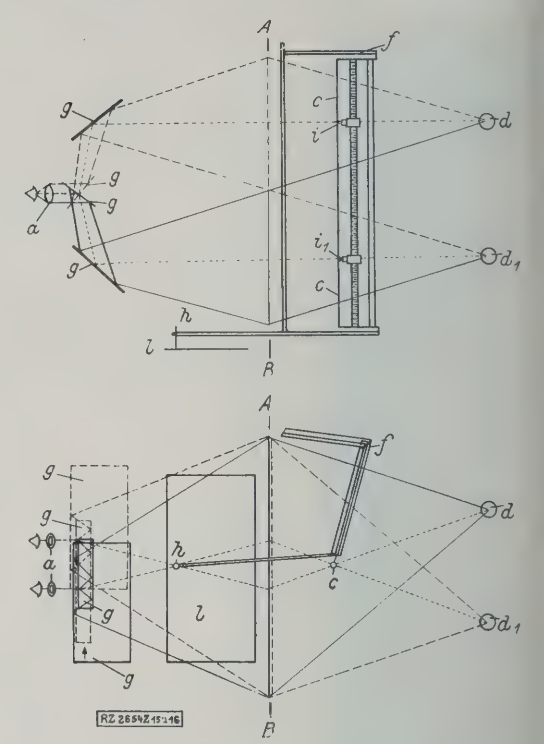


Abb. 15 und 16
Zeichnerische Darstellung des Strahlenganges bei dem Stereomeßverfahren für röntgenographische Werkstoffaufnahmen.

AB Bildebene *l* Zeichenebene

sind also auf die subjektive Beobachtung stereoskopischer Röntgenaufnahmen allein beschränkt. Das neue Meßverfahren ist dagegen für eine zeichnerische Ausmessung ausgebildet worden, so daß diese Aufzeichnungen auch später jederzeit herangezogen werden können. Wie bei allen gewöhnlichen stereoskopischen Aufnahmen müssen auch hier zwei von einander paralaktisch verschiedene Röntgenaufnahmen gemacht werden.

Läßt sich der zu untersuchende Gegenstand zur Röntgenröhre verschieben, so benutzt man für die Aufnahme ein besonders hierfür ausgebildetes Gerät, Abb. 13. Das Werkstück *a* wird nach seiner Durchstrahlungsaufnahme in *b* in der Pfeilrichtung um $c + c_1$ verschoben, zum zweitenmal röntgenographisch aufgenommen und als Schattenbild im Negativ b_1 festgehalten. Die Negative können ohne besondere Vorbereitungen sofort ausgemessen werden. Hat das Werkstück sehr große Abmessungen oder ist es ortfest eingebaut, so verschiebt man die Röntgenröhre.

Die stereoskopischen Aufnahmen können in dem Röntgen-Stereometrometer, Abb. 14 bis 16, das nach den Grundlagen der in der Meßtechnik vielfach benutzten Stereo-Ortho-Diagraphen gebaut ist, betrachtet und gleichzeitig graphisch aufgenommen werden. Von den beiden Lichtquellen *d* und d_1 wird neben dem stereoskopischen Gesamtbild der Röntgenfilme *k*, k_1, das mit dem Stereobinokel *a* und den Spiegeln *g* vom Beschauer in *A* und *B* betrachtet wird, der Schatten eines Metallfadens *c* auf jedes einzelne Schattenbild getrennt geworfen. Der Abstand $d\,d_1$ der jeweils gewählten Stereobasis, der der Verschiebung des zu untersuchenden Stückes zur Röntgenröhre ($c + c_1$ in Abb. 13) oder der Verschiebung der Röntgenröhre um den gleichen Betrag zu dem feststehenden Werkstück entspricht, und außerdem der Abstand der Lichtquellen $d\,d_1$ zur Bildebene *A*, *B* ist gleich dem Abstande der Antikathode der Röntgenröhre von der Filmebene. Daher entstehen in dem stereoskopischen Bilde der Röntgenaufnahmen zwei Schattenbilder des Meßfadens *c*, die in stereoskopischer Vereinigung den Meßfaden als räumlich orientierte Linie innerhalb des Röntgenraumbildes erscheinen lassen. Der Meßfaden *c* ist in der waagerechten Richtung leicht verschiebbar, während seine senkrechte Lage unverändert festgelegt ist.

Auf ein zwischen den Betrachtungsaufsatz *b* und den Negativhalter gelegtes Zeichenblatt *l*, Abb. 15 und 16

Abb. 17
Ausschnitt aus einem Lokomotivzylinderteil, Baustoff 30 mm dickes Gußeisen mit 35 mm dicker Warmschweißung. → ← Lage der Meßebene für die Stereoaufnahme.

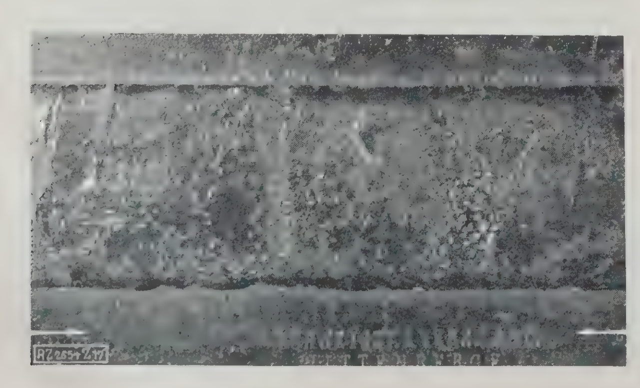
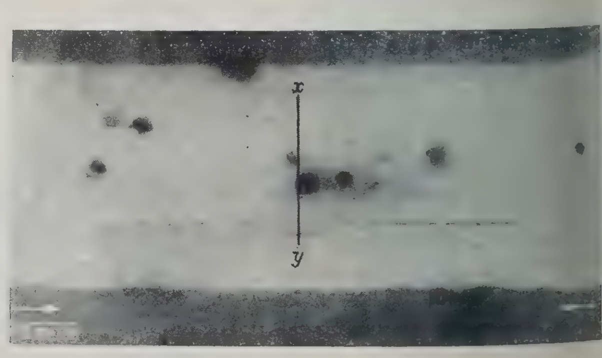
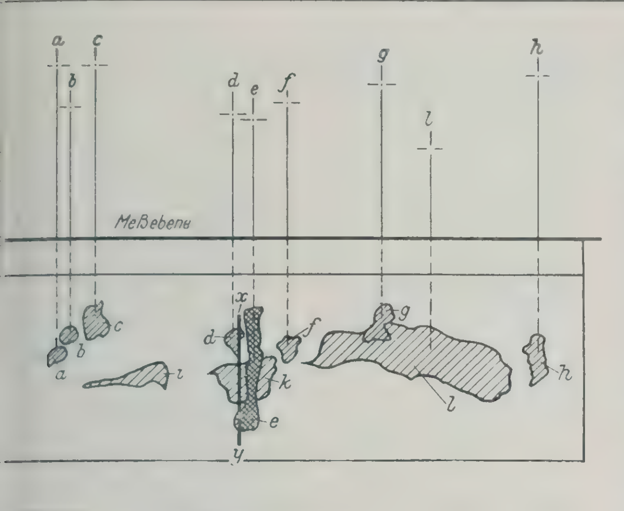


Abb. 18
Röntgenaufnahme des Werkstücks, Abb. 17 (negativ). 145 kV Gleichspannung (*Seifert*-Spektralisovolt), 4 mA, 10 min Belichtungszeit, 350 mm Abstand (Film-Brennfleck der Matwa-Strichfokusröhre). → ← Lage der Meßebene für die Stereoaufnahme.

x y Lage des späteren metallographischen Schnittes





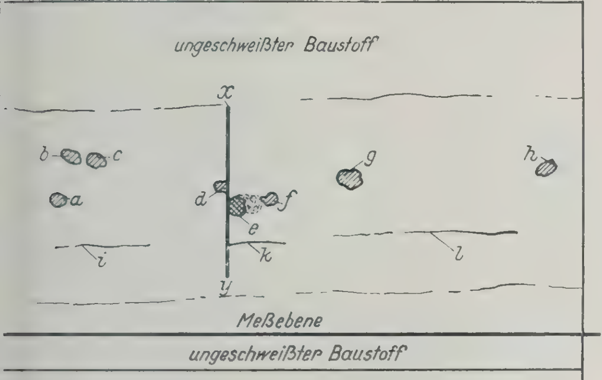


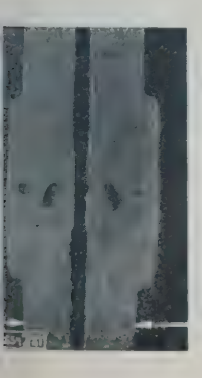
Abb. 19
Abstände der Fehlstellenmitten von der Meßebene und Tiefenlagen der Fehlstellen in der Schweißung zum Strahlengang.

Abb. 20
Zeichnerische Darstellung der Röntgenaufnahme.

Abb. 19 und 20
Stereomeßbild der Röntgenaufnahme Abb. 18.
a bis *h* Fehlstellen *e* Formsandeinschluß *i* bis *l* Risse
x, *y* metallographischer Schnitt der Abb. 20

un mit einem Schreibstift *h* an einer Storchschnabel-ırung *f* ein Strich- oder Punktbild in der Weise ent-·rfen werden, daß man in dem Röntgenraumbild den denschatten mit der Lage der Schatten im Röntgenbild r Deckung bringt und gleichzeitig auf dem Zeichen-ıtt aufschreibt. Werden nun in der gleichen Weise Schattenbilder senkrecht in der Bildebene mittels der dem Meßfaden verschieblich angebrachten Zeiger *i* d i_1 abgegriffen und an der Maßteilung *e* die Höhen mittelt, so können aus den beiden Meßbildern z. B. in ıem undurchsichtigen Werkstoff eine oder mehrere hlstellen räumlich festgelegt werden.

In Fällen, in denen das stereoskopische Sehen nur einer räumlich empfindlicheren Beobachtung an dem Röntgenbilde herangezogen werden müßte, kann die Messung auch unmittelbar in der Weise vorgenommen werden, daß der Betrachtungsaufsatz *b*, Abb. 14, abgenommen wird und man den Meßfaden solange verrückt, bis sein Schatten zwei sich entsprechende Schatten der Negative



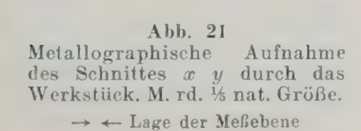
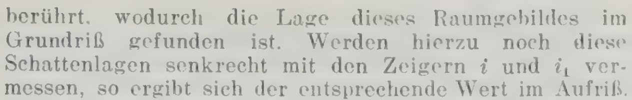


Abb. 21
Metallographische Aufnahme des Schnittes *x y* durch das Werkstück. M. rd. ⅕ nat. Größe.
→ ← Lage der Meßebene



berührt, wodurch die Lage dieses Raumgebildes im Grundriß gefunden ist. Werden hierzu noch diese Schattenlagen senkrecht mit den Zeigern *i* und i_1 vermessen, so ergibt sich der entsprechende Wert im Aufriß.

Das Meßverfahren soll nun an einer absichtlich schlecht ausgeführten elektrischen Warmschweißung, Abb. 17 und 18, erläutert werden. In der Schweißung liegen Gasblasen und Schlacken, die dunklen Stellen, Abb. 18. Ein Schrumpfriß zwischen geschweißtem und nicht geschweißtem Baustoff (stellenweise unterbrochen) wird durch die dunkle Linie, Abb. 18, gekennzeichnet. In Abb. 19 ist das Röngennegativ noch einmal schematisch dargestellt. Die Fehlerstellen sind zum Vergleich mit den Raumaufnahmen mit Buchstaben bezeichnet. Die eingezeichnete Nullinie zeigt die Lage der Meßebene für den Grundriß der Raumaufnahme an.

Abb. 20 zeigt das Stereomeßbild der Röntgenaufnahme parallel zum Strahlengange. Die Tiefenlagen der im Röntgenbild aufgenommenen Fehlstellen wurden mittels des für Werkstattzwecke besonders gebauten *Beyerlen*-Gerätes aufgezeichnet, und auch die Ausdehnungen dieser Fehlstellen ermittelt. Die Tiefenlagen der Risse *i*, *k* und *l* sowohl für sich wie in Beziehung zu den Hohlstellen sind besonders eigenartig zur Auswirkung gekommen. An der Stelle der Überlagerung wurde ein Schnitt *xy*, Abb. 19 und 20, durch das Werkstück gelegt. Die metallographische Aufnahme des Schnittes *xy* zeigt Abb. 21.

Die Gasblase *d* und der Schlackeneinschluß *e* liegen, auf die Meßebene bezogen, über dem Riß *k* in dem Strommeßbild, Abb. 20, also vor dem Riß *k*. Durch diesen metallographischen Nachweis konnte die Richtigkeit der räumlichen Messung einwandfrei bestätigt werden. Der Schlackeneinschluß *e* ist von dem Schnitt *XY* in seiner unteren Ausbuchtung getroffen worden, er verläuft dann hinter der Gasblase *d* in dem eingeschweißten Baustoffe nach der Oberfläche der Schweißung zu, konnte aber vor der Erstarrung diese nicht mehr erreichen.

In Abb. 19 sind die Lagen der Mitten der Fehlstellen im Aufriß eingezeichnet. Um die Abbildung nicht zu unübersichtlich zu machen, sind die Meßstrecken der übrigen Lagen nicht eingezeichnet worden. Diese Ermittlung erfolgt in der gleichen Weise. Für den Werkstättenbetrieb wird man natürlich nur diejenigen Messungen vornehmen und aufzeichnen, die für die Bearbeitung des Werkstückes von besonderm Werte sind. Man wird z. B. zu berücksichtigen haben, sofern ein Werkstück überhaupt weiter bearbeitet werden soll (bei der vorliegenden Schweißung würde das natürlich kaum der Fall sein), in welcher Lage eine Bohrung oder eine Zerteilung zweckmäßig eine Fehlstelle räumlich umgehen könnte, wie tief eine Bearbeitung noch vorgenommen werden kann usw. Hier wird die praktische Handhabung des Verfahrens im Laufe der Zeit manche Erleichterung bringen und auch anderseits dazu beitragen, wertvolle Werkstücke, die im Röntgenbilde bei der einfachen Durchleuchtung schon zu Bedenken Anlaß geben, vor dem gänzlichen Ausscheiden zu retten oder sie doch wenigstens einer andern Verwendung zuzuführen. Hier wären solche Untersuchungen z. B. an Wänden von Dampfzylindern zu erwähnen. Zeigt das Röntgenbild Blasen im Guß, dann wird man mittels der Stereovermessung ermitteln, ob die Blasen so tief liegen, daß sie die Bohrung des Zylinders stören würden, oder ob sie, mehr zur äußeren Wandfläche gelegen, ohne störenden Einfluß sind oder dergl.

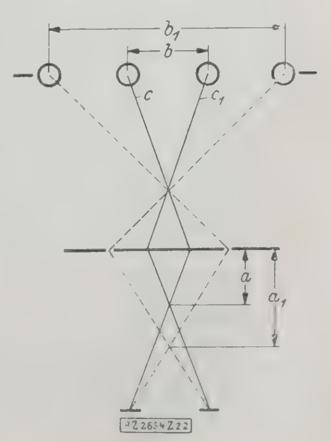


Abb. 22
Zeichnerische Darstellung des Strahlenganges der stereoskopischen Verzerrung (Hyperstereoskopie).
a, a_1 scheinbare Werkstoffdicke
b, b_1 Abstand der Lichtquellen c, c_1

Man kann aber nicht nur die Räumlichkeit des Stereomeßbildes bei objektgleicher Wiedergabe verändern, sondern auch das Meßergebnis selbst einem bestimmten Zwecke entsprechend gesetzmäßig verzerren, d. h. in einem Vielfachen des Tiefenmaßstabes auswerten. Da die Empfindlichkeit der menschlichen stereoskopischen Beobachtungsgabe um rd. fünf Bogensekunden herum liegt, muß in den Fällen, in denen diese Begrenzung zu eng ist, die Meßgenauigkeit durch Vervielfältigung der Aufnahmebasis vergrößert werden, Abb. 22. Macht man den Abstand b der Lichtquellen c, c_1, der in der Zeichenebene den Wert a ergeben würde, gleich b_1, so wird auch in der Zeichenebene die erscheinende Werkstückdicke auf den Wert a_1 vergrößert. Diese Hyper-Stereoskopie wird besonders bei der Untersuchung dünner Stücke anzuwenden sein.

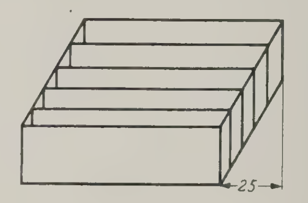
Die Untersuchung dünner Bleche, die Beobachtung aufeinanderliegender Schichten (Blechschichten, mehrfach geschichtet verleimte Sperrholzplatten, Holzpropeller) kann auf diesem Wege erfolgreich weitergeführt werden, indem für die Röntgenaufnahme ein Vielfaches der Aufnahmebasis gegenüber der Vermessung gewählt wird. In diesem Falle würde ein z. B. aus fünf Schichten von je 1 mm Dicke verleimtes Sperrholz mit einer Basis (Abstand der Röntgenröhre bei der ersten Aufnahme von der Stellung der Röntgenröhre bei der zweiten Aufnahme) von 500 mm aufgenommen werden. In dem Stereomeßgerät wird nun die Entfernung der Lichtquellen auf eine Basis von 100 mm eingestellt. Bei der Beobachtung oder Ausmessung ergibt sich alsdann ein Tiefenmaß des ganzen Sperrholzstückes von 25 mm gegenüber der natürlichen Dicke von rd. 5 mm. Hier trennen sich deutlich auseinandergezogen scheinbar je 5 mm dicke Schichten, vergl. die schematische Darstellung, Abb. 23 und 24. Die Genauigkeit der Messung wird hierdurch entsprechend gesteigert und die Beobachtung ganz bedeutend erleichtert[7]).

Schließlich wurde das Meßgerät mit einer wichtigen Einrichtung ausgerüstet, um die Beobachtung und Vermessung umkehren zu können. Ein weiterer Spiegelsatz wurde in dem Betrachtungsaufsatz so eingebaut, daß derselbe willkürlich in den Strahlengang so hineingeschoben werden kann, daß der Strahlengang in seiner doppelten Knickung in der Knickrichtung durch die eingeschobenen Spiegel einmal umgekehrt wird. Dabei ist erreicht, daß z. B. eine Zylinderwand von ihrer konkaven und von ihrer konvexen Seite, und zwar rasch hintereinander beobachtet werden kann, um etwaigen Irrtümern und Beobachtungsfehlern vorzubeugen. Das Meßergebnis und das Meßbild selbst werden natürlich von dieser Veränderung in der Betrachtung nicht beeinflußt.

Die Untersuchungsergebnisse konnten bisher nur auf die Grobgefüge ausgedehnt werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, Feingefügeaufnahmen stereoskopisch auszuwerten. Auch Lauediagramme, Texturaufnahmen, Drehkristalldiagramme und Debye-Scherrer-Aufnahmen können stereoskopisch aufgenommen und räumlich ausgemessen werden. Diese Arbeiten sind aber erst begonnen worden, so daß über die Genauigkeit solcher Messung noch kein abschließendes Urteil gefällt werden kann[8]). An dieser Stelle wird hierüber noch zu berichten sein.

Dieses für die Werkstoffprüfung außerordentlich wichtige Verfahren bedarf noch einer eingehenden Bearbeitung, da sich seine Anwendungsmöglichkeiten noch nicht übersehen lassen. Nach den bisherigen Arbeiten läßt sich zusammenfassend folgendes sagen:

1. Es bietet sich die Möglichkeit, ein in allen Teilen meßbares Röntgenbild zu erhalten,
2. durch die subjektive Beobachtung des Raumbildes kann die Beurteilung der Beschaffenheit eines Werkstoffes nach dem Röntgenflächenbild wirksam unterstützt werden,
3. es bietet sich die Möglichkeit, die subjektiven Wahrnehmungen bei der Betrachtung des Röntgenraumbildes sofort zeichnerisch festzulegen,



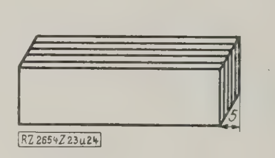


Abb. 23 und 24 Zeichnerische Darstellung d Wirkungsweise der stereosk pischen Verzerrung (Hyp stereoskopie) bei der Prüfu geschichteter Werkstoffe, z. verleimter Sperrholzplatten

4. die räumlichen Aufzeichnungen können im Werkstättenbetrieb praktisch ausgewertet werden,
5. sämtliche Messungen können am fertigen Stück ohne Veränderung oder Zerstörung desselben vorgenommen werden.
6. die Aufnahmetechnik erfordert keine besondere Vorbereitungen und kann in gleicher einfache Weise wie die gewöhnlichen Röntgenaufnahmen an Werkstoffen ausgeführt werden,
7. die Meßtechnik ist einfach zu handhaben und bedarf keiner besondern Vorkenntnisse der stereoskopischen Meßverfahren.

Zusammenfassung

Das densographische und das stereometrometrische Verfahren können in entsprechender Vereinigung bei der Ermittlung von Fehlstellen innerhalb von Werkstoffen auch am fertigen Stück ohne Zerstörung desselben erfolgreich angewendet werden. Die Grobgefügeuntersuchung wird auf diese Weise an Verläßlichkeit gewinnen, da die bisher erhaltenen Flächenbilder bei der Röntgendurchstrahlung auch räumlich erfaßt und ausgewertet werden können. In allen mit Röntgenstrahlen durchdringbaren Werkstücken lassen sich feststellen:

1. die Lage und Ausdehnung von Fehlstellen, hervorgerufen durch Blasen, Risse, Fremdkörper usw.
2. die Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Werkstoffe hinsichtlich Dicke und Dichte, Schichtungen usw.,
3. die Ausmessung der genannten Fehler und Verschiedenheiten in den Werkstoffen nach ihrer Lage und Ausdehnung.

Die Feingefügeuntersuchung wird aus dem stereometrometrischen Verfahren Nutzen ziehen können. Diese Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

Der Zweck der vorliegenden Arbeiten zunächst auf dem Gebiete der Grobgefügeuntersuchung ist die Ausbildung eines betriebsmäßig auch in den Werkstätten verwendbaren Verfahrens, das mit einem einfach zu handhabenden Gerät leicht und schnell ausgeführt werden kann. [B 2654]

[7]) Die Versuchsstücke wurden uns von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V., Berlin-Adlershof, in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

[8]) In Zusammenarbeit mit Professor *Schiebold*, Leipzig.

Martin Kubierschky †

Am 11. Mai 1929, wenige Monate nach seinem 60. Geburtstage, verschied plötzlich auf einer Dienstreise in Rio de Janeiro infolge eines Herzschlages *Martin Kubierschky*, der Generaldirektor der Firma Mix & Genest, A.-G.

Der Verstorbene war nach Vollendung seiner Studien an den Technischen Hochschulen in Charlottenburg und München zunächst als Ingenieur für Eisenbahnbauten tätig. Aus dieser Zeit stammen verschiedene Erfindungen, die im elektrischen Eisenbahnbetriebe weite Verbreitung gefunden haben und heute noch verwendet werden. In den Jahren 1909 bis 1911 war er Vizepräsident der United Railways Investment Comp. Bereits im Jahre 1901 war *Kubierschky* in Amerika, um dort die technische Bedeutung und den wirtschaftlichen Wert des im Entstehen begriffenen selbsttätigen Fernsprechens zu prüfen. Der Erfolg dieser Reise war der Ankauf der sogenannten *Strowger*-Patente für Deutschland, wodurch der Grundstein der heutigen Fernsprechtechnik mit Selbstanschluß gelegt worden ist. Im Jahre 1912 wurde er in den Vorstand der Firma Mix & Genest, A.-G. berufen. [P 3091] *Be. Ws.*

Wassermessung mit scharfkantigen Überfallwehren

Von TH. REHBOCK, Karlsruhe

Für die Wassermessung und die Regelung des Wasserzuflusses bei Modellversuchen auf dem Gebiete des Wasserbaus eignen sich besonders lotrechte Plattenwehre mit scharfer waagerechter Überfallkante und vollgelüftetem Strahl. Zur genauen Bestimmung der Abflußmengen aus der Wehrlänge, Wehrhöhe und Überfallhöhe ist eine zuverlässige Formel erforderlich.

Der Verfasser zeigt durch den Vergleich mit 280 in den letzten Jahren von hervorragenden Forschern veröffentlichten Wehreichungen, daß die von ihm in den Jahren 1911 bis 1913 aufgestellten Abflußformeln allen Forderungen an Zuverlässigkeit und Genauigkeit genügen. Er bringt sodann eine neue Abflußformel (1929), die den ältesten Formeln an Genauigkeit nicht nachsteht, sich aber vor diesen durch einen einfacheren, leichter bestimmbaren und dimensionsrichtigen Beiwert auszeichnet.

Allgemeines

ie Wassermessung dient entweder dazu, die Größe des Abflusses in einem gegebenen Wasserstrom zu immen, oder aber die Zuflußmenge zu regeln. letztere Meßart kommt namentlich in den wasserbau-n Versuchsanstalten häufig vor, wenn den maßstäblich estellten Modellen die richtigen, aus dem Naturzufluß Hilfe des hydraulischen Ähnlichkeitsgesetzes berech-n Wassermengen zugeleitet werden müssen.

Für diese Regelung gibt es kein besseres Verfahren die Wassermessung mit Überfallwehren, die es ge-et, den gewünschten Zufluß in wenigen Minuten genau ustellen und dann auch beliebig lang zu erhalten.

Es empfiehlt sich, das Meßwehr zwischen den paral-Seitenwandungen der Zulaufrinne in der Länge vollen Rinnenbreite einzubauen, um dadurch die iche Zusammenziehung des Wasserstromes vor dem re zu verhüten. Dadurch wird der Vorteil erreicht, die Abflußmenge bei gleicher Überfallhöhe ver-nisgleich der Wehrlänge (Rinnenbreite) anwächst. s ist bei Wehren, die zwischen parallelen Wänden ebaut sind, sehr genau der Fall, da der Einfluß der dreibung verschwindend klein ist und bei glatten ien Wandungen nach Karlsruher Vergleichsmessun-praktisch nicht ins Gewicht fällt.

Als Meßwehr ist das lotrechte Plattenwehr mit waage-ter, scharfer Überfallkante und vollgelüftetem iem Strahl allen andern Wehrformen über-n, weil es leicht genau hergestellt werden kann, weil überfallende Wassermenge durch die Wandrauhigkeit Wehrplatte bei ebener Ausbildung nicht merk-beeinflußt wird und weil für keine andre Wehr-n gleich zuverlässige Abflußformeln vorliegen. Die Stetigkeit des Abflusses ist nach meinen Erfahrun-bei den scharfkantigen Wehren durchaus gewähr-et, wenn die Lüftung des Raumes unter dem fallenden hl unter allen Umständen ausreicht.

Das Auftreten von angefachten Schwingungen im rwasser, die bei bestimmten Abmessungen der rwasserrinne, namentlich bei kleinen Überfall- und ien Absturzhöhen, gelegentlich beobachtet werden, e durch geeignete Einbauten unterbunden werden, da die Schwingungen infolge der eintretenden Schwan-gen in der Lüftung und der dadurch hervorgerufenen delungen des Strahles trotz des schießenden Ab-es ins Oberwasser hinein fortsetzen können. Wenn e im Oberwasser nur noch in geringer Höhe auf-nden Wasserspiegelschwankungen bei der kurzen ingungsdauer auch die mittlere Wasserspiegellage n merklich beeinflussen können, so sind sie doch wünscht, weil sie die genaue Einstellung der Meß-te erschweren.

Entgegen den abweichenden Ansichten, die auf Grund Messungen *Hailers* in München[1]) in letzter Zeit gelegentlich geäußert wurden, vollzieht sich der Abfluß (abgesehen von den erwähnten unwesentlichen und leicht zu beseitigenden Störungen) auch bei den lotrechten Plattenwehren streng gesetzmäßig.

Dies wurde aus vielen Tausenden von Abflußmessungen festgestellt, die bei Wehranlagen der verschiedensten Form im Karlsruher Flußbaulaboratorium vorgenommen worden sind, und wird bestätigt durch Hunderte von Eichergebnissen über den Abfluß über scharfkantige Meßwehre, die von zahlreichen Forschern auf dem Gebiete des wasserbaulichen Versuchswesens, wie *Schoder* und *Turner* (Ithaca), *Engels* (Dresden), *Koch* (Darmstadt), *Lindquist* (Stockholm), *Schaffernak* (Wien), *Thysse* (Delft) und vom Eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft in Bern herrühren und alle mit den Karlsruher Messungen gut übereinstimmen. Diese genaue Übereinstimmung so vieler Meßergebnisse zwingt zu dem Schluß, daß die in den einzelnen Meßreihen bei der gleichen Meßanlage von *Hailer* gefundenen starken Schwankungen des Abflusses bei den gleichen Überfallhöhen um mehrere Hundertstel auf Störungen bei der Eichung zurückzuführen sind. Die genaue Übereinstimmung so vieler, in verschiedenen Versuchsanlagen gewonnener Meßergebnisse läßt auch darauf schließen, daß weder der Temperatur des Wassers noch der Geschwindigkeitsverteilung des Wassers im Zulaufgerinne bei Meßanlagen zweckmäßiger Ausbildung ein wesentlicher Einfluß auf das Meßergebnis zugesprochen werden darf.

Einfluß der Temperatur und Geschwindigkeitsverteilung

Daß die Temperatur des Wassers innerhalb der praktisch in Frage kommenden Grenzen keinen nennenswerten Einfluß auf das Meßergebnis ausübt, wurde durch Vergleichseichungen des gleichen Wehres im Karlsruher Flußbaulaboratorium bei Wassertemperaturen von 7° und von 19 °C nachgewiesen.

Auch die Geschwindigkeitsverteilung im Meßgerinne übt bei zweckmäßig gebauten Meßanlagen keinen wesentlichen Einfluß auf das Meßergebnis aus. Ein solcher Einfluß tritt nur dann auf, wenn durch eine allzu kurze Zulaufrinne, durch stark unsymmetrische Wasserzuleitung oder durch den Einbau unzweckmäßig angebrachter Führungen des Wassers der Abfluß künstlich in einzelnen Teilen des Rinnenquerschnittes zusammengedrängt wird. Der Einfluß der Geschwindigkeitsverteilung kann jedenfalls immer dann vernachlässigt werden, wenn die Überfallhöhen kleiner als sechs Zehntel der Wehrhöhe sind und wenn die Höchstgeschwindigkeiten im Zulaufgerinne zum Wehr an der Meßstelle die Kleinstgeschwindigkeiten um nicht mehr als 80 vH übersteigen. Denn innerhalb dieser Grenzen weichen die Schwankungen in der Abflußmenge bei der gleichen Überfallhöhe vom Mittelwert im allgemeinen nur um weniger als 0,2 vH ab, so daß sie auch bei genauen Abflußmessungen vernachlässigt werden können.

Die im toten Wasser im Raum oberhalb des Wehres dicht über der Sohle auftretenden ungesetzmäßigen Strömungsvorgänge, wie sie in nahezu stillstehendem Wasser stets beobachtet werden, können nach meiner Ansicht den Abfluß des Wassers über das Wehr nicht meßbar beeinflussen, weil dazu die hier auftretenden Geschwindigkeiten und infolgedessen auch die im Wasser enthaltenen kinetischen Energiemengen viel zu klein sind.

Die Wehreichung

Schwierig gestaltet sich bei der Wassermessung mit Meßwehren allein die Eichung, weil bei dieser die mühsame und nicht ganz einfache Bestimmung der Größe des Abflusses durch ein anderes Meßverfahren nötig ist. Eine solche Eichung ist aber nur ein einziges Mal erforderlich. Sie wird entbehrlich, wenn eine zuverlässige Abflußformel vorliegt.

[1]) Vergl. *R. Hailer*: „Fehlerquellen bei der Überfallmessung". Mit-gen des hydraulischen Institutes der Techn. Hochschule München, 2; München 1928, R. Oldenbourg.

Ist aber die Eichung eines Meßwehres einmal durchgeführt, oder liegt eine vertrauenswürdige Formel vor, die die Abhängigkeit der Abflußmenge Q, der Wehrhöhe p, der Wehrlänge l und der Überfallhöhe h_0 voneinander festlegt, Abb. 1, so ist die Ausführung der einzelnen Wassermessungen äußerst einfach. Sie beschränkt sich nach einmaliger Messung der Wehrhöhe p und der Wehrlänge l auf die jeweilige Bestimmung der Überfallhöhe h_0, die in genügender Entfernung e von der Stauwand des Wehres (etwa $e = 4\,h_{0_{\max}}$ oder $e = 2\,[p + h_{0_{\max}}]$) auszuführen ist, und alsdann auf die Entnahme der Abflußmenge, die der gemessenen Überfallhöhe entspricht, aus einer Zahlentafel, einer Eichkurve oder aus einer Formel. Eine solche Messung läßt sich in einer einzigen Minute vornehmen und in einer weiteren auswerten.

In Versuchsanstalten wird bei diesen Messungen bei guten Versuchsanlagen, genauen Meßgeräten und nicht allzu großen Abflußmengen die Überfallhöhe h_0 unschwer auf $^1/_{10}$ mm genau bestimmt.

Die Grundlage einer genauen Wassermessung ist nach den vorstehenden Ausführungen eine zuverlässige Abflußformel, die eine stets schwierige und zeitraubende Eichung unnötig macht und es ermöglicht, aus den durch Messung bestimmten Werten p, l und h_0 die Abflußmenge Q in bequemer Weise zu bestimmen.

Die Gestaltung der Wehrkrone übt bei den scharfkantigen Plattenwehren auf das Ergebnis der Messungen keinen Einfluß aus, wenn nur die Stauwand eben, glatt und oben durch eine schmale waagerechte Fläche begrenzt ist, die sich scharfkantig an die Stauwand anschließt, und wenn die Wehrplatte nicht so dick ist, daß sie die freie Ausbildung des Strahles behindert.

Die gebräuchlichen Abflußformeln für scharfkantige Überfallwehre bei freiem vollgelüftetem Strahl

Fast alle bisher verwandten Abflußformeln gehen aus von der Grundformel von *Poleni* (1767)

$$Q = {}^2/_3\,\mu_0 \sqrt{2\,g}\; l\, h_0^{3/2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1),$$

die für die Wehre ohne Seitenzusammenziehung des Wasserstroms, bei denen

$$Q = q\,l \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

gesetzt werden kann, sich noch vereinfachen läßt zu:

$$q = {}^2/_3\,\mu_0 \sqrt{2\,g}\; h_0^{3/2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3),$$

wobei q den Abfluß auf 1 m Wehrlänge bedeutet.

Wird die Fallbeschleunigung $g = 9{,}81$ m/s² gesetzt, so geht diese Formel über in die nur für Metermaß gültige Formel

$$q = 2{,}953\,\mu_0\, h_0^{3/2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

für die der Wert μ_0, der alle Fehler und Ungenauigkeiten bei der Ableitung der *Polenischen* Formel auszugleichen hat, zu bestimmen bleibt.

Um den Einfluß der Zulaufgeschwindigkeit zu berücksichtigen, wurde von *Weißbach* (1841) dem μ_0-Wert die Form

$$\mu_0 = \mu \left[1 + a \left(\frac{h_0}{p + h_0}\right)^2\right] \quad \ldots \ldots \ldots \quad (5)$$

gegeben, in der μ den Grenzabflußbeiwert für ein unendlich hoch gedachtes Wehr ($p = \infty$) bedeutet.

Bazin, Freese und der *Schweizerische Ingenieur- und Architekten-Verein* bestimmten auf Grund des von *Weisbach* vorgeschlagenen Aufbaues den Abflußbeiwert μ_0 in der *Polenischen* Grundformel (1) und in Formel (4), wie folgt:

Formel *Bazin* (1888):

$$\mu_0 = \left(0{,}6075 + \frac{0{,}0045}{h_0}\right)\left[1 + 0{,}55\left(\frac{h_0}{p + h_0}\right)^2\right] \quad . . \quad (6),$$

Formel *Freese* (1890):

$$\mu_0 = \left(0{,}615 + \frac{0{,}0021}{h_0}\right)\left[1 + 0{,}55\left(\frac{h_0}{p + h_0}\right)^2\right] \quad . . \quad (7),$$

Formel des *Schweizerischen Ingenieur- und Architekten Vereins* (1924):

$$\mu_0 = 0{,}615\left(1 + \frac{1}{1000\,h_0 + 1{,}6}\right)\left[1 + 0{,}5\left(\frac{h_0}{p + h_0}\right)^2\right]. \quad (8).$$

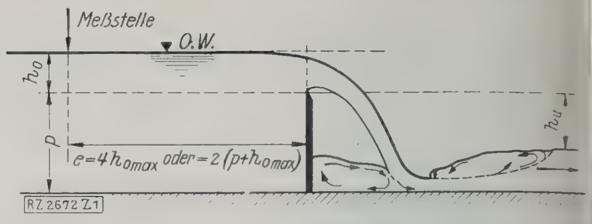


Abb. 1. Schnitt durch ein scharfkantiges lotrechtes Meßwehr mit waagerechter Überfallkante.

Auch ich habe mich lange bemüht, auf Grund des *Weisbachschen* Aufbaues des μ_0-Wertes eine zuverlässige Abflußformel zu finden. Diese Versuche schlugen aber fehl und führten zur Aufstellung einer von der *Weisbachschen* abweichenden, einfacheren Zusammensetzung des μ_0-Wertes in der Form

$$\mu_0 = \mu + a\,\frac{h_0}{p} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (9)$$

Für diese Form des μ_0-Wertes habe ich in den Jahren 1911, 1912 und 1913 drei verschiedene Formeln für den Abflußbeiwert μ_0 in der *Polenischen* Grundformel aufgestellt. Von diesen, unter Abb. 5 angegebenen Formeln, deren Ergebnisse sich nur um wenige Tausendstel voneinander unterscheiden, ist die Formel *Rehbock* (1913)

$$\mu_0 = 0{,}605 + \frac{1}{1000\,h_0} + 0{,}08\,\frac{h_0}{p} \quad \ldots \quad (10)$$

die einfachste und nach neueren Untersuchungen auch wohl die genaueste. Ihr haftet jedoch ebenso wie den Formeln (6) bis (8) der Nachteil an, daß sie nicht dimensionsrichtig ist und daher nicht für alle Maßsysteme ohne weiteres benutzt werden kann und daß sie dem Ähnlichkeitsgesetz nicht genügt. Sie hat ferner, wie alle aus der *Polenischen* Grundformel abgeleiteten Abflußformeln, den Nachteil, daß die Beiwerte μ_0 für verschiedene Wehrhöhen p bei Auftragung nach der Überfallhöhe h_0 eine Hyperbelschar bilden (s. Abb. 5), was die Auswertung der Beobachtungen in Formeln erschwert.

Neue Abschlußformel mit linearem Beiwert

Um den zuletzt genannten Übelstand zu beseitigen, habe ich in neuester Zeit, angeregt durch meine Mitarbeiter im Deutschen Hydraulik-Ausschuß, eine von der *Polenischen* Grundformel etwas abweichende neue Grundformel aufgestellt, indem ich für die tatsächliche Überfallhöhe h_0 die „Ersatzüberfallhöhe“ h_e eingeführt habe, die die Größe

$$h_e = h_0 + 0{,}0011\ \mathrm{m} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (11)$$

hat. Diese Ersatzüberfallhöhe h_e kann unmittelbar am Maßstab der Meßstelle abgelesen werden, wenn der Nullpunkt des Maßstabes auf 1,1 mm unter die Wehrschneidenhöhe eingestellt wird. Durch die Einführung von h_e geht die *Polenische* Grundformel über in die neue Grundformel *Rehbock* (1928):

$$q = 2{,}953\,\underline{\mu_0}\,h_e^{3/2} = \varrho_0\,h_e^{3/2} \quad \ldots \ldots \quad (12)$$

Diese Formel hat den Vorteil, daß das nicht dimensionsrichtige Glied μ_0 der *Polenischen* Grundform in einen dimensionsrichtigen Beiwert $\underline{\mu_0}$ bzw. ϱ_0 übergeht und daß ferner diese beiden Beiwerte bei Auftragung nach der Ersatzüberfallhöhe h_e für jede Wehrhöhe p eine gerade Linie und für Wehre verschiedener Höhe ein Strahlenbüschel bilden. Denn die Beiwerte $\underline{\mu_0}$ und ϱ_0 nehmen nach dem Ergebnis der Beobachtungen für jede Wehrhöhe p die lineare Form

$$\underline{\mu_0} = a' + b'\,\frac{h_e}{p} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (13)$$

und

$$\varrho_0 = a + b\,\frac{h_e}{p} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (14)$$

an.

Die Werte a' und b' sowie a und b müssen aus den ..chwerten so bestimmt werden, daß das Mittel der Ab..eichungen der Meßwerte von den Formelwerten, d. h. .. Werte

$$\Delta\,\mu_0 = \frac{q}{2{,}953\,h_e^{3/2}} - \left(a' + b'\,\frac{h_e}{p}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

..

$$\Delta\,\varrho_0 = \frac{q}{h_e^{3/2}} - \left(a + b\,\frac{h_e}{p}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

..glichst klein werden.

Die Konstanten a' und b' sowie a und b können auf ..chnerischem Weg oder auch analytisch nach der ..thode der kleinsten Quadrate bestimmt werden. Ich habe .. unter Verwendung der in Karlsruhe ausgeführten ..chungen und weiterer 280 fremder Messungen auf zeich..ischem Wege ermittelt und erhielt die Größen

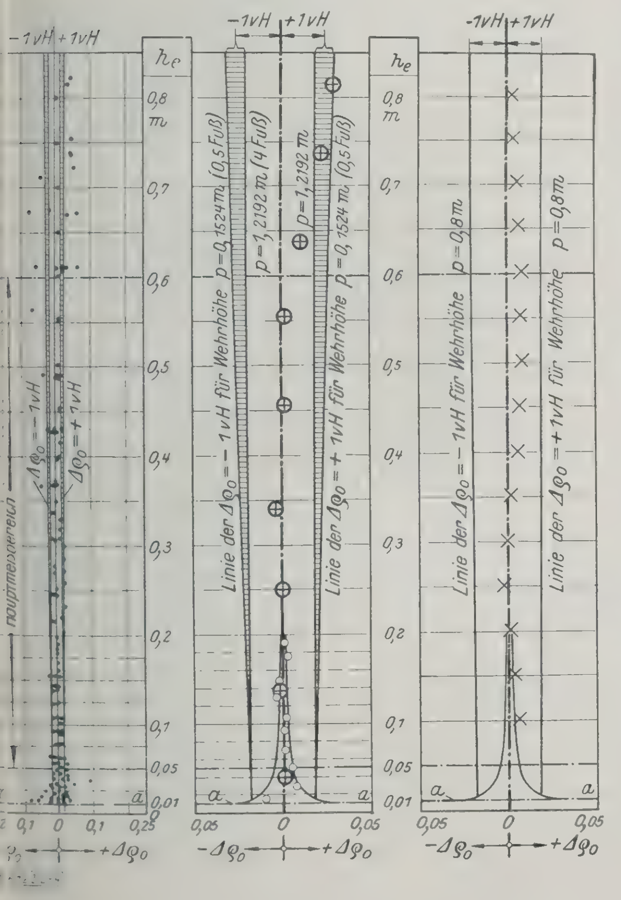
$a' = 0{,}6035$, $b' = 0{,}0813$, $a = 1{,}782$ und $b = 0{,}240$.

Diese Werte in Gl. (12) eingesetzt, ergeben die neuen ..flußformeln *Rehbock* (1929):

$$q = 2{,}953\left(0{,}6035 + 0{,}0813\,\frac{h_e}{p}\right) h_e^{3/2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

..

$$q = \left(1{,}782 + 0{,}24\,\frac{h_e}{p}\right) h_e^{3/2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18).$$



..b. 2. Abweichungen ..ntlicher 280 zum ..gleich herange..enen Messungen .. den Formellinien.

Abb. 3. Zusammenfassung der Meßwerte in Gruppen von 10 zu 10 und 2 zu 2 cm.

Abb. 4. Abweichungen der Messungen des Eidgen. Amts für Wasserwirtschaft an einem Wehr von 0,8 m Höhe.

a–a = Grenze des freien Strahles.

Abb. 2 bis 4

..rstellung der Abweichungen $\Delta\,\varrho_0$ der Meßwerte von den berechneten Werten der Formel Rehbock 1929:

$$Q = \varrho_0\, l\, h_e^{3/2} = \left(1{,}782 + 0{,}24\,\frac{h_e}{p}\right) l\, h_e^{3/2};$$

..rin

$$.. = h_0 + 0{,}0011\text{ m},\quad \Delta\,\varrho_0 = \left[\frac{q}{h_e^{3/2}} - \left(1{,}782 + 0{,}24\,\frac{h_e}{p}\right)\right],\quad Q = q\,l.$$

Von diesen Formeln ist Gl. (18) die bequemere. Sie soll daher weiterhin allein verwendet werden. Zur Bestimmung der Festwerte dieser Formel genügen schon zwei zuverlässige Messungen, die an dem gleichen Wehr oder aber auch an zwei Wehren verschiedener Höhe ausgeführt sein können. Sie ergeben die Werte q_1, p_1, h_1 und q_2, p_2 und h_2, aus denen sich a und b berechnen lassen zu:

$$a = \frac{q_1\, p_1\, h_2^{5/2} - q_2\, p_2\, h_1^{5/2}}{p_1\, h_1^{3/2}\, h_2^{5/2} - p_2\, h_1^{5/2}\, h_2^{3/2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19),$$

$$b = p_1\, p_2\, \frac{q_1\, h_2^{3/2} - q_2\, h_1^{3/2}}{p_2\, h_1^{5/2}\, h_2^{3/2} - p_1\, h_1^{3/2}\, h_2^{5/2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20).$$

Nachprüfungen der neuen Formel auf zeichnerischem Wege

Um zu zeigen, daß der Wert

$$\varrho_0 = 1{,}782 + 0{,}24\,\frac{h_e}{p} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

für alle Wehr- und Überfallhöhen mit den in der neueren Literatur angegebenen Eichwerten gut übereinstimmt, wurden in Abb. 2 die nach der Formel

$$\Delta\,\varrho_0 = \frac{q}{h_e^{3/2}} - 1{,}782 - 0{,}24\,\frac{h_e}{p} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

berechneten Abweichungen der Meßwerte von der Formel von einer Lotrechten als Nullinie aus, nach den Ersatzüberfallhöhen h_e als Ordinaten geordnet, aufgetragen. Abb. 2 läßt erkennen, daß sich die 280 Punkte, die das Ergebnis aller mir zugänglichen fremden Eichungen[2]) an Wehren bis 1,25 m Höhe gegenüber den Werten der Formel (21) festlegen, sehr nahe bei der Nullinie liegen und von ihr namentlich bei den mittleren Überfallhöhen nur wenig abweichen.

Um die Größe der Abweichungen der Meßpunkte von den Formelwerten richtig beurteilen zu können, sind in Abb. 2 zwei schmale schraffierte Flächen eingezeichnet, in die alle diejenigen Meßpunkte hineinfallen, die von den Formelwerten um ± 1,0 vH abweichen. Alle zwischen den beiden Flächen liegenden Meßpunkte weichen von dem zugehörigen Formelwert um weniger als ± 1,0 vH ab. Die äußeren Begrenzungen der beiden schraffierten Flächen legen die Fehlergrenze von ± 1 vH für das niedrigste untersuchte Wehr von 0,1524 m (½ Fuß) Höhe, die inneren Grenzen die gleichen Fehlergrenzen für das höchste zum Vergleich herangezogene Wehr von 1,2192 m (4 Fuß) Höhe fest.

Aus der Lage dieser beiden Flächen ist zu ersehen, daß die Abweichungen der Meßpunkte von den Formelwerten im allgemeinen ganz erheblich unter 1 vH liegen. Von den 161 Meßpunkten, die in den gewöhnlich verwendeten Meßbereich der Überfallhöhen zwischen 0,05 m und 0,60 m fallen, zeigen 15 oder 9,3 vH dieser Meßpunkte Abweichungen von mehr als ± 1 vH. Nur ein einziger dieser 161 einzelnen Meßpunkte zeigt eine größere Abweichung als 1,6 vH. Bei den Meßpunkten für Überfallhöhen unter 0,05 m ist die Streuung der Meßpunkte wegen des stärkeren Einflusses kleiner Meßfehler bei Bestimmung der nur kleinen Überfallhöhen größer, ebenso bei den nur selten vorkommenden ganz großen Überfallhöhen, bei denen die Lüftung und die volumetrische Messung Schwierigkeiten bereitet.

Um die Genauigkeit der Übereinstimmung der Formelwerte mit den Meßwerten noch besser zu zeigen, sind in Abb. 3 alle Meßpunkte, die zwischen bestimmten Grenzen der Überfallhöhen liegen, in einem in ihrem Schwerpunkt liegenden Punkt zusammengefaßt worden. In dem Gebiet mit Überfallhöhen unter 0,20 m,

[2]) *Fr. Schaffernak* in Wien an einem 0,56 m hohen Wehr (17 Vergleichswerte); veröffentlicht in den Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, 1. Folge 1915. — *Erik G. W. Lindquist* in Stockholm an einem 0, 50 m hohen Wehr in den Jahren 1925 und 1926 (Handschriftliche Mitteilung des Ergebnisses an den Verfasser vom 3. April 1926). (10 Vergleichswerte). — Das *Eidgenöss. Amt für Wasserwirtschaft* in Bern an einem 0,8 m hohen Wehr im Kraftwerk Amsteg (Mitteilungen des Amtes für Wasserwirtschaft Nr. 18, Bern 1926). (15 Vergleichswerte) — *Ernest W. Schoder und Kenneth B. Turner* an der Cornell-Universität in Ithaka (N. Y.) an Wehren von 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 und 4,0 Fuß Höhe. (213 Vergleichswerte). (Proceedings of the American Soc. of Civil Eng. August 1927). — Diese 280 Vergleichswerte erstrecken sich auf 0,1524 m bis 1,2192 m Wehrhöhe und 0,0104 m bis 0,8226 m Überfallhöhe

Zahlentafel 1
Abweichungen der von 2 zu 2 cm zusammengefaßten Meßwerte für Ersatzüberfallhöhen unter $h_e = 0{,}2$ m von den entsprechenden Formelwerten

Nr.	untere Grenze	obere Grenze	Mittlere Abweichungen der Meßwerte von den Formelwerten
	der Ersatzüberfallhöhen h_e m		vH
1	0,01	0,02	— 0,54
2	0,02	0,04	+ 0,42
3	0,04	0,06	+ 0,28
4	0,06	0,08	+ 0,07
5	0,08	0,10	+ 0,04
6	0,10	0,12	+ 0,10
7	0,12	0,14	— 0,21
8	0,14	0,16	— 0,11
9	0,16	0,18	+ 0,15
10	0,18	0,20	+ 0,04
1 bis 10	Absolutes Mittel d. Abweichungen		0,20

Zahlentafel 2
Abweichungen der von 10 zu 10 cm zusammengefaßten Meßwerte für Ersatzüberfallhöhen bis $h_e = 0{,}6$ m von den entsprechenden Formelwerten

Nr.	untere Grenze	obere Grenze	Mittlere Abweichungen der Meßwerte von den Formelwerten
	der Ersatzüberfallhöhen h_e m		vH
1	0,01	0,10	+ 0,06
2	0,10	0,20	— 0,09
3	0,20	0,30	+ 0,01
4	0,30	0,40	— 0,18
5	0,40	0,50	+ 0,08
6	0,50	0,60	+ 0,09
1 bis 6	Absolutes Mittel d. Abweichungen		0,08

für das sehr zahlreiche Eichungen vorliegen, sind die Grenzen der zusammengefaßten Zonen von 2 zu 2 cm, bei Überfallhöhen über 0,20 m aber in Abständen von 10 zu 10 cm gewählt worden.

Die Mittelwerte der Meßpunkte in den nur 2 cm hohen Zonen sind durch kleine Kreise, die der 10 cm hohen Zonen aber durch große Kreise kenntlich gemacht worden. Auch für das in 2 cm hohe Streifen aufgeteilte Gebiet ist gleichfalls der Schwerpunkt der Meßpunkte in den beiden 10 cm hohen Zonen bestimmt, und durch große Kreise bezeichnet worden.

Diese Abbildung, in die wieder die Flächen der Abweichungen für 1 vH der Formelwerte eingetragen sind, läßt erkennen, daß die Nullinie bis zur Überfallhöhe von 0,6 m sehr genau durch die Schwerpunkte der Meßwerte in den einzelnen Zonen hindurchgeht. Die Abweichungen der Meßschwerpunkte von den Formelwerten sind in Zahlentafel 1 und 2 zusammengestellt. Die absoluten Mittel betragen hiernach nur rd. zwei und ein Tausendstel der Formelwerte. Sie lassen vor allem auf die Stetigkeit der Abflußerscheinungen schließen, denn ohne diese wäre eine so weitgehende Übereinstimmung der Meßwerte mit den Formelwerten unmöglich.

Die beiden im unteren Teil der Abb. 3 noch eingezeichneten, nach oben stark zusammenlaufenden Kurven geben an, wie große Werte $\Delta \varrho_0$ entständen, wenn bei genau bestimmten Wehrhöhen, Wehrlängen und Abflußmengen die Ersatzüberfallhöhen um 0,1 mm zu groß oder zu klein bestimmt wären. Aus dem Umstand, daß die Meßpunkte fast restlos zwischen diesen beiden Kurven liegen, kann gleichfalls auf den hohen Genauigkeitsgrad der ausgeführten Eichungen und auf die Zuverlässigkeit der Formeln (17) bzw. (18) geschlossen werden.

Die erheblich größeren Abweichungen der Meßpunkte für die äußerst selten vorkommenden Überfallhöhen über 0,6 m von der Formellinie sind auf die aller Wahrscheinlichkeit nach für diese Überfallhöhen zu großen Eichwerte bei den Messungen von *Schoder* und *Turner* zurückzuführen, die sich aus der Art der Wasserzuleitung und der ungenügenden Größe des Eichbehälters erklären.

Gegen einen plötzlichen Knick in der ϱ_0-Linie bei Überfallhöhen von etwa 0,6 m Höhe sprechen sowohl das Ähnlichkeitsgesetz, als auch die Messungen des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft in Amsteg, die wohl als die zuverlässigsten Messungen an scharfkantigen Überfallwehren bei großen Überfallhöhen betrachtet werden können, da sie durch drei verschiedene Meßverfahren überprüft worden sind.

Die in Abb. 4 eingetragenen $\Delta \varrho_0$-Werte für die A steger Messungen zeigen das aus Abb. 3 hervorgehe schnelle Anwachsen der $\Delta \varrho_0$-Werte für Überfallhö über 0,6 m nicht. Im Gegenteil lassen die Amste $\Delta \varrho_0$-Werte, die für $h_0 = 0{,}50$ m den Höchstwert der weichung vom Formelwert mit 0,47 vH erreichen, größere Überfallhöhe eine langsame Abnahme der Δ Werte erkennen, da die Abweichung $\Delta \varrho_0$ für $h_0 = 0{,}8$ nur noch 0,20 vH beträgt, und bei geradlinigem Verl der $\Delta \varrho_0$-Linie etwa bei $h_0 = 1{,}0$ m ganz verschwin würde. Durch die Amsteger Messungen wird daher Ansicht gestützt, daß die Messungen von *Schoder* u *Turner* für sehr große Überfallhöhen etwas zu gr Abflußmengen liefern.

Wegen des Vertrauens, das die Messungen des E genössischen Amtes für Wasserwirtschaft in Amsteg der Sorgfalt ihrer Ausführung und bei den verschieden angewandten Kontrollverfahren verdienen, ist das E gebnis dieser Messungen in Zahlentafel 3 d Werten meiner Formeln und denjenigen des Schwei Ingenieur- und Architekten-Vereines gegenübergest worden, wobei die Mittelwerte der in Tafel 26 der V öffentlichung des Amtes für Wasserwirtschaft[3]) gegebenen beiden Reihen von μ_0-Werten (Valeurs ré les) zugrunde gelegt wurden.

Zahlentafel 3
Mittlere Abweichungen der 15 vom Eidg nössischen Amt für Wasserwirtschaft b stimmten μ_0'-Werte von den μ_0-Werten na den verschiedenen Formeln

Formel	Arithmetisches Mittel der Abweichungen		Mittel der absolute Abweichungen	
	$\Delta \mu_0 = \mu_0' - \mu_0$	$\Delta \mu_0$ in vH von μ_0 vH	$\Delta \mu_0 = \mu_0' - \mu_0$	$\Delta \mu_0$ in von μ vH
Rehbock 1911 . .	— 0,0004	— 0,06	0,0009	0,14
„ 1912 . .	+ 0,0013	+ 0,20	0,0016	0,25
„ 1913 . .	+ 0,0012	+ 0,18	0,0016	0,24
„ 1929 . .	+ 0,0017	+ 0,26	0,0018	0,27
Schweiz. Ing. und Arch. Ver. 1924 .	— 0,0025	— 0,37	0,0026	0,39

Bei meiner neuen Formel (18) mußten für dies Vergleich die ϱ_0-Werte auf μ_0-Werte in der *Polenisch* Formel umgerechnet werden.

Die Zahlentafel läßt die gute Übereinstimmung all meiner Formeln mit den Meßwerten des Eidgenössisch Amtes für Wasserwirtschaft erkennen. Die Mittelwe der absoluten Abweichungen betragen 0,14 bis 0,27 v Bei der Formel des Schweizer Ingenieur- und Archite ten-Vereins beträgt der Mittelwert der Abweichung 0,39 vH.

Daß die neue Formel (1929) von den Messungen d Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft etwas me abweicht als meine früheren Formeln, ist bei der Klei heit der Unterschiede mehr zufälliger Natur. Dur eine kleine Erhöhung des Zahlenwertes a im ϱ_0-We von 1,782 auf 1,786 würde das arithmetische Mittel d $\Delta \varrho_0$-Werte auf + 0,01 vH und das absolute Mittel a 0,16 vH zurückgehen. Von einer solchen Änderung d Formel wurde aber Abstand genommen, weil sich dadur die Abweichungen der Meßwerte der übrigen Vergleich eichungen von den Formelwerten gerade im wichtigst Meßbereich etwas vergrößern würden.

Formel für ungleichmäßige Geschwindigkeitsverteilun im Zulaufkanal

Soll Formel (18) auch für Abflußmessungen b Wehren benutzt werden, in deren Zulaufkanal eine sta unregelmäßige Geschwindigkeitsverteilung auftritt, ist an Stelle der Wehrhöhe p eine reduzierte „Ersat wehrhöhe" p_e einzuführen, deren Größe

$$p_e = p \frac{\alpha_n}{\alpha_a} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2$$

[3]) Mitteilungen des Amtes für Wasserwirtschaft Nr. 18. Unt suchungen über Wassermessungen, Bern 1926.

etzt werden kann. Darin bedeutet α_n den Geschwin-
keitshöhen-Ausgleichswert bei normaler Geschwindig-
verteilung, und α_a den Geschwindigkeitshöhen-Aus-
chswert bei der gestörten, stark unregelmäßigen Ge-
windigkeitsverteilung in der Zulaufrinne zum Wehr.
Wird für die normale Geschwindigkeitsverteilung
= 1,05 gesetzt, so geht die Formel (18) über in:

$$q = \left(1{,}782 + 0{,}228\, \alpha_a \frac{h_e}{p}\right) h_e^{3/2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (24),$$

in α_a aus den gemessenen Geschwindigkeiten w in
einzelnen Teilen des Querschnittes und aus der mitt-
n Geschwindigkeit u dieses Querschnittes an der
stelle des Zulaufkanales mit Formel

$$\alpha_a = \frac{\int_0^F (w^3\, d\, F)}{Q\, u^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (25)$$

immt werden muß.
Wenn die Geschwindigkeitsverteilungslinie angenähert
adlinig verläuft, kann α_a näherungsweise auch aus der
mel

$$\alpha_a = 1 + \left(\frac{w_{\max} - w_{\min}}{2\, u}\right)^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (26)$$

nommen werden.
Die für die Bestimmung des α_a-Wertes erforderlichen
ständlichen Geschwindigkeitsmessungen lassen aber
Wassermessung an Wehren mit stark ungleichmäßi-
Geschwindigkeitsverteilung im Zulaufkanal un-
ckmäßig erscheinen.

Vergleich der Formeln (8), (10) und 18 mit den neueren Wehrungen

Zahlentafel 4

Auch für diesen Vergleich wurden nur die genannten fremden Wehreichungen[2]) benutzt, die erst nach Aufstellung meiner Formel (10) ausgeführt worden sind, aber bei der Aufstellung meiner neuen Formel (18) schon berücksichtigt werden konnten[4]).

Auf die Formeln von *Bazin* (1888) und von *Frese* (1890) wurde bei diesem Vergleich nicht eingegangen, da sie um mehrere Hundertstel zu große Werte ergeben. Auch meine älteren Formeln (1911) und (1912), für die der numerische Vergleich vollkommen durchgeführt worden ist, wurden in Zahlentafel 4 nicht aufgenommen, da sich die Werte dieser Formeln mit denen der Formel (1913) fast vollkommen decken.

Für einen möglichst vollständigen Vergleich wurden jedoch in Zahlentafel 4 die arithmetischen Mittel und die Mittel der absoluten Abweichungen (ohne Berücksichtigung der Vorzeichen) der gemessenen Abfluß-

[4]) Die noch größere Zahl der in Karlsruhe ausgeführten Messungen wurden bei diesem Vergleich nicht berücksichtigt. Bei ihnen sind die Abweichungen zwischen den Meß- und Formelwerten geringer als bei diesen 280 Messungen. Diese 280 fremden Messungen enthalten alle aus neuerer Zeit vorliegenden, zahlenmäßig bekanntgegebenen Eichungen mit Ausnahme einer einzigen Messung von *Schoder* und *Turner* für ein zwei Fuß hohes Wehr bei 0,0104 m Überfallhöhe. Dieser Eichwert wurde vom Vergleich ausgeschaltet, da er einen um 13 vH zu hohen Wert zeigt, was augenscheinlich darauf zurückzuführen ist, daß sich der Strahl bei der sehr kleinen Überfallhöhe schon an die Wehrwand anschmiegte und daher nicht frei abfloß.

Zahlentafel 4. Vergleich der gemessenen und der aus den Formeln (8), (10) und (18) berechneten Abflußbeiwerte.

Name des Beobachters	Wehrhöhe p m	Grenzen der Überfallhöhen h_0 m	Art der Mittelbildung	Absolute und arithmetische Mittel der Abweichungen der Meßwerte von den Formelwerten vH — Vergleich mit sämtlichen 280 vorliegenden Eichungen: Anzahl	Formel (8) Schw. Ing. u. Arch.Ver. vH	Formel (10) Rehbock 1913 vH	Formel (18) Rehbock 1929 vH	Vergleich mit den 163 Eichungen innerhalb der Grenzen d. Schweiz. Ing. u. A.-V.: Anzahl	Formel (8) Schw. Ing. u. Arch.Ver. vH	Formel (10) Rehbock 1913 vH	Formel (18) Rehbock 1929 vH
Schoder und *Turner*	0,1524 m (½ Fuß)	$h_{0_{\min}} = 0{,}0104$ $h_{0_{\max}} = 0{,}6096$	Arithmet. Absolut	28	+ 3,46 3,68	+ 0,46 0,81	+ 0,34 0,71	—	— —	— —	— —
Schoder und *Turner*	0,2286 m (¾ Fuß)	$h_{0_{\min}} = 0{,}0104$ $h_{0_{\max}} = 0{,}7102$	Arithmet. Absolut	35	+ 0,64 1,27	— 1,27 1,27	— 1,37 1,37	—	— —	— —	— —
Schoder und *Turner*	0,3048 m (1 Fuß)	$h_{0_{\min}} = 0{,}0104$ $h_{0_{\max}} = 0{,}7205$	Arithmet. Absolut	32	+ 1,35 1,79	— 0,06 0,54	+ 0,03 0,56	17	+ 0,14 0,78	— 0,26 0,43	— 0,22 0,42
Schoder und *Turner*	0,4572 m (1½ Fuß)	$h_{0_{\min}} = 0{,}0108$ $h_{0_{\max}} = 0{,}7349$	Arithmet. Absolut	30	+ 1,40 1,79	+ 0,58 0,75	+ 0,62 0,75	18	+ 0,24 0,87	+ 0,08 0,33	+ 0,15 0,38
Lindquist	0,5000 m	$h_{0_{\min}} = 0{,}1242$ $h_{0_{\max}} = 0{,}4517$	Arithmet. Absolut	10	— 0,57 0,66	— 0,03 0,27	+ 0,01 0,27	10	— 0,57 0,66	— 0,03 0,27	+ 0,01 0,27
Schaffernak	0,5600 m	$h_{0_{\min}} = 0{,}0288$ $h_{0_{\max}} = 0{,}3082$	Arithmet. Absolut	17	+ 0,37 0,45	+ 0,46 0,56	+ 0,56 0,61	17	+ 0,37 0,45	+ 0,46 0,56	+ 0,56 0,61
Schoder und *Turner*	0,6094 m (2 Fuß)	$h_{0_{\min}} = 0{,}0139$ $h_{0_{\max}} = 0{,}7542$	Arithmet. Absolut	28	+ 0,54 1,04	+ 0,10 0,52	+ 0,18 0,49	20	— 0,23 0,56	— 0,17 0,28	— 0,08 0,28
J. O. Jones	0,7620 m (2½ Fuß)	$h_{0_{\min}} = 0{,}0116$ $h_{0_{\max}} = 0{,}4134$	Arithmet. Absolut	25	+ 0,51 0,94	+ 0,02 1,33	+ 0,14 1,38	20	+ 0,79 1,11	+ 0,74 0,94	+ 0,87 1,02
Eidgen. Amt für Wasserwirtschaft	0,8000 m	$h_{0_{\min}} = 0{,}1000$ $h_{0_{\max}} = 0{,}8000$	Arithmet. Absolut	15	— 0,37 0,39	+ 0,18 0,24	+ 0,26 0,27	15	— 0,37 0,39	+ 0,18 0,24	+ 0,26 0,27
Schoder und *Turner*	0,9144 m (3 Fuß)	$h_{0_{\min}} = 0{,}0107$ $h_{0_{\max}} = 0{,}8135$	Arithmet. Absolut	30	+ 0,91 1,24	+ 0,42 0,63	+ 0,53 0,70	23	+ 0,19 0,67	+ 0,26 0,53	+ 0,41 0,60
Schoder und *Turner*	1,2192 m (4 Fuß)	$h_{0_{\min}} = 0{,}0109$ $h_{0_{\max}} = 0{,}8226$	Arithmet. Absolut	30	+ 0,96 1,13	+ 0,50 0,69	+ 0,64 0,78	23	+ 0,40 0,63	+ 0,50 0,61	+ 0,66 0,72
		Gesamtmittel d. Abweichungen	Arithmet. Absolut	280	+ 1,02 1,44	+ 0,08 0,75	+ 0,14 0,78	163	+ 0,17 0,69	+ 0,24 0,49	+ 0,33 0,53

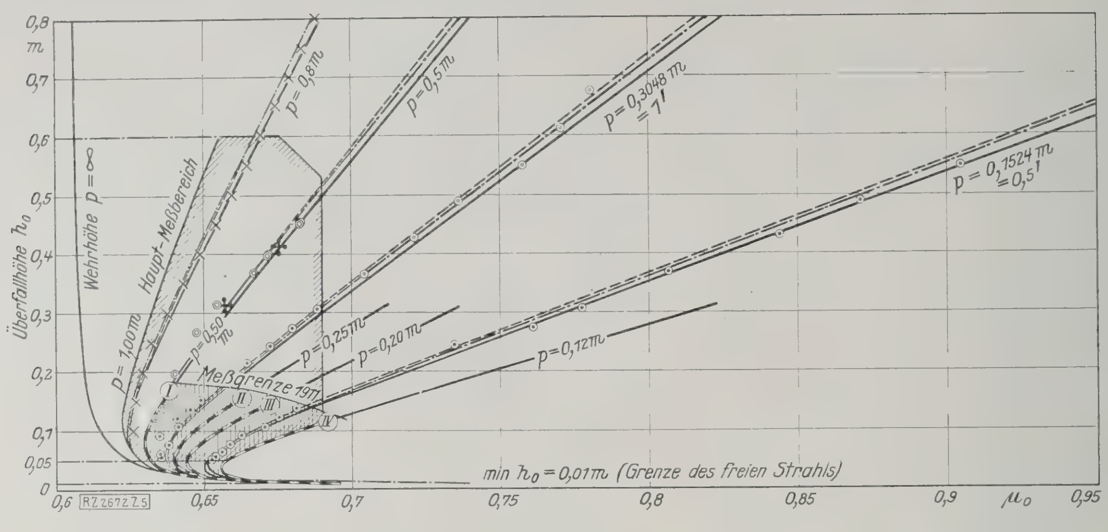


Abb. 5 Vergleich der Werte aus neue Messungen a scharfkantige Plattenwehren den Jahren 1 bis 1927 mit μ_0-Werten nach Formeln *Rehb* 1911 bis 1929

(Zur Aufstellung Formel R 1911 wur nur die Meßlinie II, III und IV in halb der schraffie Fläche verwende

Zu Abb. 5:

Grundformel: $Q = \frac{2}{3}\mu_0 \sqrt{2g}\, l\, h_0^{3/2}$

A. Formelwerte nach *Rehbock:*

——— a) Formel 1911: $\mu_0 = 0{,}605 + \frac{1}{1100\, h_0} + \frac{h_0}{12\, p}$

– – – b) „ 1912: $\mu_0 = 0{,}605 + \frac{1}{1050\, h_0 - 3} + 0{,}08\frac{h_0}{p}$

– – – c) „ 1913: $\mu_0 = 0{,}605 + \frac{1}{1000\, h_0} + 0{,}08\frac{h_0}{p}$

—·—·— d) „ 1929: $\mu_0 = \left[0{,}6035 + 0{,}0813\frac{h_0}{p} + \frac{0{,}00009}{p}\right]\left[1 + \frac{0{,}0011}{h_0}\right]^{3/2}$

aus $Q = \left[1{,}782 + 0{,}24\frac{h_e}{p}\right] l\, h_e^{3/2}$, worin $h_e = h_0 + 0{,}0011$ m

} h_0 und p in m

B. Durch Messung bestimmte μ_0'-Werte:

× Meßwerte des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft 1926
⊙ „ von *Schoder* und *Turner* 1927
◎ „ von *Lindquist* 1926
✣ „ „ Dr. *Böß*, 1924

mengen von den Formelwerten in Hundertsteln der Formelwerte angegeben.

Der Vergleich wurde zunächst für die drei Formeln (8), (10) und (18) auf alle zum Vergleich herangezogenen 280 Vergleichswerte erstreckt, sodann aber auch allein für die 163 Vergleichswerte durchgeführt, die innerhalb der vom *Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verein* angegebenen Grenzen des Gültigkeitsbereiches seiner Formel (8):

$$p > 0{,}3 \text{ m}, \; 0{,}025 \text{ m} < h_0 < 0{,}80 \text{ m} \; \text{und} \; h_0 < p$$

liegen. Diese Werte sind in den drei letzten Spalten der Zahlentafel 4 enthalten.

Aus den Vergleichsversuchen geht hervor, daß meine Formeln (10) und (18) hinsichtlich ihrer Genauigkeit etwa gleichwertig sind. Die arithmetischen Mittel der sämtlichen 280 Abweichungen der Meßwerte von den Formelwerten betragen + 0,08 bzw. + 0,14 vH. Diese kleinen positiven Abweichungen sind absichtlich nicht beseitigt worden, weil angenommen werden mußte, daß die Meßwerte für große Überfallhöhen meist etwas zu groß bestimmt worden sind.

Das Mittel der absoluten Abweichungen beträgt für den ganzen Meßbereich der 280 Eichungen bei beiden Formeln rund ¾ vH und geht für den nur selten überschrittenen Meßbereich der vom Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verein angegebenen Grenzen auf rund ½ vH zurück. Diese Abweichungen erscheinen klein, wenn beachtet wird, daß sie sich aus den Ungenauigkeiten der Formeln, den Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Wehrlängen l, der Wehrhöhen p, der Überfallhöhen h_0, den Zeitfehlern bei den Wassermessungen und den volumetrischen Fehlern bei der Wassermengenbestimmung zusammensetzen.

Aus dieser guten Übereinstimmung der Meßwerte mit den Formelwerten kann geschlossen werden, daß sich der Abfluß bei diesen zahlreichen an verschiedenen Stellen u nach verschiedenen Meßverfahren ausgeführten Messun durchaus gesetzmäßig vollzogen hat und daß auch schwierige Eichung von Meßwehren bei genügender So falt sehr genau durchgeführt werden kann.

Von den festgestellten Gesamtabweichungen zwisc den Meß- und den Formelwerten kann nur ein verhält mäßig kleiner Teil der Ungenauigkeit der Formeln Last gelegt werden. Dies geht einwandfrei aus der trachtung der Verteilung der positiven und der negati Abweichungen der einzelnen Meßwerte von den Form werten im ganzen Meßbereich hervor. Diese Verteil der Abweichungen läßt erkennen, daß die Abweichun überwiegend nicht auf systematische, sich auf grö Gebiete des Meßbereiches erstreckende Fehler der F meln, sondern auf die zufälligen Ungenauigkeiten einzelnen Messungen zurückzuführen sind. Der Na weis hierfür soll später in einer in Vorbereitung befi lichen, eingehenderen Schrift geliefert werden.

Es ist wohl nicht zu günstig geschätzt, wenn an nommen wird, daß von den mittleren festgestellten weichungen von rd. ½ und ¾ vH zwischen den Eichwer und den Formelwerten nicht mehr als etwa ein Drittel, d. ⅙ bis ¼ vH, auf Fehler der Formeln und zwei Dri d. h. ⅓ bis ½ vH, auf die verschiedenen Fehlerquellen der Messung der Wehrhöhe, der Wehrlänge, der Überf höhe, der Zeit und des Volumens des Wassers entfal Meßfehler von zusammen ⅓ bis ½ vH bei der Ausführu dieser fünf verschiedenen für die Eichungen erford lichen Messungen erscheinen keineswegs besonders ho wenn berücksichtigt wird, daß über 50 der Meßpunkte Überfallhöhen von 0,01 m bis 0,025 m gelten, bei denen sch eine Ungenauigkeit in der Bestimmung der Überfallh von 0,1 mm bei 0,025 m Überfallhöhe 0,6 vH Fehler und 0,01 m Überfallhöhe sogar 1,3 vH Fehler bei der gemesse Abflußmenge hervorruft.

Auch die Formel (8) ist innerhalb ihrer Gren recht genau. Sie zeigt jedoch auch innerhalb dieser Gr zen um rd. ⅓ größere Abweichungen als Formel (1 und (18).

Im allgemeinen ergibt die schweizerische Formel für kleine Überfallhöhen kleinere, bei großen Überf höhen aber größere Abflußmengen, als aus den Eichun hervorgeht, während bei den mittleren Überfallhöhen etwa 7,5 bis 20 cm die Übereinstimmung gut ist.

Betrachtung der μ_0-Werte in Gl. (1)

Die Formelwerte und die zugehörigen Meßwerte μ_0 in Gl. (1) sind für alle untersuchten Wehrhöhen a getragen worden. Ihres Umfanges wegen können di Auftragungen bei dieser vorläufigen Veröffentlichung ni sämtlich wiedergegeben werden. Einige dieser Linien a enthält Abb. 5, die die μ_0-Kurven für die vier Wehrhöh von 0,1524 m (½ Fuß), 0,3048 m (1 Fuß), 0,5 m und 0,8 nach den Formeln des Verfassers aus den Jahren 19 1912, 1913 und 1929 und die zugehörigen Meßpunkte e hält. Die Werte ϱ_0 in der Formel von 1929 mußten da

die μ_0-Werte der *Polenischen* Grundformel (1) umge-hnet werden, wozu die Umrechnungsformel unter Abb. 5 egeben ist.

Abb. 5 zeigt, daß alle meine Formeln im ganzen Meß-eich Werte ergeben, die sich nur sehr wenig voneinan- unterscheiden.

Der für die Ableitung der im Jahre 1911 aufgestellten rmel[5]) verwendete Meßbereich, in dem die zur Auf-llung der Formel verwendeten Eichungen allein aus-ührt wurden, ist durch Schraffur kenntlich gemacht. auf Grund dieser Messungen allerdings unter Ver-dung der Regeln des Ähnlichkeitsgesetzes aufgestellte rmel (1911) liefert trotzdem μ_0-Kurven, die bis zu den nzen der später ausgeführten Messungen, bei denen hr als viermal so große Überfallhöhen angewendet rden, fast vollkommen mit den Meßergebnissen zusam-fallen.

Der hohe Wert des Ähnlichkeitsgesetzes die praktische Hydraulik zeigt sich auch in diesem ofern ungünstigen Fall, als gerade bei den scharf-tigen Wehren eine Störung dieses Gesetzes vorliegt. ch in der neuen Formel mit der Ersatz-Überfallhöhe t diese Störung zu Tage. Denn das Zusatzglied 0,0011 m der Überfallhöhe h_0 in Formel (11), das die Störung ücksichtigen soll, ist eine unveränderliche Länge, wäh-d es im Ähnlichkeitsfall verhältnisgleich der Wehr-e p anwachsen müßte. Bei Überfallhöhen von mehr 0,2 m Größe verliert aber das kleine Zusatzglied seine leutung. Daher konnte bei den größeren Wehr- und erfallhöhen die Extrapolation nach dem Ähnlichkeits-etz genaue Ergebnisse liefern.

E. Prandtl hat die Vermutung ausgesprochen, daß pillarerscheinungen für die Form des die Ähnlichkeit renden zweiten Gliedes im μ_0-Wert der älteren Formeln Verfassers verantwortlich zu machen seien und vor-chlagen, das Glied durch die kapillare Steighöhe des ssers auszudrücken. Da die kapillare Steighöhe des ssers an einer ebenen Wand nach *Prandtl* die Größe

$$h' = \sqrt{\frac{K}{\gamma}} = 0{,}00267\,\text{m} \quad \ldots\ldots\ldots (29)$$

itzt, in der K die Kapillaritätskonstante mit dem Wert 7 dyn/cm und γ das Gewicht der Volumeneinheit des ssers ist, kann der μ_0-Wert in Formel (10) dimensions-ntig geschrieben werden:

$$\mu_0 = 0{,}605 + 0{,}375\,\frac{h'}{h_0} + 0{,}08\,\frac{h_0}{p} \quad \ldots\ldots (30).$$

Da h', h_0 und p Längen sind, wird der Wert μ_0 in ser Schreibweise ein reiner Zahlenwert.

In ähnlicher Weise kann auch die Formel (20) dimen-onsrichtig und für jedes Maßsystem verwendbar gemacht rden, wenn sie geschrieben wird in der Form:

$$q = \left[1{,}782 + 0{,}24\left(\frac{h_0 + 0{,}41\,h'}{p}\right)\right](h_0 + 0{,}41\,h')^{3/2} \qquad (31),$$

für ohne merkliche Änderung der Größe von q gesetzt rden kann:

$$q = \left[1{,}782 + 0{,}24\,\frac{h_0}{p}\right](h_0 + 0{,}41\,h')^{3/2} \quad \ldots\ldots (32).$$

Diese Schreibweise hat allerdings nur wissenschaftliche leutung. In der praktischen Hydraulik empfiehlt es , die Formel (21) beizubehalten, zumal auch die For-n (30) bis (32) dem Ähnlichkeitsgesetz nicht genügen wegen der erwähnten Störung auch nicht genügen nen.

Ob die Störung des Ähnlichkeitsgesetzes bei den arfkantigen Wehren tatsächlich auf eine kapillare ung des Wassers zurückzuführen ist, wie es *Prandtl* mutet, ist zwar noch nicht erwiesen, aber doch sehr rscheinlich.

[5]) Z. d. Verb. Deutsch. Arch. und Ing.-Ver. Bd. 1 (1912) Heft 1.

Zusammenfassung

Sowohl meine ältere Formel (10) als auch meine neue einfachere Formel (21) haben sich beim Vergleich mit frem-den Meßwerten als äußerst genau erwiesen. Es ist nicht an-zunehmen, daß es gelingen wird, bei der genauen Er-fassung der verwickelten Abflußfrage bei scharfkantigen Wehren für den ganzen Bereich der vorkommenden Wehr- und Überfallhöhen noch einfachere Formeln aufzufinden. Auch eine Steigerung der Genauigkeit der Formeln durch Änderung der Zahlenwerte scheint dem Verfasser höch-stens noch um wenige Tausendstel möglich zu sein. Mit den aufgestellten Formeln wird es bei guten Meßanlagen und Geräten möglich sein, die Ergiebigkeit eines fließen-den Wasserstromes mit einer Genauigkeit zu bestimmen, die wohl kaum mit einem andern Verfahren erreicht werden kann.

Die größte Lokomotive der Erde

Die American Locomotive Co. macht z. Zt. Versuche mit einer neuen Dampflokomotive, die für den Dienst in den Staaten Nord-Dakota und Montana auf den Strecken der Northern Pacific bestimmt ist. Ihr Kessel und ihre Feuerbüchse haben wegen der zur Feuerung verwendeten sehr minderwertigen Kohle ungewöhnliche Abmessungen erhalten, die alle bisher bekannten Maße weit übertreffen. Diese Kohle, die 25 bis 30 vH Wasser bei nur 3500 bis 4000 kcal/kg enthält, stellte die Konstrukteure vor eine überaus schwierige Aufgabe. Die Lokomotive ist zur Be-förderung von 4000 t-Güterzügen auf langen Steigungen in den sogenannten „Bad Lands“ von Nord-Dakota und Mon-tana bestimmt.

Der 6,75 m lange Rost erfordert für die Reinigung seitlich an der Feuerbüchse zwei weitere Türen. Vor diesen seitlichen Türen sind besondere, klappbare Plattformen für den Heizer angeordnet. Der Regler wird mittels Druck-luft betätigt. Der Tender ist vollständig geschweißt.

Hauptkonstruktionszahlen:

Achsfolge	1DD2	
Lokomotivgewicht einschließlich Tender (181 t)	505	t
Reibungsgewicht auf den Treibachsen	251	„
Reibungsgewicht auf der Achse der Zusatzmaschine	21	„
Treibachsdruck	31,5	„
Anfahrzugkraft	63	„
Anfahrzugkraft einschließlich Zusatzmaschine	70	„
Zylinder:		
Anzahl	4	
Zyl.-Dmr.	660	mm
Hub	812	„
Treibachs-Dmr.	1600	„
Ganze Länge der Lokomotive	38	m
Kesselgewicht	75	t
Wasservorrat	80	m³
Kohlenvorrat	27	t

[N 2855] *G.*

Arthur Scherbius †

Am 13. Mai 1929 verstarb plötzlich Dr.-Ing. *Arthur Scherbius* in Wannsee bei Berlin an den Folgen eines schweren Unfalles. Er wurde am 30. Oktober 1878 in Frankfurt a. M. geboren. Nach seinem Studium an den Technischen Hochschulen Hannover und München war er bei W. Lahmeyer & Co., bei Brown, Boveri & Cie. und zuletzt als beratender Ingenieur bei den Siemenswerken tätig. Im Jahre 1920 gründete er mit Dipl.-Ing. *Ritter* die Firma Scherbius & Ritter, die durch ihren Temperatur-regler bekanntgeworden ist.

Auch mit dem Bau eines mittelbar wirkenden Wasser-turbinenreglers, mit der magnetischen Induktion in ge-schlossenen Spulen, mit Fragen des hochgespannten Gleich-stromes und mit dem Bau einer Chiffriermaschine hat sich der Verstorbene beschäftigt. Besonders bekanntgeworden ist sein Name durch den „Scherbius-Regelsatz“ für Asyn-chronmotoren. [P 3100]

Mischungsverhältnis und Verbrennungsvorgänge im Ölmotor

Von Prof. P. MEYER, Delft

Frühere Vorschläge zur Ermittlung des Mischverhältnisses im Ölmotor aus der Auspuffanalyse. Prüfung ihrer Brauchbarkeit. Genauere Feststellung der Bestandteile der Verbrennungsgase in Gemisch- und Einspritzmotoren bei Luftmangel. Vergleich mit Leuchtgasflammen. Verbrennungsversuche in einer Bombe lieferten vom Gemischmotor abweichende Ergebnisse. Erklärungsversuche.

Seit 1923 wurden im Motorenlaboratorium der Delfter Hochschule Untersuchungen über das Mischungsverhältnis und den Verbrennungsvorgang im Ölmotor ausgeführt, bei denen durchweg die Analyse der Auspuffgase Verwendung fand. Da die Versuche nur grundsätzliche Aufklärung schaffen sollten, wurden zur Gasanalyse die in der Technik üblichen Absorptionsgeräte mit Wasserabschluß benutzt. Um ihre nicht absorbierten brennbaren Bestandteile zu verbrennen, wurden die Gase mehrfach durch ein glühendes Porzellanrohr geleitet.

Die Verwendbarkeit der Auspuffgasanalyse

Die erste Anregung zu den Untersuchungen gab das 1920 erschienene Buch des verstorbenen Dr. *Karl Dietrich-Helfenberg* „Die Analyse der Kraftstoffe", in dem er die Ermittlung des CO_2- und O_2-Gehaltes der Auspuffgase zur Einstellung des günstigsten Mischverhältnisses empfiehlt. Ungefähr gleichzeitig erschienen auch die Arbeiten: „Rechentafeln zur Rauchgas und Auspuffanalyse" von *Wa. Ostwald*[1]) und „Berechnung von Schaubildern zur Abgasanalyse" von *Seufert*[2]).

Diese beiden gehen von der Annahme aus, daß der Luftsauerstoff, der sich nach der Verbrennung in den Auspuffgasen nicht mehr frei oder zu CO_2 oder in einem festen Verhältnis dazu zu H_2O gebunden vorfindet, zur Bildung von CO und einer entsprechenden Menge H_2O gedient haben müsse, ohne darauf einzugehen, ob die Richtigkeit dieser Annahme durch Versuche bewiesen ist; das wäre aber nötig gewesen, da es auch andre Möglichkeiten gibt, wie gezeigt werden wird. Dr.-Ing. *J. van Dorp* hat daher im Delfter Laboratorium die Frage geprüft, ob bei Kenntnis der Zusammensetzung und Menge des Brennstoffes die Ermittlung des CO_2- und O_2-Gehalts der Auspuffgase zur Bestimmung des Luftverbrauches eines Kraftwagenmotors ausreicht.

Das erste theoretische Ergebnis war der Nachweis, daß das von *Ostwald* und *Seufert* benutzte Schaubild, Abb. 1, bestehend aus einem rechtwinkligen Dreieck, auf dessen Katheten CO_2 und O_2 abgetragen werden, bezüglich der Linien gleichen Mischverhältnisses insofe nur angenähert, allerdings genügend, richtig ist, diese Linien nicht parallel laufen, sondern einen, we auch ziemlich entfernt liegenden, gemeinsamen Schni punkt haben. Das zweite, experimentelle Ergebnis w die Bestätigung, daß der aus der CO_2- und O_2-Bestimmung berechnete Luftverbrauch genügend richtig ist, s lange der Motor noch mit einem gewissen Sauersto überschuß arbeitet; arbeitet dagegen der Motor mit Lu mangel, ohne daß sich die Grenze hierfür genau a geben läßt, so genügt diese Rechnung nicht mehr.

Die Analyse der Auspuffgase ist also für das Ei stellen des Vergasers, wie *Dietrich-Helfenberg* vo geschlagen hatte, recht gut brauchbar, und man ka auch die verbrauchte Luftmenge mit Hilfe dieser An lyse bei nicht zu fetten Gemischen aus dem Brennsto verbrauch berechnen.

Ausführung der Untersuchung des Mischverhältniss

Van Dorp hat gleichzeitig Brennstoff- und Luftve brauch bei einem Kraftwagenmotor gemessen, den Bren stoffverbrauch, wie üblich, mit Hilfe eines auf eine Waa gestellten Gefäßes. Zum Zweck der Luftmessung wur der Vergaser in ein eisernes Gefäß eingeschlossen, de auf zwei Wegen Luft zugeführt werden konnte, dur einen Hahn unmittelbar von außen oder durch eine Le tung aus einem Kessel von bekanntem Inhalt, der bis 10 at aufnehmen konnte. Der Motor wurde, mit Lu von außen arbeitend, in Beharrungszustand gebracht u darauf auf Luft aus dem Kessel umgeschaltet. Gleic zeitig begann eine Brennstoffmessung, bei deren Bee digung auch die Luftzufuhr wieder auf die Außenlu umgeschaltet wurde.

Der Druck der aus dem Kessel strömenden Lu wurde mittels zweier hintereinander geschalteter Ve tile mit der Hand geregelt, was so gut gelang, daß d Druck am Vergaser gegenüber der Außenluft nur u wenige Millimeter Wassersäule schwankte. Vor und na jedem Versuch wurden Druck und Temperatur im Kess bestimmt, woraus die verbrauchte Luftmenge berechn werden konnte. Der Wassergehalt der Luft wurde ebe falls berücksichtigt.

Das gleiche Verfahren hat sich viel später au beim Messen des Luftverbrauchs eines Dieselmotors b währt. Nur wurde, da es sich um einen Einzylindermot handelte, an das Ansaugrohr ein federbelasteter Druc regler angeschlossen.

Genauere Analyse der Auspuffgase bei Luftmangel

Nach Abschluß der Versuche von *van Dorp* gab d Mannheimer Fachsitzung „Verbrennungsmotoren" 1927 mit dem Vortrag von *Richter* über Probleme des Zünde motors für flüssige Brennstoffe[4]) einen neuen Anst zur Beschäftigung mit der Auspuffgas-Analyse, da die als Mittel zur Bestimmung des Mischverhältniss bezeichnet wurde.

Da die Grenze, bis zu welcher die Gasanalyse fü die Berechnung des Luftverbrauches verwendet werde kann, auf Grund der Versuche von *van Dorp* nicht gen bekannt war, hat Dipl.-Ing. *J. J. van Aartsen* 1928 unt meiner Leitung besonders bei Luftmangel entstande Auspuffgase auf CO_2, O_2, CO, H_2 und CH_4 untersuch wobei auch beachtet wurde, ob sich freier Kohlensto als Ruß zeigte. Es hatte sich nämlich herausgestell daß bei reichlicher Brennstoffzufuhr in den Auspu gasen des Gemischmotors H_2 und CH_4 auftraten. De CO-Gehalt konnte daher nicht mehr mit dem aus de Schaubildern von *Ostwald* und *Seufert* abgelesenen übe einstimmen. Brennstoff- und Luftmessungen wa hierbei nicht nötig.

Abb. 1 Schaubild der Zusammensetzung der Auspuffgase für einen Brennstoff mit 86 vH C und 14 vH H nach *Wa. Ostwald.*

[1]) „Feuerungstechnik" Bd. 7 (1919) Heft 7 S. 53.
[2]) Z. Bd. 64 (1920) S. 505.
[3]) Z. Bd. 71 (1927) S. 1164.
[4]) Z. Bd. 72 (1928) S. 532.

Um die Erkenntnisse über die Zusammensetzung Auspuffs verallgemeinern zu können, hat man die tersuchungen auf die Auspuffgase eines Vier-t-Dieselmotors ausgedehnt. Man bezeichnet einen eselmotor gewöhnlich als überlastet, wenn der Aus-f deutliche Rußbildung zeigt. Im vorliegenden Fall rde der Motor jedesmal so überlastet, daß der Aus-f stark rußte. Trotzdem enthielt der Auspuff, was rigens bekannt ist, noch wenigstens 5 vH Sauerstoff, em Luftüberschuß von etwa 30 vH entsprechend, da-gen kein oder höchstens 0,5 vH CO, kein H_2 und n CH_4.

Verschiedenes Verhalten von Gemisch- und Einspritzmotor

Während die Verbrennung der Kohlenwasserstoffe Gemischmotor bei genügender Luftmenge das gleiche dergebnis liefert wie im Dieselmotor, ergeben sich rke Unterschiede, sobald die Verbrennung unvoll-ndig wird. Dies tritt beim Gemischmotor ein, wenn der Gehalt der Auspuffgase unter etwa 3 vH sinkt, beim eselmotor viel früher. Beim Gemischmotor zeigt h die Unvollständigkeit der Verbrennung im zuneh-nden Gehalt der Auspuffgase an CO, H_2 und CH_4, hrscheinlich auch an freiem Kohlenstoff, beim Diesel-tor dagegen enthalten die Auspuffgase dann fast aus-ließlich freien Kohlenstoff. Wahrscheinlich verhält h jeder Einspritzmotor ebenso wie der Dieselmotor. Die Ursache dieser Verschiedenheit kann man in Verschiedenheit der Brennstoffe und der zeitlichen lge von Gemischbildung und Verbrennung suchen. Zur iteren Aufklärung wurden zunächst beide Motoren mit n gleichen Brennstoff, Petroleum, betrieben. Die Ver-iedenheit beider Motorarten zeigte sich auch hierbei verändert; es bleibt nur der Schluß übrig, daß ein rher fertig gebildetes Gemisch von Luft und Brenn-ffdampf bei Luftmangel in der Weise verbrennt, daß h CO bildet, begleitet von unverbrannten Bestand-len, wie H_2, CH_4 und C; bläst man dagegen einen zer-ubenden Brennstoffstrahl in so heiße Luft ein, daß Verbrennung schon während des Einspritzens beginnt, scheidet sich in jedem Fall Kohlenstoff ab; dieser ver-nnt nur dann noch mit, wenn er bei genügend hoher mperatur den nötigen Sauerstoff vorfindet, d. h. bei chlichem Luftüberschuß.

Vergleich mit Leuchtgasflammen

Ein ähnliches Verhalten findet man bei der leuch-nden und der nichtleuchtenden Leuchtgasflamme. Das uchten beruht, wie bekannt, auf der Ausscheidung von hlenstoffteilen, die in glühendem Zustand Licht aus-nden und schließlich selbst noch verbrennen, wenn sie ht vorher durch starke Abkühlung daran gehindert rden. Das Leuchten der Flamme unterbleibt, wenn man r der Verbrennung dem Gas Luft beimischt. Auch ist nn keine erhebliche Ausscheidung von Kohlenstoff glich.

Vermutlich muß man sich die Vorgänge in den Mo-en wie in den Flammen folgendermaßen vorstellen: im Zusammentreffen von Luft und Kohlenwasser-ffen und gleichzeitig einsetzender Verbrennung ist fänglich der Luftmangel oder der Brennstoffüberschuß groß, daß nur der Wasserstoff vollständig verbrennt d der Kohlenstoff sich teilweise ausscheidet. Erst bei tschreitender Mischung verbrennt auch der ausge-iedene Kohlenstoff zu CO_2 oder gar nicht, aber nicht CO. Hat aber die Mischung des Brennstoffs mit der ft vorher stattgefunden, so daß O_2-Moleküle neben nen der verdampften Kohlenwasserstoffe liegen, so einen C wie H_2 in dem Augenblick zu verbrennen, in n das Molekül auseinanderfällt, ohne daß erst erheb-he Lichtstrahlung auftritt. Bei Sauerstoffmangel findet bei auch Verbrennung zu CO statt, und es scheiden sich und CH_4 unverbrannt ab.

Die Ursache des Unterschiedes zwischen beiden Arten r Verbrennung ist vielleicht, daß bei gleichzeitiger schung und Verbrennung die Kohlenwasserstoffe bei st gänzlicher Abwesenheit von Sauerstoff zerfallen, wo-i sich der Kohlenstoff größtenteils als Ruß abscheidet.

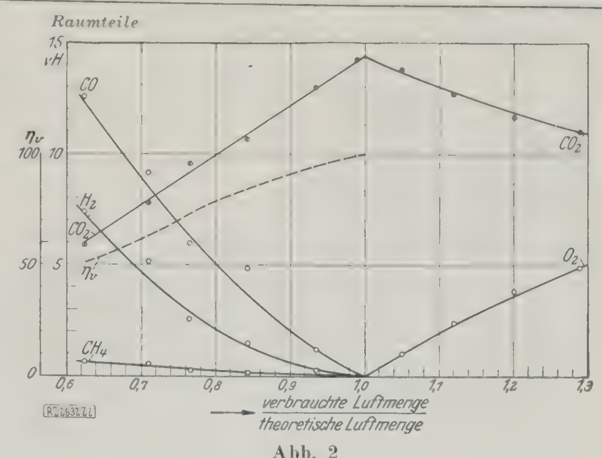


Abb. 2
Zusammensetzung der Verbrennungsgase eines Kohlenwasserstoffes bei Verbrennung in einer Bombe.

Gemischmotor und Einspritzmotor zeigen bei Luftmangel Unterschiede in der Zusammensetzung der Verbrennungsgase, die auf einen grundsätzlichen Unterschied im Verlauf der Verbrennung hinweisen; man muß annehmen, daß dieser Unterschied auch bei Luftüberschuß vorhanden ist.

Verbrennungsversuche in der Bombe

Nun sind die Erscheinungen im Gemischmotor insofern nicht rein, als die Möglichkeit besteht, daß außer Dampf auch Tropfen vorhanden sind und daß das Mischverhältnis nicht in allen Teilen des Verbrennungsraumes gleich ist. Deshalb wurden Verbrennungsversuche durchgeführt, bei denen man diese Verhältnisse beherrschen konnte. Dazu diente eine Bombe von rd. 12 l Inhalt und ein Brennstoff, aus Petroleumäther abdestilliert, der schon bei 70° vollkommen verdampfte.

In der Bombe hing eine kleine kupferne Schale, in die der Brennstoff aus einer Meßpipette geträufelt wurde. Darauf wurde die Bombe geschlossen und noch soviel Luft eingefüllt, bis der Druck 1,250 at abs betrug. Die Temperatur der Bombe wurde vor dem Zünden bestimmt. Versuche hatten gezeigt, daß der Brennstoff ziemlich schnell aus der Schale verdampfte. Um durch Luftumwälzung gleichmäßige Mischung zu erzeugen, erwärmte man die Bombe unten mittels einer Gasflamme.

Die Elementaranalyse des Brennstoffes war bekannt, so daß die Brennstoffmenge, die für die Verbrennung mit der theoretischen Luftmenge nötig war, berechnet werden konnte. Das Verhältnis von Brennstoff zu Luft betrug 1 : 15,23. Wurde dieses Gemisch verbrannt, so fand sich in den Verbrennungsgasen weder O_2 noch CO. Der CO_2-Gehalt entsprach ziemlich genau dem berechneten. Ein derartiges Ergebnis wäre im Motorzylinder nicht zu erreichen gewesen.

Weiterhin wurde eine Anzahl Verbrennungen mit verschiedenen Mischungsverhältnissen ausgeführt. Die Ergebnisse der Analysen sind in Abhängigkeit vom Verhältnis der verbrauchten zur theoretischen Luftmenge in Abb. 2 dargestellt. Man sieht aus dem Verlauf der Linien, daß mit CO auch H_2 und in geringerem Maß auch CH_4 aufzutreten beginnen. Ob auch freier Kohlenstoff auftritt, läßt sich nur berechnen, indem man annimmt, daß der Teil des bekannten, ursprünglich zugeführten Kohlenstoffs, der sich nicht in CO_2, CO und CH_4 wiederfindet, frei geworden ist. Damit scheinen sich bei diesen Versuchen bis zu 10 vH C frei abgeschieden zu haben.

Wegen der möglichen Ungenauigkeiten dieses Verfahrens darf man aber mit den Schlußfolgerungen nicht zu weit gehen. Es wäre eher die Aufgabe eines chemischen Laboratoriums, diese Zusammenhänge eingehender zu untersuchen und auch die jedenfalls vorhandenen chemischen Gleichgewichtsbedingungen festzustellen. Erwähnt sei, daß ein Versuch, das Ergebnis durch Änderung

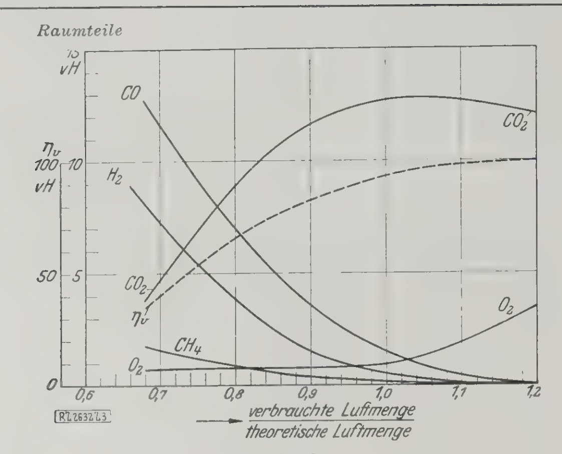


Abb. 3
Zusammensetzung der Verbrennungsgase eines Kohlenwasserstoffes bei Verbrennung in einem Gemischmotor.

der Temperatur vor der Verbrennung zu beeinflussen, keinen Erfolg hatte. Vielleicht waren aber die gewählten Temperaturänderungen von rd. 90° noch zu gering.

Abweichendes Verhalten des Gemischmotors

Die Analysen der Auspuffgase des Kraftwagenmotors, die in Abb. 3 ebenfalls in Abhängigkeit vom Luftverhältnis dargestellt sind, lieferten ein anderes Ergebnis. Es fällt auf, daß die Bedeutung des Luftverhältnisses 1 für den Verlauf der Linien geschwunden ist, was sich dadurch erklärt, daß in verschiedenen Teilen des Verbrennungsraumes des Motors sehr verschiedene Luftverhältnisse herrschen; die Erscheinungen, die in der Bombe nur bei Luftmangel auftraten, erstrecken sich infolgedessen noch weit in das Gebiet mittleren Luftüberschusses, woraus folgt, daß im Motor eine vollkommene Verbrennung nur bei erheblichem Luftüberschuß zu erreichen ist.

In beiden Darstellungen stellt die Linie η_v den Wirkungsgrad der Verbrennung dar. Dieser Wirkungsgrad ist gleich eins, vermindert um das Verhältnis des untern Heizwertes der übriggebliebenen brennbaren Bestandteile zum Heizwert der verbrauchten Brennstoffmenge.

Zusammenfassung

Aus dem CO_2- und dem O_2-Gehalt der Auspuffgase kann man also bei Gemisch- wie bei Einspritzmotoren auf Grund der elementaren Zusammensetzung des Brennstoffes einen sicheren Schluß auf das ursprüngliche Verhältnis Luft zu Brennstoff ziehen, falls genügend Luftüberschuß vorhanden war.

Beim Gemischmotor macht sich der Luftmangel dadurch bemerkbar, daß der CO_2-Gehalt zur Erklärung des Sauerstoffverbrauches nicht mehr ausreicht, vielmehr auch Bildung von CO angenommen werden muß. Die bisher gebräuchliche Annahme, daß neben CO_2 und entsprechenden Mengen von H_2O ausschließlich CO entsteht, ist nicht richtig. Vielmehr bilden sich bei Auftreten von CO auch H_2 und CH_4, vielleicht auch freier Kohlenstoff. Demnach beginnt die Berechnung des Mischverhältnisses mit dem Auftreten von CO unrichtig zu werden, anfänglich jedoch nur in geringem Maße. Daß auch bei ziemlich hohem Gehalt der Auspuffgase an CO noch freier O_2 zu finden ist, erklärt sich aus ungleichmäßiger Mischung.

Beim Einspritzmotor macht sich unvollständige Verbrennung durch Rußbildung bemerkbar, ohne daß dabei nennenswerte Mengen von CO, H_2 und CH_4 auftreten. Ruß kann sich schon bilden, wenn noch 5 vH und mehr O_2 vorhanden sind, was sich daraus erklärt, daß die Mischung viel ungleichmäßiger ist, als beim Gemischmotor.

Die verschiedenartige Zusammensetzung der Abgase bei Luftmangel bei beiden Motorenarten beruht nicht auf Unterschieden der Brennstoffe. Sie zeigt sich auch bei gleichem Brennstoff und ist jedenfalls dem Unterschied in der zeitlichen Aufeinanderfolge von Mischung und V brennung zuzuschreiben, ähnlich wie bei der leuchten und nichtleuchtenden Flamme des Leuchtgases. Hie muß man wieder folgern, daß die Verbrennung bei be Motorenarten auch auf verschiedene Weise verläuft, w kein Luftmangel vorhanden ist und die Verbrennung gleichen Gase ergibt, nämlich ausschließlich CO_2 H_2O.

In einer Bombe ausgeführte Verbrennungen von mit verschiedenen Mengen eines leichtflüchtigen Koh wasserstoffes zeigen deutlich eine gesetzmäßige hängigkeit des CO_2-, CO-, H_2- und CH_4-Gehaltes der V brennungsgase vom Mischverhältnis. Beim Motor läßt diese Gesetzmäßigkeit wegen des ungleichmäßigen Mi verhältnisses weniger gut verfolgen. Aus dem Ge der Abgase an brennbaren Bestandteilen läßt sich Wirkungsgrad der Verbrennung berechnen.

Abhängigkeiten von Anfangsdruck und Tempera sowie von der Art des Brennstoffes werden wahrsch lich bestehen, sind aber noch nicht festgestellt worde [B 26

Beförderung von Kohlenstaub

Infolge der Schwierigkeiten beim Entladen von bre fertigem Kohlenstaub aus Eisenbahnwagen wird er m erst am Verbrauchsort gemahlen. Wenn Staub jedoch größeren Mengen als Nebenerzeugnis anfällt, läßt sich se Beförderung nicht vermeiden, und man muß versuchen, beförderungsfähig zu machen. Prof. *L. Klein*, Hanno hat daher auf Veranlassung und mit Unterstützung Reichsbahn-Zentralamtes und des Reichskohlenrates V suche durchgeführt, um die Vorgänge beim Ausfluß Staub aus Kohlenstaubwagen zu klären[1]).

Die Teilchen des brennfertigen Kohlenstaubes s kleiner als 0,2 mm und sehr unregelmäßig geformt. B Einfüllen in Behälter legen sie sich zunächst lose an ander und bilden viele Zwischenräume; diese machen e 140 bis 170 vH des Rauminhaltes der Kohle aus. Du Erschütterungen, z. B. während der Eisenbahnfahrt, sac die Staubteilchen zusammen und verhaken sich ineinan Dieses Verhaken oder Verfilzen erschwert das Austre der Luft und damit weitere Volumenverminderung, so das Entladen des Staubes. Bei den Versuchen wurde nächst Kohlenstaub lose in einen Behälter geschüttet der Ausfluß geöffnet. Es fiel fast gar kein Staub hera Auch durch Stochern von unten mit einem Draht konn nur geringe Staubmengen zum Abfließen gebracht werd Nun wurde über das Gefäß ein Brettchen gelegt und dieses ein kleiner Elektromotor mit einem ein wenig exz trischen Schwungrad gestellt. Nach Einschalten des Stro kamen Motor und Gefäßwände in Schwingungen, die restloses Ausfließen des Staubes veranlaßten.

Das Verfilzen von Kohlenstaub wurde im Laboratori durch eine Rüttelmaschine künstlich hervorgerufen. Kontrolle wurden die Versuche im fahrenden Eisenba wagen wiederholt. Als Maßstab für die Verfilzung wu die Volumenverminderung genommen. Es ergab sich, diese mit abnehmender Feinheit und zunehmendem Wass gehalt des Staubes etwas zunimmt, von der Gefäßform a nicht abhängig ist. Die schädliche Verfilzung tritt sch nach wenigen Kilometern Bahnfahrt ein und erschw dann weitere Volumenverminderung. Diese nimmt mit Heftigkeit der Stöße erheblich zu, wie Versuche bei v schiedenen Fallhöhen des Rütteltisches und bei Fahrten Güterzug und mit Personenzug zeigten.

Wurde das Gefäß mit verfilztem Staub auf die glei Weise in Schwingungen versetzt, wie vorher das mit l geschüttetem, so förderte dies nicht das Ausfließen Staubes. Erfolg hatte dagegen der Einbau eines um e lotrechte Achse drehbaren schraubenförmigen Rührwerk das während des Rüttelns ab und zu gedreht wurde.

Da das Zusammensacken des Kohlenstaubes auf Lu austritt beruht, wurde versucht, dadurch mehr Staub den Behälter zu bringen, daß man während des Einfüll Luft absaugte und die Luftleere aufrecht hielt. Versuche Laboratorium und mit großen Kohlenstaubwagen der D schen Reichsbahn zeigten, daß das Einfüllen des Stau unter Luftleere das Füllgewicht erheblich vermehrt und Füllzeit abkürzt. [N 3121] Le

[1]) Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 10 (1929) Nr. 5 S. 177.

RUNDSCHAU

Wasserkraftanlagen

Hochdruck-Wasserkraftanlage Vermunt



Abb. 1
Das Groß-Vermunttal, das den unteren Stausee bilden wird.
Der Staudamm ist auf der im Vordergrund sichtbaren von Abhang zu Abhang laufenden Felsbank gegründet worden.

Zur Zeit ist in Vorarlberg an der oberen Ill das Ver- ntwerk im Bau, das die Vorarlberger Illwerke, A.-G., genz, von den zur Verwertung der Wasserkräfte der . und des L ü n e r s e e s in Aussicht genommenen Wer- : als erstes in Angriff genommen hat.

An der Ill sind fünf aufeinanderfolgende Werke mit ammen mehr als 1400 m Gefälle geplant. Das Vermunt- rk ist von diesen, von oben gerechnet, die zweite An- e; von dieser wird zwischen dem Vermuntbecken und Ortschaft Parthenen, der letzten Ansiedlung im Mon- on, eine Gefällstufe von mehr als 700 m ausgenutzt. Der wurf und die allgemeine Bauleitung liegen in Händen Elektrizitäts-A.-G. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frank- a. M.

Die Ill entspringt aus dem Großvermuntgletscher in der vrettagruppe. Das Einzugsgebiet dieses Werkes ist km² groß, wovon etwa 40 vH auf Gletschergebiet ent- en. Im Silvrettagebiet sind die Niederschläge sehr reich- i; als Jahresmittel ergibt sich ein Abfluß von rd. m³/s. Die Ill durchfließt in ihrem obersten Flußlauf ei Talbecken, den Ochsenboden und das Vermuntbecken, sich zur Anlage von Stauseen eignen. Zunächst wird dem tieferliegenden Vermuntbecken, Abb. 1, mittels einer sperre ein Staubecken mit 5,4 Mill. m³ Nutzinhalt ge- affen, Abb. 2 und 3.

Die Staumauer

rd als Schwergewichtsmauer in Beton ausgeführt. Sie rd 400 m lang und hat 50 m größte Höhe. Die Wasser- te erhält bis zur Tiefe von 40 m einen Anzug von 20 : 1, erhalb 40 m einen solchen von 4 : 1. Die Neigung der ftseite beträgt 1 : 0,68. Über dem jetzigen Flußbett ist freier Hochwasserüberfall vorgesehen, der die größten erwartenden Hochwässer abführen kann. Außer der beschriebenen Hauptmauer ist noch eine kleine Seiten- uer auf der rechten Talseite erforderlich. Die Überfall- ne liegt auf 1743 m ü. M., die 3,5 m breite Mauerkrone 1744,7 m ü. M. Der Stausee kann bis auf 1719 m ü. M. gesenkt werden.

Geologisch eignet sich die Sperrstelle, die aus ge- dem Gneis besteht, sehr gut für die Gründung der Stau- uer. Hierfür hat man den Fels in Schlitzen und Schäch- freigelegt, Sondierstollen in die Talflanken vorgetrieben d mittels zahlreicher Tiefbohrungen die Felsbeschaffen- t in den tieferen Lagen erforscht.

Die Arbeiten an der Staumauer, die rd. 110 000 m³ ton erfordert, sollen 1930 beendet sein. Der Betonkies rd dem 2000 m ü. M. liegenden Ochsenboden entnommen. es ist ein großes Talbecken unweit der Alpenvereins- utzhütte „Madlenerhaus"; die Ill hat hier große Schotter- mengen abgelagert, die sich zum Betonieren wesentlich besser als das in Steinbrüchen zu gewinnende Bruchmaterial eignen.

Für die Beförderung des Betonschotters vom Ochsenboden zur Baustelle im Vermuntbecken ist eine Rollbahn und daran anschließend eine Luftseilbahn errichtet. Der Umlaufstollen zum Ableiten der Ill während des Baues dient später als Grundablaß.

Druckstollen

Das Betriebswasser wird an der linken Talseite entnommen. An das Einlaßbauwerk, das doppelte Rechen und Schützen enthält, schließt sich ein rd. 2,5 km langer Druckstollen an. Dieser erhält Kreisquerschnitt mit 2,8 m l. W. und 2,5 vT Sohlengefälle, Abb. 3.

Der Vortrieb dieses Stollens wurde von beiden Enden und von einem 150 m langen Fensterstollen im Verschnausertobel in Angriff genommen. Das Wasserschloß liegt im Fels und erhält zwei untere Kammern, einen Steigschacht und eine obere Kammer. Der vom Wasserschloß abgehende Druckstollen verzweigt sich im Berg in die beiden zum Krafthaus in Parthenen führenden Rohrleitungen, die am oberen Ende im Schieberhaus je zwei Drosselklappen und Be- und Entlüftungsventile erhalten.

Rohrleitungen

Die Druckrohrleitungen haben im oberen Teile 1750 mm l. W., die nach unten auf 1344 mm abnimmt. Bei Wanddicken bis zu 51 mm werden die Rohre glatt geschweißt, im unteren Teil der Rohrleitung sind geschweißte Rohre mit Verstärkungsbändern und Rohrkrümmer aus Stahlguß vorgesehen. Die Rohrleitungen werden in elf Krümmerfundamenten verankert. Zwischen dem untersten und

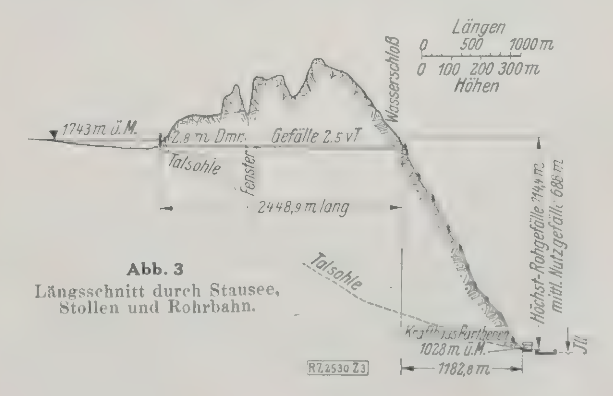


Abb. 3
Längsschnitt durch Stausee, Stollen und Rohrbahn.

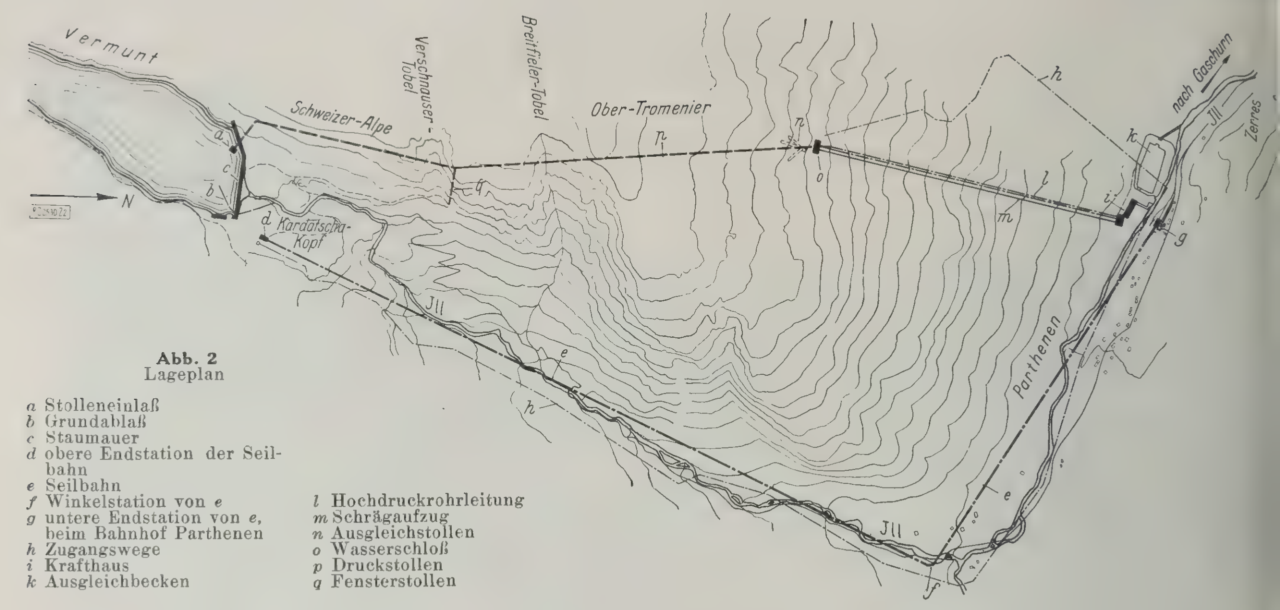


Abb. 2
Lageplan

a Stolleneinlaß
b Grundablaß
c Staumauer
d obere Endstation der Seilbahn
e Seilbahn
f Winkelstation von *e*
g untere Endstation von *e*, beim Bahnhof Parthenen
h Zugangswege
i Krafthaus
k Ausgleichbecken
l Hochdruckrohrleitung
m Schrägaufzug
n Ausgleichstollen
o Wasserschloß
p Druckstollen
q Fensterstollen

dem obersten Ankerklotz beträgt der Höhenunterschied 669,9 m; die Rohrleitung ist 1368 m lang und hat auf der steilsten Strecke 85 vH Neigung. Unterhalb der Krümmerfundamente sind jeweils Ausdehnungsmuffen angebracht. Die Rohrschüsse haben je 6,5 bis 8 m Länge und werden auf Sockeln mit Rohrsätteln gelagert. Die geschweißten Rohre werden mittels kegeliger Nietmuffen, die mit Bändern verstärkten Rohre mittels Nietlaschen verbunden. Das Eisengewicht der beiden Rohrleitungen beträgt 4800 t.

Krafthaus

Zunächst werden vier Maschinensätze mit insgesamt 90 000 kW aufgestellt; der Platz für einen weiteren ist vorgesehen. Die Turbinen sind eindüsige Freistrahlturbinen mit wagerechter Welle, das Laufrad ist aus Chromnickelstahl in einem Stück gegossen. Die Turbinen werden bei 688 m mittlerem Nutzgefäll, 4,03 m³/s Wassermenge und 500 U/min je 31 800 PS leisten. Vor dem zu jeder Turbine gehörigen Kugelschieber wird eine Wassermengen-Meßdüse eingebaut. Die Turbinen erhalten selbsttätige Doppelreglung, die auf die Strahlablenker und die Düsennadel wirkt. Zum Stillsetzen der Maschinen sind Gegendüsen angeordnet.

Die Drehstromerzeuger mit angebauten Erregermaschinen werden mit den Turbinen unmittelbar gekuppelt. Ihre Nennleistung beträgt je 30 000 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}85$ und 6000 V. Jede Maschinengruppe erhält drei Lager. Die Umspannanlage in Freiluftausführung wird neben dem Maschinenhaus errichtet.

Neben dem Krafthaus wird ein Ausgleichbecken mit rd. 100 000 m³ Nutzinhalt angelegt. Dieses Becken ist notwendig, um die Ansprüche der Unterlieger befriedigen zu können. Damit auf der linken Talseite für den Bau des Beckens genügend Raum frei wurde, mußte man die Ill im Bereich des Krafthauses verlegen.

Fördereinrichtungen

Im Anschluß an die Montafoner Bahn wurde eine 18 km lange Schmalspurbahn mit Umladebahnhof in Tschagguns erbaut. Die normalspurigen Wagen werden auf Brückenwagen weiterbefördert. Für das Umladen schwerer Maschinenteile dient ein Bockkran für 70 t Tragkraft.

Vom Endbahnhof Parthenen führt eine 4,6 km lange Luftseilbahn mit 10 t/h Leistung über eine Winkelstation zur Staumauer. Längs der Rohrleitung ist ein Schrägaufzug für 15 t Last, der zum Befördern der Rohre und Baustoffe dient, im Betrieb. Für die Bauarbeiten an diesem Rohraufzug und an der Rohrleitung sowie für die Stollenarbeiten beim Wasserschloß mußte längs der Rohrleitung ein Hilfsschrägaufzug und eine Luftseilbahn errichtet werden.

Die Jahreserzeugung des Vermuntwerkes wird rd. 150 Mill. kWh betragen, die in der Hauptsache nach Deutschland geleitet wird; das Land Vorarlberg hat sich den Landesbedarf gesichert. Das Staubecken des Vermuntwerkes verbessert wohl die Winterwassermengen, jedoch genügt es nicht, den Sommer- und Winterabfluß auszugleichen. Es bestehen indessen im oberen Illgebiet noch verschiedene Möglichkeiten zur Anlage größerer Speicherbecken; das im Ochsenboden wird voraussichtlich bald zur Ausführung kommen. [M 2530]

Winterthur *Luchsinger*

Anstrichtechnik

Vergleichende Versuche mit Farbspritzpistolen[1]

Es ist eine Naturnotwendigkeit, unsere Erzeugnisse v[or] äußeren Zerstörungseinflüssen zu schützen. Gegen A[n]griffe von außen bietet die Farbschicht den einfachsten u[nd] billigsten Schutz. Um die für den Farbauftrag notwen[di]gen Arbeitsgänge in die Fließfertigung einzureihen, mußt[en] besondere Mittel ersonnen werden.

An dieser Stelle soll nur der rein handwerksmäßige A[r]beitsvorgang des Farbauftrags behandelt werden. In Ameri[ka] hat man den letzten Teil der Fertigung mit dem Ausdru[ck] „finishing“ festgelegt. Ich möchte hierfür den Ausdru[ck] „Vollendung“ vorschlagen. Wendet man diese Betrie[bs]wissenschaft auf den Farbauftrag an, so ergibt sich, d[aß] man eine gute Arbeit verlangen muß, die nur von geschi[ck]ten Händen mit bestem Farbstoff und ausgesuchtem Borst[en]pinsel erreicht werden kann. Aber auch hiermit sind d[ie] Ansprüche dieser Vollendungstechnik nicht befriedigt. [Es] bedarf der Zuführung staubfreier Luft von genau festg[e]setzter Temperatur und Feuchtigkeit, um den Trocke[n]vorgang ordnungsgemäß einzuleiten und erfolgreich durc[h]zuführen.

Bei der Massenherstellung ist es ebenso wichtig, d[en] Flächenschutz bis ins kleinste zu durchdenken und e[nt]sprechende mechanische Vorrichtungen bereit zu stell[en], wie es auch bei der Erzeugung von Werkzeugmaschin[en], Schreibmaschinen, Kraftwagen usw. der Fall ist. Die E[r]fahrung hat eindeutig gelehrt, daß nur bei reiflicher Übe[r]legung und der Zuhilfenahme des ganzen in Betracht ko[m]menden Rüstzeugs ein bleibender wirtschaftlicher Erfo[lg]

[1] *Paul Nettmann*, Vergleichende Versuche mit Farbspritzpis[to]len. Fachausschuß für Anstrichtechnik, Berlin 1929, VDI-Verlag. (24 ... m. 59 Abb. und 9 Zahlentafeln, Preis 3,50 RM, f. Mitgl. d. V. d. I. 3,15 R[M]

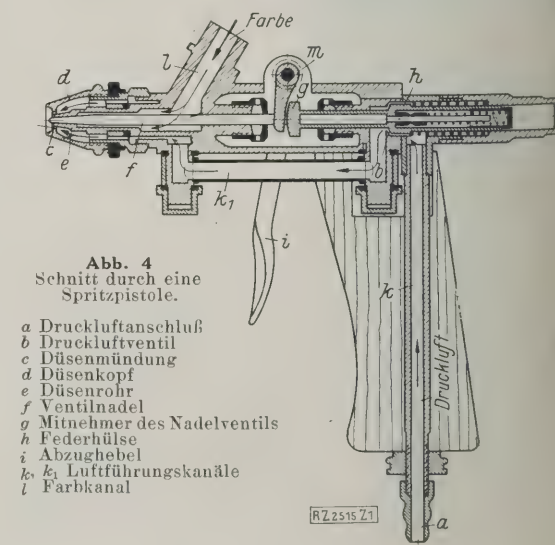


Abb. 4
Schnitt durch eine Spritzpistole.

a Druckluftanschluß
b Druckluftventil
c Düsenmündung
d Düsenkopf
e Düsenrohr
f Ventilnadel
g Mitnehmer des Nadelventils
h Federhülse
i Abzughebel
k, k_1 Luftführungskanäle
l Farbkanal

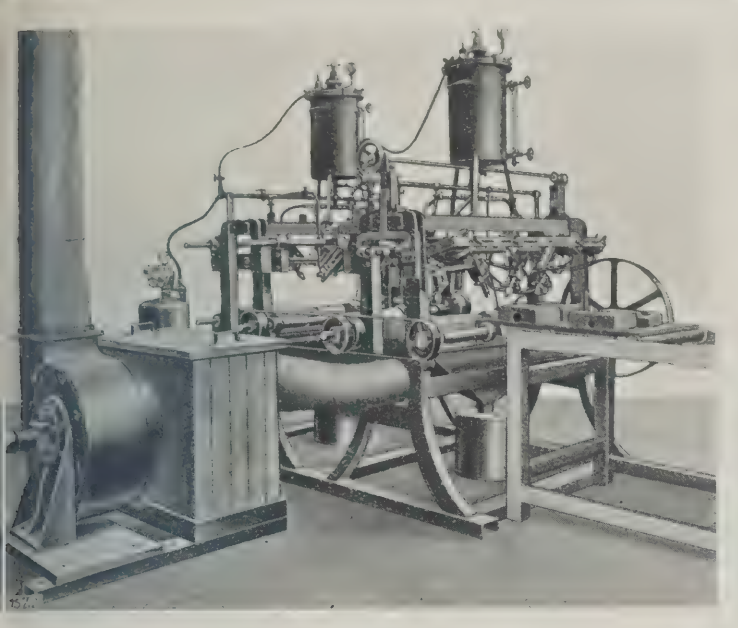


Abb. 5
Selbsttätige Farbspritzmaschine.

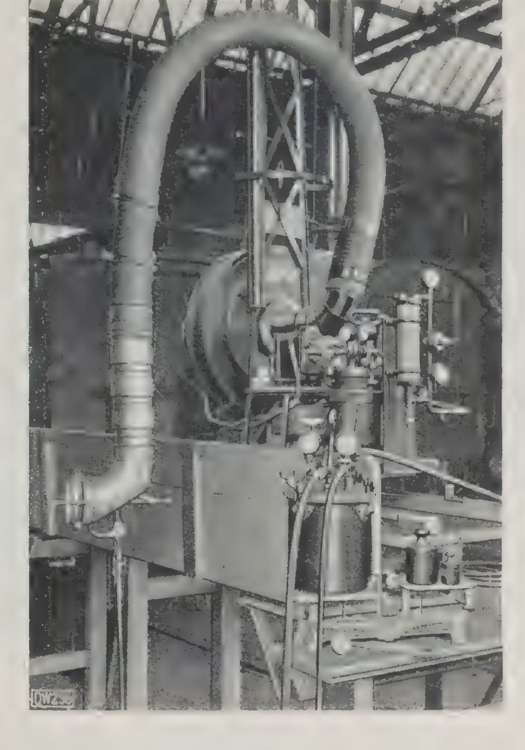


Abb. 8
Versuchsanlage zur Bestimmung der Nebelmenge von Spritzpistolen.

erzielen ist. Es sind zu überlegen das Fördern der Gegennde, die Formung, die zweckmäßigste Aufstellung der Arter, ob der Gegenstand getaucht, nach dem Tauchen geleudert oder nur mit Farbe übergossen werden soll. Ferr, ob bei der Fertigung diese Vorgänge sich zweckmäßig ederholen müssen und ob die Einschiebung einer künstnen Trocknung notwendig erscheint.

Die schnellste, beweglichste und anpassungsfähigste t des Farbenauftrages finden wir bei Anwendung des sonannten Luftpinsels (Farbspritzpistole) in seinen verniedensten Ausführungen. Das Aufsprühen der Farbe nn je nach der zur Anwendung gelangenden Druckstufe geteilt werden in das Vakuumsprühen, das Niederdruckritzverfahren, das Mitteldruckverfahren und das Hochickverfahren.

Einen Einblick in den Aufbau einer Pistole gibt Abb. 4. nen neuzeitlichen Farbspritzautomat, der zwangläufig s den Forderungen der Fließarbeit entsteht, zeigt Abb. 5. e Vorteile sind genaue Anpassung an die Arbeitergliedung, Betätigung im Einklange mit der Arbeitsgeschwinkeit, vollständig mechanische Betätigung, unabhängig von mittelbarem Eingriff des Arbeiters, gekapselte Bauart mit belabsaugen, also hygienisch einwandfrei.

Für den Betriebsingenieur und den Wirtschaftler sind Untersuchungen bemerkenswert und fruchtbringend, die h mit der Bestimmung der Leistung, des Luftverbraues, der Neigung zur Nebelbildung und des Wirkungsndes der Spritzpistolen beschäftigen, Abb. 6 und 7. Den Vorteil der höheren Leistung erkauft man aber mit einer Farbverschwendung. In der Praxis wird der große Verlust notgedrungen in den Kauf genommen zugunsten der besseren Zerstäubung, die sich durch Anwendung eines höheren Spritzdruckes erzielen läßt.

Wichtig ist, den schädlichen Nebel zu beseitigen. Man faßt ihn an der Stelle seiner Entstehung: an der Spritzpistole. Eine hierfür geeignete Vorrichtung, mit der die in Abb. 7 eingetragenen Werte gewonnen wurden, zeigt Abb. 8.

Dies Gerät eignet sich nur für den Anstrich von großen senkrechten und vollständig glatten Flächen. Aus der Reihe von ausgeführten Absauganlagen zeigt Abb. 9 eine solche, die für den Anstrich von Wagen in Frage kommt.

In Fällen, wo eine kostspielige Nebelabsaugeinrichtung nicht in Frage kommt, greift man zu den wohlfeileren Schutzmasken, von denen sich besonders jene mit Frischluftzufuhr einer zunehmenden Beliebtheit bei der Arbeiterschaft erfreuen. Die Verwendung von Spritzkammern macht die Verwendung der Masken noch nicht entbehrlich.

Für die Instandhaltung des Spritzgeräts in großen Betrieben muß eine eigene Sonderwerkstatt bestehen. Zur Unterhaltung von 15 Spritzpistolen und den dazugehörigen Geräten ist ein Mann nötig. Rein wirtschaftlich betrachtet

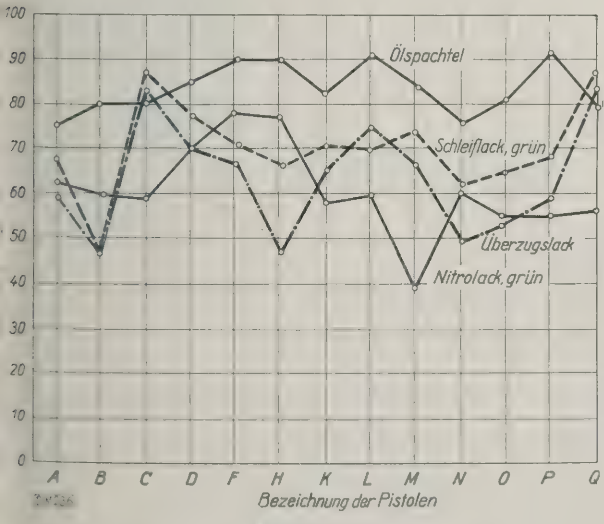


Abb. 6
Leistung von Spritzpistolen bei verschiedenen Anstrichstoffen.

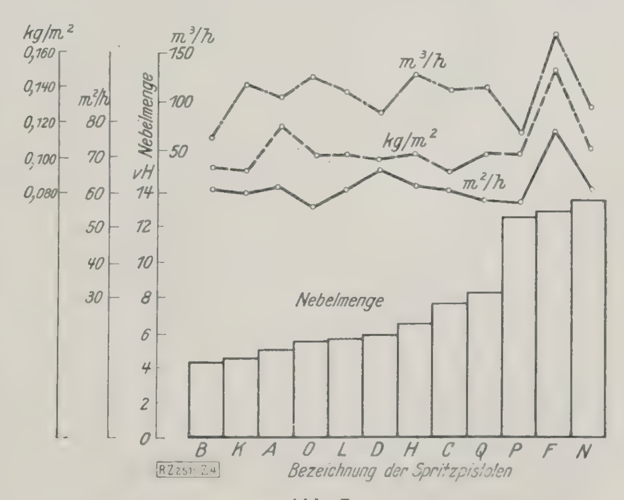


Abb. 7
Leistung, Farb- und Luftverbrauch und Nebelmenge von Spritzpistolen von Nitrozelluloselack.
Versuchsbedingungen: 1. gleichbleibender Druck, 2. gleichbleibende Spritzbreite von 70 mm, 3. gleichbleibende Zähflüssigkeit der Farben.

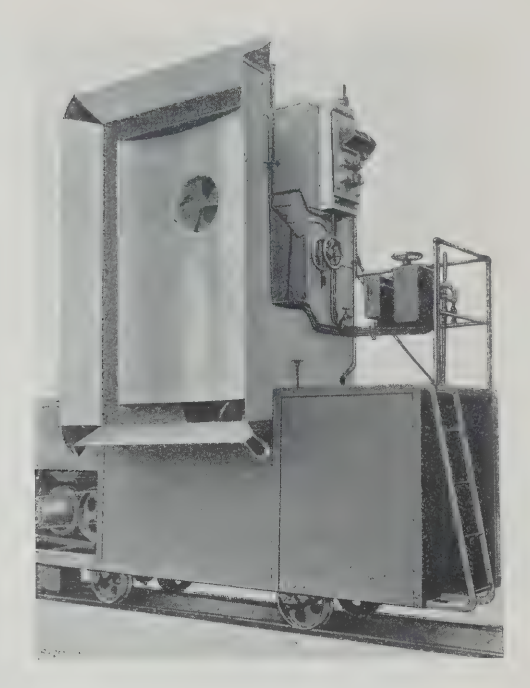


Abb. 9
Selbsttätiger Spritzstand für Eisenbahnwagen mit Nebelabsauganlage.

werden die kleinen Kosten für den Unterhalt der Pistolen eine größere Leistungsfähigkeit des Betriebes bringen und darüber hinaus die Lebensdauer der Spritzgeräte erhöhen.

Es würde den hier gezogenen Rahmen überschreiten, wollte man auf die mannigfaltigen Erscheinungen, Bedingungen, Bedürfnisse und Auswirkungen der Farbenspritztechnik im einzelnen genauer eingehen. Es muß hier auf die eingangs erwähnte Originalarbeit verwiesen werden.

Charlottenburg Dr.-Ing. *P. Nettmann*

Werkstoffe

Konstante Bruchharbeit als Erklärung für den Bruch durch Ermüdungs- und andere Belastungen

Seit *Wöhlers* bahnbrechenden Versuchen in den fünfziger und sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ist das Problem der „Ermüdungsfestigkeit" Gegenstand von Studien und Untersuchungen in den Festigkeitslaboratorien der ganzen Welt gewesen. Die neueren Versuche haben die Ergebnisse und Ansichten *Wöhlers* in weitem Maße bestätigt; aber es ist noch keine wirklich befriedigende Erklärung der Vorgänge bekannt geworden.

Ljungberg hat nun in der letzten Zeit unter Mitarbeit von *O. Hallström* im Festigkeitslaboratorium der Technischen Hochschule, Stockholm, verschiedene Versuchsreihen durchgeführt und dabei Beobachtungen gemacht, die eine gute Erklärung für die Mehrzahl der hierher gehörenden Vorgänge geben[1]). Die Versuche zeigen, daß die Arbeit, die je Raumeinheit zur Herbeiführung des Bruches an irgendeiner Stelle des Körpers erforderlich ist, gleich bleibt, unabhängig davon, ob die Bruchharbeit auf einmal oder in verschiedenen Phasen geleistet wird.

Bei reinem Zugversuch kommt der Bruch durch eine einfache ununterbrochene Belastungssteigerung und eine entsprechende Verlängerung zustande. Die Bruchharbeit [...] einem Probestab bei einem solchen Zugversuch zeigt Sch[au]bild *a* in Abb. 10. Dieses Schaubild ist unmittelbar v[on] der an der Prüfmaschine des Laboratoriums angebracht[en] selbstschreibende Vorrichtung aufgezeichnet worden. [Das] Schaubild stellt jedoch nicht die Bruchharbeit innerhalb ei[nes] Teilchens der eigentlichen Bruchfläche dar, denn hier ist [die] wirkliche Spannung und auch die Verlängerung je Läng[en]einheit bedeutend größer als sie in dem Schaubild zum A[us]druck kommt.

Schaubild *b*, Abb. 11, zeigt den Zusammenhang zwisch[en] der wirklichen Spannung (σ_1), d. h. der Kraft (P) gete[ilt] durch die Einschnürungsfläche (A_1), und der Dehnung ([...] in derselben Einschnürungsstelle. Die Dehnung ist du[rch] Messen des Durchmessers des Probestabes an der Einsch[nü]rungsstelle unter der Annahme gleichbleibenden Volum[ens] eines Elementes an dieser Stelle berechnet[2]).

Auch das Schaubild *b* drückt eine Arbeit aus, gibt a[ber] auch nicht die wirkliche Arbeit je Raumeinheit an. Di[e] wird nämlich durch $\int\limits_0^{\varepsilon} \sigma \, d\,\varepsilon_1$, worin σ die Kraft P, gete[ilt] durch die ursprüngliche Querschnittfläche A, bedeutet. [...] ist nämlich die Arbeit an der Einschnürungsstelle gleich [der] Kraft P, d. h. σA, vervielfacht mit der Verlängerung [an] dieser Stelle, und somit die Arbeit je Raumeinheit glei[ch] dem angegebenen Integral. Dieses Integral wird aus Scha[u]linie *c*, Abb. 11, erhalten. Zum Vergleich ist auch die Scha[u]linie *a*, Abb. 10, in Abb. 11 eingezeichnet (in anderm Ma[ß]stab als in Abb. 10).

Wenn man bei einem Zugversuch die Spannung ni[cht] bis zum Bruch unmittelbar absteigen läßt, sondern den V[er]such bei einem Punkt *C*, Abb. 12, unterbricht und mit [der] Spannung auf null hinab- und dann wieder auf denselb[en] Wert hinaufgeht, so ergibt sich beim Hinab- und be[im] Hinaufgehen nicht dieselbe Schaulinie, sondern es zeigt s[ich] eine gewisse Hysteresis, die einer aufgewendeten Arbeit e[nt]spricht. Wird der Versuch bei verschiedenen Spannung[en] unterbrochen oder läßt man die Spannung nicht auf n[ull]

[1]) *Karl Ljungberg*, Teknisk Tidskrift Bd. 58 (1928) S. 409 u. f.

[2]) Vergl. *Considère*, Die Anwendung von Eisen und Stahl. Ü[ber]setzung von *Hauff*.

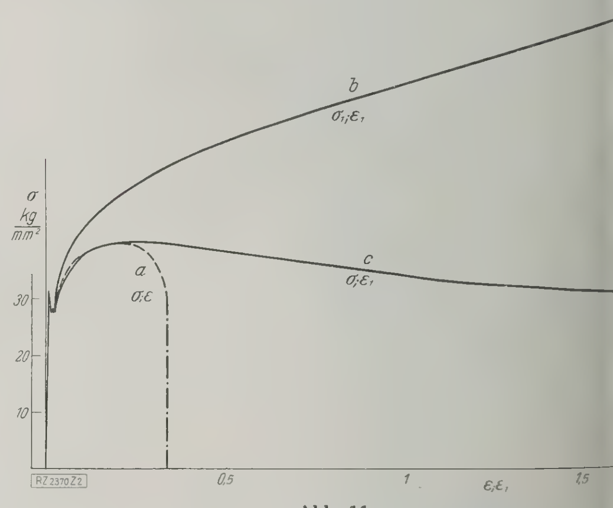


Abb. 11
Verschiedene Schaubilder des Zugversuches

a Zugversuch an einem Probestab (anderer Maßstab als Abb. 1[0])
b Beziehung zwischen wirklicher Spannung und der Dehnung i[n] derselben Einschnürungsstelle
c Arbeit, bezogen auf Raumeinheit

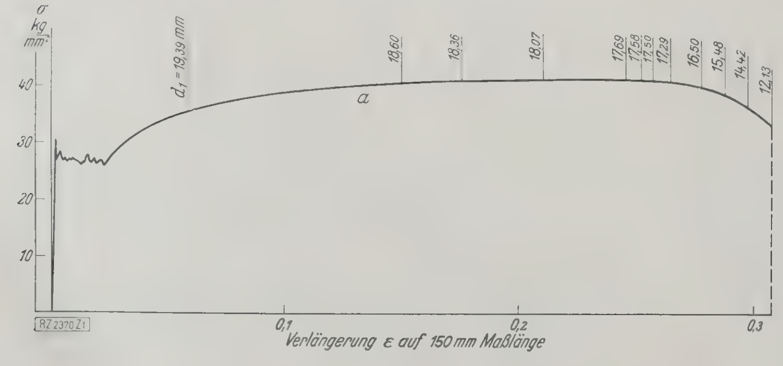


Abb. 10
Schaubild (nicht maßstäblich) eines Zugversuches [an] einem unbehandelten Stahl mit 0,2 vH C.

Durchmesser der Probe vor dem Zugversuch	20 mm
Durchmesser der Probe nach dem Zugversuch	12,13 mm
Querschnitt der Probe vor dem Zugversuch	314 mm²
„ „ „ nach „ „	116 „
Normalmaßlänge	200 mm
Diagrammaßlänge	150 „
obere Streckgrenze (9 640 kg)	30,5 kg/[mm²]
untere „ (8 400 „)	26,7 [„]
Bruchgrenze (12 940 kg)	41 [„]
„ auf Bruchfläche bezogen (10 000 kg)	86 [„]

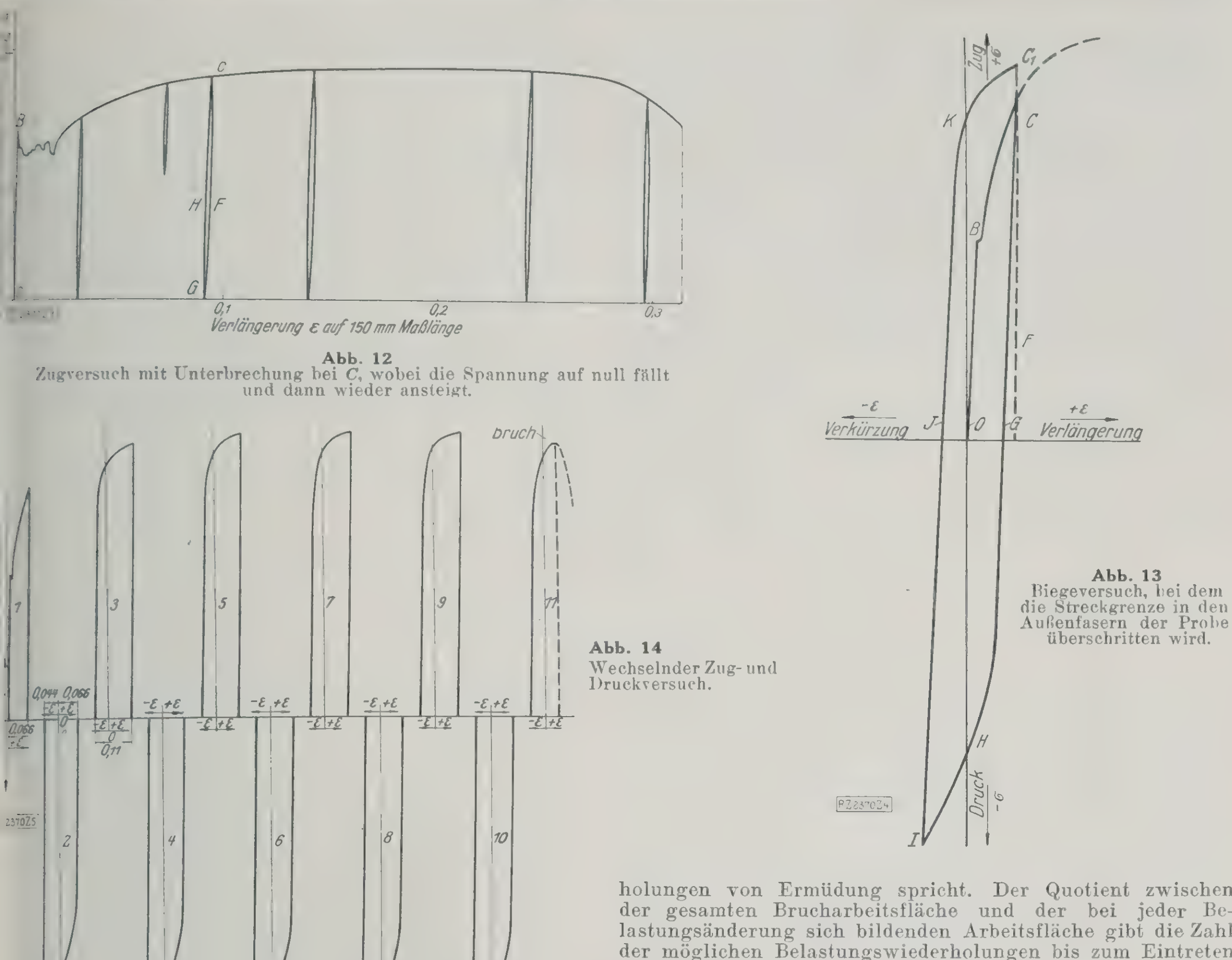


Abb. 12
Zugversuch mit Unterbrechung bei *C*, wobei die Spannung auf null fällt und dann wieder ansteigt.

Abb. 14
Wechselnder Zug- und Druckversuch.

Abb. 13
Biegeversuch, bei dem die Streckgrenze in den Außenfasern der Probe überschritten wird.

…dern auf einen andern Wert zurückgehen, so entstehen …schiedene Hysteresisflächen. Wird der Zugversuch nur …ige Male auf die gekennzeichnete Weise unterbrochen, …erreicht die Schaulinie fast dieselbe Endlage wie bei un…erbrochener Herbeiführung des Bruches. Wird dagegen … Versuch sehr häufig in der angegebenen Weise unter…chen, so kann der Bruch sogar schon bei einer dem …kte *C* entsprechenden Spannung eintreten. Die Ver…he *Ljungbergs* zeigen, daß der Bruch dann eintritt, wenn … Summe aller Hysteresisflächen zuzüglich der bereits ent…ndenen Arbeitsfläche *OBCFGO* gleich der gesamten Bruch…eitsfläche ist (entsprechend Schaulinie *c*, Abb. 11).

Hieraus kann man die wichtige Schlußfolgerung ziehen, … die gesamte Brucharbeit unveränderlich ist und auf …imal, wie beim gewöhnlichen Zugversuch, oder durch …ederholungen in der beschriebenen Weise geleistet wer… kann, wobei man bei einer großen Zahl von Wiederholungen von Ermüdung spricht. Der Quotient zwischen der gesamten Bruchararbeitsfläche und der bei jeder Belastungsänderung sich bildenden Arbeitsfläche gibt die Zahl der möglichen Belastungswiederholungen bis zum Eintreten des Bruches an.

Ljungberg hat mit einer großen Zahl von Versuchen an verschiedenen Eisen- und Stahlsorten teils mit Hilfe des *Martensschen* Spiegelgerätes die Hysteresisfläche und teils die Ermüdungsfestigkeit bestimmt. Das Ergebnis einiger dieser Versuche ist in Zahlentafel 1 wiedergegeben. In Versuch 1 bis 3 ist die Spannung zwischen null und einem oberen, unter der Streckgrenze liegenden Werte geändert worden. Die Ermüdungsfestigkeit ist durch Biegungsbeanspruchung im umlaufenden Probestück bestimmt worden. Bei Versuch 4 ist die Spannung zwischen $\sigma_{min} = 46$ kg/mm² und $\sigma_{max} = 87$ kg/mm² geändert worden, d. h. die Höchstspannung liegt in diesem Falle oberhalb der Streckgrenze. Die Hysteresisfläche zeigte mit dem Fortschreiten des Versuches das Bestreben, kleiner zu werden. Der in Zahlentafel 1 angegebene Wert wurde nach etwa 50 000 Spannungswechseln ermittelt. Der Ermüdungsversuch wurde mit einer einfachen Zugmaschine durchgeführt; der Bruch trat nach 108 000 Spannungswechseln ein. Die in Zahlentafel 1 aufgeführten Werte bilden eine gute Stütze für die von *Ljungberg* vertretene Ansicht.

Zahlentafel 1
Ergebnisse der Untersuchung einiger Werkstoffe

Versuch	1	2	3	4
…ersuchter Werkstoff	0,2 vH C	0,4 vH C, 0,6 vH Cr, 3 vH Ni	0,4 vH C, 0,6 vH Cr, 3 vH Ni	
	unbehandelt	geglüht	gehärtet	
σ_s kg/mm²	31	38	65	
σ_b „	42	59	88	
…charbeitsfläche A_τ, Schaulinie *c*, Abb. 11 „	67	100	101	101
…nnungswechsel zwischen „	± 24	± 30	± 39	+ 46 bis + 87
…ahl derartiger Wechsel bis zum Bruch	1 000 000*)	1 000 000*)	1 000 000*)	108 000
…nnungswechsel zwischen kg/mm²	0 bis 22	0 bis 32	0 bis 40	46 bis 87
…sprechende Hysteresisfläche A_H „	0,0005	0,0003	0,0001	0,000 98
$\frac{A_\tau}{A_H}$	1 300 000	340 000	1 000 000	104 000

*) Durch gewöhnliche Ermüdungsprobe erhalten, die stark abweichende Werte ergibt.

Auch einige andre Bruchvorgänge, die nicht auf Ermüdungserscheinungen zurückgeführt zu werden brauchen, da die Anzahl der dem Bruch vorausgehenden Spannungswechsel sehr gering ist, können durch den von *Ljungberg* aufgestellten Satz erklärt werden. Ein Beispiel dieser Art stellt der gewöhnliche Biegeversuch bei Blech oder Draht dar, wobei einige wenige Hin- und Herbiegungen den Bruch verursachen. Wird nämlich ein Stab so stark gebogen, daß die Streckgrenze in den Außenfasern auf der Zugseite weit überschritten wird, so folgt die Spannung hierbei dem Kurvenzug *OBC*, Abb. 13. Wird er dann auf die andre Seite und daraufhin wieder in die vorerwähnte Lage gebogen, so geht die Verlängerung durch die Nullinie in eine Verkürzung und schließlich wieder in eine Verlängerung über. Hierbei verändert sich die Spannung entsprechend dem Kurvenzuge $CGHIJKC_1$, Abb. 13. Die von diesem Kurvenzug umschlossene Fläche stellt den mit einer Hin- und Herbiegung verbundenen Arbeitsverlust dar. Ähnliche Verluste werden bei jeder Biegung erhalten, und der Bruch tritt dann ein, wenn die Summe aller dieser Verluste gleich der gesamten Brucharbeitsfläche entsprechend Schaubild *c*, Abb. 11, geworden ist.

Die Erklärung ist durch wechselnde Zug- und Druckversuche nachgeprüft worden. Hierbei wurde das Probestück zuerst einem Zug ausgesetzt, bis die Dehnung $\varepsilon = 0,066$ betrug, daraufhin einem Druck bis zu einer Verkürzung von $\varepsilon = 0,066 + 0,044$ usw. Der Versuch wird schaubildlich du Abb. 14 wiedergegeben. Die gesamte Brucharbeitsfläche den Werkstoff betrug 60 kg/mm² und die Summe der Verl bis zum Eintreten des Bruches entsprechend Abb. 64 kg/mm².

Aus den Beispielen geht hervor, daß man durch den *Ljungberg* aufgestellten Satz über die konstante Bruchar sowohl eine bessere Erklärung oder ein besseres Verständ der bekannten Ermüdungsvorgänge wie auch einen na lichen Zusammenhang zwischen dem Bruchverlauf bei gewöhnlichen Belastungsfällen bei einmaliger Belast oder einer geringen Zahl von Belastungen und den dy mischen oder sehr oft wiederholten Belastungen erhält. ungleiche Bruchverlauf ist lediglich auf verschiedene Pha desselben Vorganges zurückzuführen.

Durch die beschriebenen Untersuchungen ist die Fr keineswegs gelöst, sondern erst in Angriff genommen. ist deshalb möglich, daß die Fortsetzung der Versuche kle Abänderungen der hier gezogenen Schlußfolgerungen mit s bringen wird. Wegen der großen Bedeutung der behandel Frage und um auch für andre Forscher eine Bearbeitu möglich zu machen, hat *Ljungberg* es doch für richtig achtet, das Ergebnis der bisherigen Untersuchungen ber bekanntzugeben. [M 2370

Berlin Prof. Dr.-Ing. *Durre*

Kleine Mitteilungen

Neues Hochdruckdampf-Kraftwerk

Die American Gas & Electric Co. und die United Gas Improvement Co. errichten z. Zt. gemeinsam in Deepwater ein Elektrizitätswerk, das gleichzeitig das 450 m entfernte Industriewerk von E. J. du Pont de Nemours & Co. mit Strom und Dampf versorgen soll. Das Kraftwerk ist für 400 000 kW Höchstleistung entworfen, vorläufig werden jedoch nur je eine 53 000 kW-Turbogruppe für die beiden Teilhaber und eine von 12 500 kW für die Versorgung des Industriewerkes aufgestellt. Die beiden 53 000 kW-Gruppen bestehen je aus einer 11 000 kW-Hochdruck- und einer 42 000 kW-Niederdruck-Turbodynamo. Alle Turbinen verarbeiten Dampf von 85 at und 385 bis 400°.

Die Kesselanlage besteht aus sechs 835 m²-Kesseln, davon zwei für die Zwischenüberhitzung des Abdampfes der beiden 11 000 kW-Turbinen. Abgesehen von den letzten haben die Kessel noch je 1700 m² Vorwärmerheizfläche[1]). Die Kessel erhalten Kohlenstaubfeuerung und wassergekühlte Feuerraumwände. Um Staubbereitung mit Bunkerung und Einblasemühlen unter gleichen Bedingungen zu vergleichen, werden beide Verfahren angewendet.

Der Abdampf der 12 500 kW-Dampfturbine, bei Vollast 240 t/h, wird in Verdampfer geleitet, die 180 t/h Dampf von 12,6 at liefern. Dieser wird dann durch Frischdampf von 85 at auf 227° überhitzt und dem Industriewerk zugeführt. („Electrical World" 11. Mai 1929 S. 919*) [N 3158 a] *Le.*

[1]) Vergl. Z. Bd. 73 (1929) S. 413.

Die Deckung des Winter-Strombedarfs der Schweiz

Der Stromverbrauch der Schweiz einschließlich der Stromausfuhr wird für das Jahr 1930/31 auf 4700 Mill. kWh geschätzt, wenn man voraussetzt, daß seine gegenwärtige Entwicklung anhält. Da in wasserarmen Jahren die Lauf- und Tagesspeicherwerke 3200 Mill. kWh, die Jahresspeicherwerke 480 Mill. kWh liefern können und aus Wärmekraft- oder fremden Werken rd. 430 Mill. kWh, im ganzen also nur rd. 4110 Mill. kWh zur Verfügung stehen, würde ein Restbedarf von 590 Mill. kWh ungedeckt bleiben. Dr.-Ing. *Seidner* hat berechnet, daß Wasserkraftwerke, die aus Lauf- und Tagesspeicherwerken bestehen, in der Schweiz billiger als Wärmekraftwerke arbeiten, daß sich dagegen letztere zur Deckung des Spitzenbedarfs mit einer Benutzungsdauer von 3300 h besser eignen als Wasserkraftspeicherwerke. (Schweizerische Bauzeitung 1. Juni 1929 S. 268*) [N 3158 b] *Pa.*

Untersuchungen an Betonfüßen für Leitungsmasten

Für den Bau einer 110 kV-Leitung hat die Pacific Gas and Electric Co. Untersuchungen über die zweckmäßigste Form von Mastfüßen aus Beton durchgeführt. Man strebte hierbei danach, die vorgeschriebene Standfestigkeit mit dem niedrigsten Werkstoffaufwand zu erreichen und Handarbeit weitgehend durch Maschinenarbeit zu ersetzen. Auf Grund der Untersuchungen fand man eine Form, die sich mit weniger als den halben Kosten der bisherigen Normalform herstellen läßt. Diese Fußform wurde für die Leitu Newark — Morgan Hill gewählt. Weitere Versuche sol zeigen, ob sich nicht auch eine andre Form, die un einen Wulst hat, eignet. Bei den bisherigen Versuchen sich herausgestellt, daß auch diese Form wesentlich billi angefertigt werden kann als die bisherige Normalform; verlangt aber ein schräges Loch, das nicht immer lei und sicher herzustellen ist. Man sucht deshalb nach ei Abwandlung dieser Form, die nur ein senkrechtes L verlangt. („Electrical World" 18. Mai 1929 S. 967*) [N 3158 c] *Pa*

Kabelkran von rd. 700 m Spannweite

Beim Bau der Rohrleitung für die Hetch Hetc Wasserkraftanlage in Kalifornien bedient man sich auf Strecke, die durch die Schlucht Tuolumne führt, eines Kab kranes von 5 t Tragfähigkeit, dessen Tragseil von rd. 57 Dicke bei der großen Spannweite von 700 m unbelas einen Durchhang von 38 m, mit 5 t Last in der Mitte freien Länge einen solchen von rd. 45 m aufweist.

Der Maschinenturm ist 19,8 m, der Gegenturm 18, hoch. Die Katze wird mit 6,1 m/s verfahren, die Last rd. 1,5 m/s gehoben. („Engineering News-Record" 16. 1929 S. 793/94*) [N 3158 d] *Sd*

Kleine Gießerei mit elektrischen Schmelzeinrichtungen

In der Gießerei der Firma Hobart Brothers Co., Tr Ohio, die täglich 2 t Guß liefert, wird das Metall in zw elektrischen Schaukelöfen von je 100 kW Leistung der troit Electric Furnace Co., Detroit, erschmolzen. In d einen Ofen stellt man Gußeisen aus einem Einsatz 45 kg Roheisen, 90 kg Spänen und 90 kg zerkleinert Schrott her; der Schmelzvorgang dauert 2 h; sechs Schm zen werden täglich durchgeführt. In dem andern Ofen w neben Gußeisen auch Messing erschmolzen. Die auf Formmaschinen hergestellten Formen werden mittels ei Förderbandes an der Gießpfanne vorbeigeführt. Diese hä in einer Vorrichtung, die auf einer an der Decke befest ten Schiene läuft. Der Sand wird mechanisch aufberei und mittels Förderbandes den über den Formmaschinen e gebauten Behältern zugeführt. („The Iron Age" 16. Mai 19 S. 1351/53*) [N 3158 e] *Gw.*

„Rocket"

Die Firma Robert Stephenson and Co., Ltd., de Gründer vor 100 Jahren die berühmte Lokomotive „Rock erbauten, hat im Auftrage von *Ford* für dessen Museum Detroit eine genaue, betriebfertige Nachbildung geschaff die um die Mitte des vorigen Monats der Öffentlichkeit v geführt wurde.

Bemerkenswert ist, bis zu welchem Grade diese Na bildung dem Vorbild entspricht. Man bediente sich nicht zur Herstellung derselben Arbeitsweise wie vor 100 Jahr und baute unwesentliche, nicht sichtbare Maschinente genau nach, sondern man wählte sogar denselben We stoff, den die Erbauer in jenen Zeiten zur Verfügung hatt („The Engineer" 31. Mai 1929 S. 592) [N 3158 f] *Stg*

Erz- und Kohlendampfer

Im Auftrag der Berwindmoor-Dampfschiffahrts-Gesell-..aft, Liverpool, ist vor kurzem auf der Scotstoun-Werft .. Erz- und Kohlendampfer „Berwindlea“ vom Stapel ge-..en. Beim Bau des Schiffes hat man sich die letzten Er-..rungen auf dem Gebiet dieser Sonderbauart zunutze ge-..ht. Der Schiffskörper ist mit seitlich überkragenden ..hbehältern gebaut und hat entsprechend seiner Bestim-..ng besondere Verstärkungen erhalten. Die vier Lade-..ime werden durch sieben Luken, Bauart Hogg-Carr, be-..it. Die „Berwindlea“ ist außerdem das erste englische ..iff, das besonders für Kohlenstaubfeuerung eingerichtet ..den ist. Die Bunker sind so angeordnet, daß die Kohlen ..nittelbar zu den Kohlenstaubmühlen gelangen können. ..sprechend dem Kesselbedarf ist verhältnismäßig wenig ..raum für Kohlenstaub vorhanden.

Die Hauptangaben über das Schiff sind folgende: Länge .. m, Breite 15,8 m, Seitenhöhe 9,1 m, Geschwindigkeit 11 Kn. Die Maschinen- und Kesselanlage besteht aus einer Dreifach-Expansionsmaschine für überhitzten Dampf von 14 at und zwei Einenderkesseln, die mit künstlichem Zug arbeiten. („The Engineer“ 31. Mai 1929 S. 589)
[N 3158 g] *Bl.*

Öffnen und Schließen von Selbstentladewagen mittels Druckölzylinders

Große Selbstentladewagen, die von Schleppern gezogen werden, hat eine amerikanische Firma mit einer Druckölanlage zum Öffnen der Türen versehen. Die zugehörige Druckölpumpe wird vom Motor des Schleppers mit angetrieben. Eine biegsame Verbindungsleitung führt vom Schlepper über die Kupplung zum Zylinder auf dem angehängten Wagen. Der Kolben des Zylinders überträgt seine Bewegung auf eine Rolle, über die das Drahtseil zum Öffnen der Türen führt. Bedient wird die Vorrichtung vom Führersitz des Schleppers aus. („Engineering News-Record“ 23. Mai 1929 S. 851*) [N 3158 h] *Ro.*

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204).

..tsche Forschung. Aus der Arbeit der Notgemeinschaft ..er Deutschen Wissenschaft. 1. H.: Wiederabdruck aus ..em 5. Bericht. 116 S. Preis 3,60 *RM*. 2. H.: Denk-..hriften über Gemeinschaftsarbeiten. 205 S. Preis ..,40 *RM*. 3. H.: Metallforschung. 122 S. m. 49 Abb. Preis ..,40 *RM*. 4. H.: Geophysik und Aerologie. 91 S. m. 15 Abb. ..nd 2 Taf. Preis 3 *RM*. 5. H.: Völkerzusammenhänge und ..usgrabungen. 133 S. Preis 4,40 *RM*. 6. H.: Deutsche ..olkskunde. 150 S. Preis 4,80 *RM*. Berlin 1928, Verlag ..er Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft. Für ..en Buchhandel durch Karl Siegismund.

Die im Jahre 1920 gegründete Notgemeinschaft der ..tschen Wissenschaft, die bisher über ihr verdienstvolles ..ken nur kurz in ihren Tätigkeitsberichten Rechenschaft ..gte, hat sich nunmehr entschlossen, durch Herausgabe ..r Schriftenreihe weiteren Kreisen Kenntnis von dem ..tschreiten der großen Gemeinschaftsarbeiten der Notge-..nschaft zu geben. Zur Zeit liegen sechs Hefte vor.

Wie im Vorwort des Heftes 1 angekündigt wird, sollen ..erster Linie die Gebiete der nationalen Wirtschaft, der ..ksgesundheit und des Volkswohls behandelt werden. ..och nicht nur der Arzt, der Jurist, der Volkswirt und .. Ingenieur werden aus den neuen Veröffentlichungen ..egungen schöpfen können, sondern auch der Theologe, .. Philosoph, der Geschichts- und Naturforscher können ..schluß über die neuesten Arbeiten ihrer Fachgebiete ..alten. Jeder, der an der Entwicklung unseres deutschen ..steslebens Anteil nimmt, wird in der neuen Schriften-..e der Notgemeinschaft eine Fülle wissenswerter Neuig-..en finden.

Ein Blick in die bisher erschienenen sechs Hefte gibt ..n Begriff von dem Umfang der Aufgaben, die von der ..gemeinschaft gefördert werden. Während Heft 1 einen ..emein gehaltenen Rückblick auf die Tätigkeit der Not-..neinschaft in den ersten sieben Jahren ihres Bestehens ..gt, werden im zweiten Heft im einzelnen verschiedene ..gaben der naturwissenschaftlichen und technischen For-..ung umrissen. Für den Techniker ist insbesondere noch ..chtenswert, daß Heft 3 der Metallforschung und Heft 4 ..gaben der Geophysik und der atmosphärischen Physik ..idmet sind.
..E 3096] Dr. *Zaepke*

..htige Akkorde. Von *G. Peiseler*. Berlin 1929, Julius ..pringer. 157 S. m. 64 Abb. Preis 10,50 *RM*.

In dem vorliegenden Buch ist das Gebiet der Stück-..ne vom Standpunkt des Betriebswirtschaftlers aus ge-..en, behandelt. Die vollständige Lösung dieser Fragen, .. den Arbeitgeber und Arbeitnehmer gleichermaßen be-..fen, soll auf dem Weg über die Gemeinschaftsarbeit ge-..den werden. Zu ihrer Klärung sind umfangreiche und ..gwierige Zeitaufnahmen nötig. Man muß also die Zeit-..nahmen für derartige umfangreiche Untersuchungen ..tschaftlicher gestalten. Eine Mechanisierung der Zeit-..nahmen erlaubt das Aufnahmegerät, der „Diagnostiker“ .. Dr. *Peiseler*, dessen Konstruktion der Verfasser be-..reibt und dessen Anwendung er an der Hand zahlreicher ..spiele zeigt. Das Buch kann denen, die sich mit den ..gen der Rationalisierung der Fertigung befassen, zur ..gehenden Durchsicht empfohlen werden.
..E 3000] *Schr.*

Lehrbuch der physikalischen Chemie in elementarer Darstellung. Von *John Eggert*. 2. Aufl., gemeinsam bearb. mit *Lothar Hock*, Leipzig 1929, S. Hirzel. 552 S. m. 123 Abb. Preis 27 *RM*.

Der Umstand, daß das vorliegende Buch bereits nach wenig mehr als zwei Jahren in zweiter Auflage vorliegt, beweist, daß das Bedürfnis nach einem Lehrbuch der physikalischen Chemie in elementarer Darstellung sehr rege ist.

Die Stoffeinteilung behandelt zunächst die Grundlagen der atomistischen und der energetischen Betrachtungsweise, darunter die Grundlagen der klassischen Chemie, die Grundlagen der Thermodynamik, die Grundlagen der kinetischen Theorie der Materie und die Grundlagen der Quantentheorie.

Es folgt ein weiteres Kapitel über die Lehre von den Stoffen, in dem die Atome, die Molekeln, die Aggregationen, nämlich Ein-, Zwei- und Mehrstoffsysteme, und die Phasengrenzflächen abgehandelt werden. Der dritte Abschnitt behandelt die Lehre von den chemischen Vorgängen und bespricht das chemische Gleichgewicht und das Massenwirkungsgesetz, die Thermochemie, die Elektrochemie, die chemische Kinetik und die Photochemie. Die Gliederung des Stoffes ist übersichtlich und klar.

Da das Buch sich an einen weiten Leserkreis wendet, sind nur Grundbegriffe von Chemie und Physik, sowie die elementaren Rechenoperationen vorausgesetzt. Sorgfältig ausgewählte und einheitlich gezeichnete Abbildungen und Kurven ergänzen das sorgfältig ausgestattete Buch. Die neue Auflage ist vollkommen überarbeitet und zum Teil vollkommen umgestaltet. Die leichte Übersicht wird noch dadurch erleichtert, daß der Inhalt der einzelnen Absätze durch Randbemerkungen gekennzeichnet ist und ferner auf Parallelstellen durch Seitenzahlen am Rande hingewiesen ist. [E 2968]
Berlin *Allner*

Flughandbuch für das Deutsche Reich. Herausgeg. vom Reichsverkehrsministerium. 1. Lieferung: Beschreibung von 32 Flughäfen. Berlin 1928, Reichskartenstelle des Reichsamts für Landesaufnahme. Preis der 1. Lieferung allein 21 *RM*, für jede weitere Lieferung 9 *RM*; Gesamtpreis für alle vier Lieferungen 48 *RM*.

Infolge des ausgedehnten Luftverkehrs verfügen wir im Deutschen Reich über etwa 100 Flughäfen und Verkehrslandeplätze. Das Reichsverkehrsministerium hat in Form von losen Blättern ein Handbuch geschaffen, in dem auf den einzelnen Blättern besonders dem Flugzeugführer alle wichtigen Angaben über den anzufliegenden Flughafen gemacht werden.

Jedes Blatt enthält einen Kartenausschnitt 1 : 300 000, in dem der Flughafen oder Verkehrslandeplatz ungefähr seiner Geländeform entsprechend gekennzeichnet ist. Der Kartenausschnitt 1 : 20 000 bringt alle für den Luftverkehr wichtigen Einzelheiten unter besonderer Hervorhebung der Luftfahrthindernisse. Die Luftbildschrägaufnahme zeigt das Rollfeld und die nächste Umgebung. Im Text sind alle für die sichere Durchführung des Luftverkehrs notwendigen Angaben enthalten. [E 2967] *Gw.*

Steam Turbines. Von *T. M. Naylor*. London 1929, Chapman & Hall Ltd. 207 S. m. 171 Abb. Preis 12 s 6 d.

Hydraulic Laboratory Practice. (Auf den Stand von 1929 ergänzte Übersetzung des 1926 vom Verein deutscher Ingenieure herausgegebenen Buches „Die Wasserbaulabora-

torien Europas“, nebst Beschreibungen andrer europäischer und amerikanischer Laboratorien und Beiträgen über die theoretischen Grundlagen von Modellversuchen.) Herausgeg. von *John R. Freeman.* New York 1929, The American Society of Mechanical Engineers. 868 S. m. 996 Abb. Preis 10 $.

Fünfzehnte Berichtfolge des Kohlenstaubausschusses des Reichskohlenrates: **Beitrag zur Klärung der Frage, wie die Asche nach Menge und Art im Kohlenstaub enthalten ist und welche Wege gegeben sind, sie trockenmechanisch zu beseitigen.** Von *H. Schwartzkopff.* Berlin 1929, in Kommission beim VDI-Verlag. 24 S. m. 7 Abb. Preis 2,50 RM.

Mitteilungen aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Eisenforschung. Herausgeg. von *Friedrich Körber.* 10. Bd. 1. bis 19. Lfg.: Abhandlung 96 bis 115 und Gesamtinhaltsverzeichnis der Bände 1 bis 10 (1920 bis 1928). Düsseldorf 1928, Verlag Stahleisen. 402 S. m. 689 Abb. Preis 43,50 RM.

La Science des Plans de Villes. Von *A. Augustin Rey, Justin Pidoux, Charles Barde.* Lausanne 1928, Payot & Cie. und Tunod, Paris. 493 S. m. 435 Abb. Preis 175 Fr.

Handbuch der neuen Straßenbauweisen. Von *W. Reiner.* Berlin 1929, Julius Springer. 400 S. m. 216 Abb. Preis 30,50 RM.

Forschungsarbeiten des Wissenschaftlich-Technischen Komitees des Volkskommissariats für Verkehrswesen, 89. Bd.: **Ergebnisse der experimentellen Brückenuntersuchungen in der U.S.S.R.** Moskau 1928. Sammelheft 22 der Abteilung für Ingenieuruntersuchungen, redig. von *N. Streletzky.* Kommissionsverlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin. 192 S. m. Abb. Preis 4 RM.

Elementare Einführung in die Wellenmechanik. Von *Karl K. Darrow.* Übersetzt und ergänzt durch *E. Rabinowitsch,* mit einem Vorwort von E. Schrödinger. Leipzig 1929, S. Hirzel. 102 S. m. 3 Abb. Preis 5 RM.

Maschinenelemente und Betriebsnormen. DIN-Taschenbuch 12. April 1929. Herausgeg. vom Deutschen Normenausschuß. Berlin 1929, Beuth-Verlag. 207 S. Preis 4,50 RM.

DIN-Normblatt-Verzeichnis. Stand der Normung Frühjahr 1929. Herausgeg. vom Deutschen Normenausschuß. Berlin 1929, Beuth-Verlag. 242 S. Preis 2,50 RM.

Ente Autonomo per l'Acquedotto Pugliese (Unabhängige Vereinigung für die Apulischen Wasserleitungen). Prima Relazione sull' attività dell' ufficio speciale irrigazione. 1926. 66 S. m. 32 Abb., 17 Taf. und 3 Karten. Preis 45 Lire. — Seconda Relazione: 1928. 201 S. m. 40 Abb. und 8 Taf. Preis 40 Lire. — Relazione al Parlamento sull' andamento dell' azienda durante l'anno 1927. 1928. 213 S. m. 12 Taf. Preis 25 Lire. Bari, Gius. Laterza & Figli.

Das Gesundheitswesen der Stadt Magdeburg nebst Sonderbeiträgen. Herausgeg. vom Städtischen Gesundheitsamt Magdeburg. Düsseldorf 1928, Th. P. Braun. 208 S. m. Abb. Preis 10 RM.

Marktnoten. Einführung in die monatliche Marktberi erstattung der VDI-Nachrichten. Sonderabdruck VDI-Nachrichten 1929 Nr. 3. Bearb. in der Fachgru „Vertriebsingenieure“ im Verein deutscher Ingenie Berlin 1929, Selbstverlag. 12 S. m. 3 Abb. Preis 0,50

Die Lochkarte. Herausgeg. vom Ausschuß für Rechnun wesen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute. Düs dorf 1929, Verlag Stahleisen. 91 S. m. 95 Abb. Pr 10 RM.

Kommentar zum Wettbewerbsrecht. Von *Adolf Baumb* Berlin 1929, Otto Liebmann. 585 S. Preis 29 RM.

Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio Serv Geologico e Mineralogico do Brasil: **Fontes de Ener do Brasil.** Von *Euzebio Paulo de Oliveira.* Rio de neiro 1928, Officinas Typographicas do Servico de formações do Ministerio da Agricultura. 21 S. m. 7 A

Organisatorischer Aufbau des Reichsverbandes der De schen Industrie. Nach dem Stande vom 1. März 1929. B lin 1929, Selbstverlag des Reichsverbandes der Deutsc Industrie. 247 S. Preis 12 RM.

Schriftenreihe des Reichsverbandes des Kraftfahrzeugh dels und -gewerbes E. V. Nr. 4: **Einkommen- und Kra fahrzeughaltung in Deutschland.** Von *J. A. Bader.* B lin 1929, Verlag der Wirtschaftsgesellschaft m. b. H. Deutschen Automobilhändler-Verbandes. 50 S. Pr 3 RM.

Précis de Brevetabilité. Von *Armand Picard.* Paris 19 Dunod. 604 S. m. Abb. Preis 50 frc.

Deutsche Hochschulstatistik. Herausgeg. von den Ho schulverwaltungen. Winterhalbjahr 1928/29. Berlin 19 Struppe & Winckler. 248 S. Preis 14 RM.

Zum Jubiläum der 35jährigen wissenschaftlichen Tätigk des Akademikers **W. N. Ipatieff.** Wissenschaftlich-Te nische Verwaltung des Volkswirtschaftsrates. Len grad 1929, Wissenschaftlicher Chemisch-Technischer V lag. 170 S. Preis 3,25 Rubel.

Die Radio-Reihe, 1. Bd.: **Was ist Radio,,** Von *Hans R chenbach* und *Fritz Noack.* 168 S. m. 85 Abb. Pr 5,50 RM. 2. Bd.: **Der Radio-Empfänger.** Von *Wer Braunbek.* 2. Aufl. 93 S. m. 34 Abb. Preis 3,50 RM. Be 1929, Richard Carl Schmidt & Co.

Sammlung Göschen, 1006. Bd.: **Elektrizität im Hause.** *F. Niethammer.* Berlin und Leipzig 1929, Walter Gruyter & Co. 140 S. m. 104 Abb. Preis 1,50 RM.

Der Große Brockhaus. Handbuch des Wissens in zwan Bänden. 15. Aufl. 2. Bd.: Asu bis Bla. Leipzig 19 F. A. Brockhaus. 792 S. m. zahlr. Abb. Preis 26 RM

Die Grundbautechnik und ihre maschinellen Hilfsmit Von *G. Hetzell* und *O. Wundram.* Berlin 1929, Jul Springer. 399 S. m. 436 Abb. Preis 35 RM.

Metallschlauch-Fabrik Pforzheim, vormals Hch. Witz mann: **Erinnerungsschrift 1829 bis 1929.** Pforzheim 19 26 S. m. Abb.

Elektrotechnischer Briefsteller in 4 Sprachen. Deutsch-Fr zösisch-Englisch-Spanisch. Bearb. von *Hugo Loewe.* Le zig 1929, Hachmeister & Thal. 287 S. Preis 12 RM.

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES

Sitzung des Wissenschaftlichen Beirates

am 12. April 1929 im Ingenieurhaus, Berlin.

Verhandlungsleiter: Herr *Lippart.*

Anwesend:

vom Wissenschaftlichen Beirat die Herren: *Föttinger, Knoblauch, Köttgen, Lippart, Prandtl, Schlesinger;*

vom Vorstand die Herren: *Bannwarth, Blaum, Bretschneider, Dorfs, Krauß, Nägel, Graf v. Soden, de Thierry;*

als Gast Herr *Petersen* (Düsseldorf);

von den wissenschaftlichen Ausschüssen die Herren: *Barkow, Ellerbeck, Füchsel, Hort, Jakob;*

die Vereinsdirektoren: *Hellmich, Matschoß;*

von der Geschäftstelle die Herren: *Adrian, Kothe.*

Entschuldigt fehlen die Herren: *Goerens, Möring, Petersen* (Berlin), *Plank, Scholz.*

Hr. *Lippart* gab seiner Freude Ausdruck, daß es ihm wieder möglich sei, nach längerer Unterbrechung durch Krankheit an den Beratungen teilzunehmen. Er hat während seiner erzwungenen Muße die Tätigkeit des Vereines lebhaft beobachtet; besonders erfreulich war ihm die Entwicklung der Arbeiten in den Ausschüssen.

Wenn es dem Verein möglich war, seit der Währungsfestigung für die Unterstützung wissenschaftlicher Forschungsarbeiten etwa eine Viertelmillion an barem G bereitzustellen, so kann der Verein darin mit Recht ein V dienst um die deutsche Technik erblicken, da er diese Sum selbst erst verdienen mußte. Anderseits ist zu betonen, mit diesen „Werbekosten“ die Mitarbeit der führenden W senschaftler an den technischen Aufgaben der Gegenw gewonnen wurde. Man kann diese Mitarbeit nicht gut Geldwerten ausdrücken. Wenn man aber einmal versu die Zeit zu schätzen, die die in den Ausschüssen ehrena lich tätigen Herren für diese Gemeinschaftsarbeit aufw den und einen bescheidenen Stundensatz rechnet, so erg sich ein Betrag von 300 000 bis 400 000 RM im Jahre; d. die deutschen Wissenschaftler stellen durch ihre Mitarb in den Ausschüssen der deutschen Technik einen für un schwere Zeit ganz außerordentlich beachtenswerten Betr in 4 Jahren weit über eine Million Mark zur Verfügu Dieser Gemeinschafts- und Opfersinn der führenden de schen Techniker kann nicht hoch genug anerkannt werd Anderseits darf man in dieser stets bereitwillig geleiste Mitarbeit auch eine Anerkennung dafür erblicken, daß dem Verein deutscher Ingenieure gelungen ist, den in sei Satzung festgelegten Zweck zu erfüllen, nämlich: „

iges Zusammenwirken der geistigen Kräfte deutscher hnik zum Wohle der gesamten vaterländischen Industrie."

Hr. *Petersen* wies darauf hin, daß die wissenschaft- e Forschung in erheblicher und äußerst dankenswerter se durch die Mittel der Notgemeinschaft der utschen Wissenschaft gefördert wird. Man alles tun, um die Notgemeinschaft zu stützen. Der senschaftliche Beirat bevollmächtigte dementsprechend . *Nägel*, zu gegebener Zeit in Verbindung mit dem Deut- n Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine für die emeinschaft im Namen des Wissenschaftlichen Beirates utreten.

Hr. *Petersen* wies weiter darauf hin, daß die Industrie auch andre Stellen in eigenen Laboratorien und mit nen Mitteln zur Durchführung von Forschungsarbeiten falls nennenswerte Summen aufwenden. Es erscheint ckmäßig, einmal diese von der Industrie unmittelbar gebrachten Mittel festzustellen, um einen Vergleich mit ehrenamtlich geleisteten Arbeit deutscher Forscher zu innen.

Schließlich machte Hr. *Petersen* darauf aufmerksam, trotz der Strömung der Zeit, notwendige wissenschaft- e Arbeiten durch Zusammenfassung der Fachleute bei ehenden Körperschaften zu erledigen, neuerdings wieder e eigene Gesellschaft gegründet worden sei: die Deutsche ellschaft für technische Röntgenkunde. Die Industrie e mit Recht erwartet, daß man im organisatorischen rrjahre von einer Neugründung, die neue Satzungen, tere Beiträge usw. erfordert, Abstand genommen hätte. Wissenschaftliche Beirat trat dieser Ansicht bei. Die der neuen Gesellschaft vorgesehenen Arbeiten hätten nso eindringlich und wirksam auch bei bestehenden Ge- schaften, z. B. beim Deutschen Verband für die Material- fungen der Technik, durchgeführt werden können.

Hr. *Schlesinger* machte auf die Verbreitung technisch- senschaftlicher Erkenntnisse in den Kreisen der Meister merksam. Unter Zustimmung der Versammlung führte die Notwendigkeit aus, diesen Kreis von etwa 120 000 sonen, der zwischen dem Ingenieur und dem ausführen- Arbeiter steht, in richtiger Weise für die Verwertung senschaftlicher Arbeitsergebnisse zu gewinnen. Erfolg- sprechende Ansätze sind hierfür vorhanden, z. B. in der eitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure.

Hr. *Matschoß* gab in ähnlicher Weise wie in der vor- igen Sitzung des Wissenschaftlichen Beirats[1]) einen rblick über die Entwicklung der technischen Forschun- im letzten Jahr und den Anteil des Vereines deutscher enieure hieran[2]).

Im Anschluß an diese Ausführungen erstatteten die an- enden Obleute der engeren

Ausschüsse des Wissenschaftlichen Beirates

inen kurzen Bericht über die Tätigkeit der Ausschüsse die Entwicklung des betreffenden Zweiges der Technik.

Wärmeforschung

Die Arbeiten des Ausschusses für Wärmeforschung, über Hr. *Jakob* berichtete, betreffen:

thermische Eigenschaften technisch wichtiger Stoffe, thermodynamische Vorgänge in Maschinen und tech- nischen Einrichtungen und Geräten,

den Zusammenhang wärmephysikalischer und wirt- schaftlicher Fragen.

Als Beispiel zu Punkt 1 nannte der Berichterstatter die orschung der Eigenschaften von Hochdruckdampf ch das Münchener Laboratorium für technische Physik die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, wobei er h auf die neueren Arbeiten des Auslandes hinwies, und Aufstellung einer Zustandsgleichung der festen, lsigen und gasförmigen Kohlensäure im Kälte- itut der Technischen Hochschule Karlsruhe.

Zu Punkt 2 gehören u. a. Versuche im Dresdner und chener Maschinenlaboratorium über die Verbren- ng, die im Danziger Maschinenlaboratorium entwickelte e Theorie der Verdampfung in Kesselrohren und i an verschiedenen Stellen im Gang befindlichen Messun- des Wärmeüberganges ohne und mit Konden- aon, ferner die Untersuchung von Temperatur- d Wärmeübergangsschwankungen in Ma- nen und des Einflusses von Dampfnässe und Zwischen- rhitzung auf die Arbeitsweise von Dampfturbinen. Ein spiel zu Punkt 3 ist die Berechnung von Tafeln für i wirtschaftliche Isolierdicke.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Aus- ß die Richtung der wärmetechnischen Forschung in Deutschland stark beeinflußt. Die meisten Ergebnisse dieser Forschung, abgesehen von dem, was einzelne Firmen ge- heim halten, laufen bei dem Ausschuß zusammen[3]).

Mechanische Schwingungen

Hr. *Hort* sprach über die Tätigkeit des Ausschusses für mechanische Schwingungen, der im Jahre 1924 mit einer kleinen Zahl von Mitgliedern ins Leben getreten ist, die sich sodann auf 20 erhöht hat. Zu diesen kommen bei den wissenschaftlichen Tagungen in der Regel noch 40 bis 50 geladene Gäste. Das Interesse für diese Veranstaltungen ist stets sehr rege.

Tagungen fanden bisher statt im Jahre 1926 in Jena mit dem Ziel einer Aussprache über allgemeine mechanische Schwingungsfragen, die durch Experimentalvorträge der Herren Geh.-Rat *Wien* und Prof. Dr. *Busch*, Jena, unterstützt wurde. Die Tagung 1927 in Braunschweig behandelte die Schwingungsfestigkeit der Werkstoffe, sowie eine Anzahl von akustischen Fragen. In Darmstadt wurden 1928 vorzugsweise die Schwingungen bei Bauwerken[4]) und im Erdboden, sowie das neuerdings wichtige Gebiet der Energieausnutzung durch mechanisch schwingende Vorrichtungen behandelt. Die Tagung 1929 in Göttingen soll vorzugsweise den technisch wichtigen Schwingungserscheinungen in der Luft und in flüssigen Mitteln gewidmet sein.

Die Beiträge sind größtenteils veröffentlicht worden, z. T. in besonderen Heften, die im Buchhandel zu haben sind. Die Forschungsarbeiten, die auf Anregung oder unter Befürwortung des Schwingungsausschusses in der Berichtzeit in Angriff genommen wurden, bezogen sich in der Hauptsache auf die Untersuchung der Schwingungsfestigkeit und der inneren Dämpfung maschinentechnischer Werkstoffe. Hier sind die Arbeiten von *O. Föppl*[5]), Braunschweig, *A. Esau*[6]), Jena, und *K. Memmler*, Berlin zu nennen.

Ferner hat der Schwingungsausschuß eine größere Untersuchung von *K. W. Wagner* und *E. Meyer* unterstützt, die der Feststellung der akustischen Eigenschaften von Wandbekleidungsstoffen für Vortrags- und Versammlungssäle gewidmet ist. Diese Arbeiten sind noch im Gange. Gleichfalls in der Entwicklung begriffen ist eine kürzlich begonnene Untersuchung von *W. Hort* über die Prüfung und Eichfähigkeit schwingungstechnischer Meßgeräte.

Schließlich ist in der Berichtzeit das vom Schwingungsausschuß angeregte Werk von Dr.-Ing. *H. Steuding*, „Messung mechanischer Schwingungen" erschienen[7]), nachdem es vorher mit einem vom Wissenschaftlichen Beirat ausgesetzten Preis bedacht worden war.

Augenblicklich ist der Wissenschaftliche Beirat durch den Schwingungsausschuß an einem Preisausschreiben zur Gewinnung von Vorschlägen für die Bekämpfung des Verkehrslärms beteiligt. Das Ergebnis dieses Preisausschreibens steht noch aus.

Schweißtechnik

Über den im Jahre 1925 beim Verein deutscher Ingenieure ins Leben gerufenen Fachausschuß für Schweißtechnik berichtete Hr. *Füchsel*. Der Ausschuß hat in Anlehnung an die Haupteinflußgebiete besondere Arbeitsgruppen gebildet. Diese wurden im Berichtjahre um zwei Werbegruppen für Einführung der Schweißtechnik bei den Eisen verarbeitenden Industrien und bei der Metallindustrie ergänzt. Eigene Beobachtungen des Gesamtfachgebietes und Anregungen aus der Industrie lenkten gleichzeitig die Aufmerksamkeit auf den für die Schweißtechnik zumeist ungünstigen Unterricht an den Technischen Hochschulen, eine Lücke, die sich in der Praxis empfindlich bemerkbar macht.

1) Z. Bd. 72 (1928) S. 719.

2) Der Bericht wird in den VDI-Nachrichten Nr. 25 vom 19. Juni 29 veröffentlicht.

3) In diesem Zusammenhang s. a.
Jakob u. *Erk*: Wärmeübergang beim Kondensieren von Heiß- und Sattdampf, Forschungsarb. Heft 310, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 22 S. 761.
Jakob: Die Verdampfungswärme des Wassers und das spezifische Volumen von Sattdampf für Temperaturen bis 210 °C, Forschungsarb. Heft 310, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 15 S. 504.
Knoblauch u. *Koch*: Die spezifische Wärme des überhitzten Wasserdampfes für Drücke von 31 bis 120 at und von Sättigungstemperatur bis 450 °C, Z. Bd. 72 (1928) S. 1733.
Nußelt u. *Jürges*: Das Temperaturfeld über einer lotrecht stehenden geheizten Platte, Z. Bd. 72 (1928) S. 597.
Schiller u. *Burbach*: Wärmeübergang strömender Flüssigkeit in Rohren, Z. Bd. 72 (1928) S. 1195.
Klüsener: Untersuchungen zur Dynamik des Zündvorganges, Forschungsarb. Heft 309, Z. Bd. 72 (1928) S. 1580.
Jakob u. *Fritz*: Die Verdampfungswärme des Wassers und das spezifische Volumen von Sattdampf zwischen 210 und 250 °C, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 19 S. 629.

4) S. a. *Betz*: Winddruck auf offene Gebäudemodelle, veröffentlicht als Beitrag zur Frage der Berücksichtigung des Windes im Bauwesen; Jahrb. 1928 d. Dtsch. Ges. f. Bauingwes. S. 160.

5) s. Z. Bd. 72 (1928) S. 1293 u. 1516 und *Kuntze*: Statische Grundlagen zum Schwingungsbruch, Z. Bd. 72 (1928) S. 1488.

6) Z. f. techn. Phys. Bd. 9 (1928) S. 321 (*Voigt*).

7) Berlin 1928, VDI-Verlag.

In zwei Besprechungen mit Hochschulprofessoren in Karlsruhe und in Berlin wurden die eingelaufenen Wünsche erörtert, die Schweißverfahren im Rahmen des Lehrstuhls für mechanische Technologie und die Fragen der Formgebung einschließlich der Profilwahl in Hinblick auf die Eigenart des Arbeitsverfahrens in den Fakultäten für Maschinenwesen und für Bauwesen zu behandeln. In den Besprechungen wurde Bereitschaft zur Erweiterung des Lehrplanes bekundet und Versorgung mit Unterrichtsmitteln erbeten und zugesagt. Die Forschungsarbeiten sollen gegeneinander abgeglichen werden.

Dem Verlangen der Bezirksvereine wurde durch Abhalten von Sprechabenden entsprochen. Große Beteiligung fanden diese besonders in den deutschen Grenzlanden. Unglücksfälle in der Gasfernversorgung an der Ruhr führten zu einer Gemeinschaftsarbeit der beteiligten Kreise (Sachverständige, Behörden, Rohrerzeuger und industrielle Unternehmer). Es wurden nach dem Entwurf unserer Gruppe „Arbeitsverfahren" vorläufige Richtlinien für die Herstellung von Schweißverbindungen bei Gasrohrleitungen aufgestellt und von den beteiligten Kreisen verbindlich übernommen. Das weitere Bedürfnis, die Richtlinien auf gastechnische, bautechnische und wirtschaftliche Belange auszudehnen, wurde dem Verein deutscher Ingenieure zur Einberufung eines Sonderausschusses unterbreitet.

Der Fachausschuß steht in Fühlung mit den Betrieben, die fortgeschrittene schweißtechnische Arbeiten geleistet haben, so mit der Kriegs- und Handelsmarine, der Reichsbahn, dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute, dem Stahlbauverband u. a. Er ist durch Forschungsaufträge an der Entwicklung des Schweißgerätes beteiligt. Schweißstäbe für schmiedbare Schweißungen bedeuten neue Erfolge der Stahlindustrie. Brennschneidapparate deutscher Lieferwerke leisten so glatten Schnitt, daß, abgesehen von Einwirkungen der Werkstoffbeschaffenheit, keine mechanische Nachbearbeitung nötig ist. Untersuchung des Werkstoffübergangs im Lichtbogen[8]) und Schweißbrenner[9]) wurde weitergeführt durch Zeitdehnungsfilme bei 2400 Aufnahmen je Sekunde[10]). Die Arbeitsprüfung durch Röntgenverfahren wurde gefördert[11]). Dem Unfallschutz diente die Einführung geeigneter Brillengläser. Der Fachausschuß steht im Erfahrungsaustausch mit dem Auslande, wie Amerika, Holland, Österreich, Polen und der Schweiz.

Anstrichtechnik

Hr. *Ellerbeck* berichtete über den Fachausschuß für Anstrichtechnik. Der Fachausschuß hat dreierlei Aufgaben. Einmal soll er Anregungen zu der notwendigen wissenschaftlichen Forschung über Anstriche sowohl nach der chemischen als auch nach der technologischen und ästhetischen Seite hin aufnehmen und Forschungen einleiten. In dieser Aufgabe hat der Fachausschuß von Anfang an die lebhafte Unterstützung aller interessierten Kreise gefunden. Die Anregungen zur Aufnahme von Forschungsarbeiten gingen bisher aus den Kreisen der Wissenschaftler auf diesem Gebiete, der Erzeuger von Lack und Farbe und der Großverbraucher zahlreich ein. In jüngster Zeit ist der Fachausschuß z. B. gebeten worden, eine Zusammenfassung der führenden Fachleute zur Beurteilung der Lebensdauer von Eisenanstrichen als Arbeitsgruppe vorzunehmen. Es handelt sich um die Gewinnung von Unterlagen über die bestgeeigneten Stoffe und die Lebensdauer von Anstrichstoffen für Stahlhäuser.

Die zweite Aufgabe des Fachausschusses ist die Förderung der mit den Versuchen betrauten Forscher. Hier haben sowohl die Erzeuger von Lack und Farbstoffen als auch die Großverbraucher, die wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Verbände und die Behörden dem Ausschuß Geldmittel in ausreichendem Maße zur Verfügung gestellt. Nicht minder bereitwillig haben aber die Forscher selbst ihre Erfahrung und auch ihre Zeit in den Dienst der Allgemeinheit zur Durchführung der als dringend und wichtig erkannten Forschungsarbeiten gestellt. Die Arbeiten selbst vollziehen sich im allgemeinen im Laboratorium und dauern der Natur der Sache nach längere Zeit.

Die dritte Aufgabe des Fachausschusses ist es, die Arbeitsergebnisse in den Kreisen, für die sie gewonnen wurden, bekannt zu machen und den Gedankenaustausch aller am Anstrich Interessierten, insbesondre aber der Ingenieure, Chemiker, Handwerker, Vertreter der technischen Behörden, Hygieniker usw. zu vermitteln[12]). Zu diesem Zweck hat der Fachausschuß eine Schriftenreihe in zwangloser Folge herausgegeben, in der die Arbeitsergebnisse nie[…] gelegt sind. Die ersten beiden Hefte sind im Bericht[…] erschienen und zwar: „Vergleichende Versuche mit F[…] spritzpistolen" von Dr.-Ing. *Nettmann*[12a]) und „Seifenbild[…] in Anstrichen" von Dr.-Ing. *Droste*. Die erste Arbeit f[…] in das Gebiet der Technologie, also mehr der Ingeni[…] arbeit, die zweite Untersuchung klärt eine umstritt[…] chemische Frage. Daneben hat der Fachausschuß e[…] monatlich in wechselnden Orten Deutschlands alle inte[…] sierten Personen zu sog. Sprechabenden zusammengefü[…] die sich lebhaften Zuspruchs und reger Anteilnahme erf[…] haben. Es wurden Sprechabende veranstaltet in Be[…] Hamburg, Leipzig, Köln, Karlsruhe, Erfurt, Breslau, Bra[…] schweig, Saarbrücken, Danzig, Königsberg, Dresden, St[…] gart, München, Oppeln, Görlitz. Der Besuch betrug […] Durchschnitt 150 Personen aus den Kreisen der Ingenie[…] Chemiker, Handwerker usw. Die Aussprache war […] überall sehr lebhaft. Der Fachausschuß findet nach […] vor die regste Beachtung in den Fachkreisen; es ist […] hoffen, daß er weiter gleich wirksam die Belange wiss[…] schaftlicher Arbeit auf diesem Gebiete fördert.

Staubtechnik

Hr. *Barkow* berichtete über die Tätigkeit des Facha[…] schusses für Staubtechnik, der im Februar 1928 gegrün[…] wurde[13]). Er gliedert sich in einen geschäftsführen[…] Vorstand, eine Förderergruppe und einen Arbeitsaussch[…] Innerhalb des Arbeitsausschusses sind bisher einige […] beitsgruppen gebildet worden und zwar für Meßwese[…] für Filterstoffuntersuchungen, für Sta[…] explosionsfragen und für die Beförderu[…] staubförmiger Körper. Die ersten drei Arbeitsgrup[…] haben ihre Arbeit bereits aufgenommen und Begriffsbest[…] mungen für den Gütegrad der Filterung und den Beg[…] „Staubexplosionen" bearbeitet, die demnächst der Öffentl[…] keit übergeben werden sollen. Außerdem ist eine Ka[…] eingerichtet worden, in der das gesamte Schrifttum ü[…] Staubfragen zusammengestellt werden soll. Sie um[…] zur Zeit 350 Schriftstellen und wird fortgesetzt.

Die Arbeitsgruppen „Meßwesen" und „Filtersto[…] haben Aufgaben vorgelegt, für deren Durchführung G[…] mittel beantragt sind.

Strömungslehre

Auf eine Anregung des Wissenschaftlichen Beirates […] berichtete Hr. *Prandtl*, Göttingen, über die jüngste E[…] wicklung der Strömungslehre. Mit Rücksicht auf […] knappe für den Bericht zur Verfügung stehende Z[…] wünschte er, die mathematischen Ergebnisse der Lehre […] der reibungslosen Flüssigkeit, in der verschiedene Forsc[…] bemerkenswerte neue Ergebnisse erzielt hätten, zu üb[…] gehen, und beschränkte sich auch im übrigen auf ein[…] typische Errungenschaften, besonders des Göttinger In[…] tuts. Sehr eingehend wird dort zur Zeit die turbulen[…] Flüssigkeitsbewegung studiert. Die meis[…] technischen Strömungen verlaufen wirbelig, und es ist […] halb eine sehr wichtige Aufgabe, die zahlenmäßiger […] setze dieser Bewegungsart zu erforschen, so daß di[…] Dinge auch der Rechnung zugänglich werden. Ein wi[…] tiger Schritt vorwärts war hier eine Formulierung für […] durch die Mischbewegungen geweckten Reibung[…] kräfte. Diese Formulierung liefert im Einklang mit […] Beobachtungen Widerstände proportional dem Quadrat […] Geschwindigkeit. Als wichtig hat sich dabei die Größe […] Weges, den die einzelnen Flüssigkeitsteile bei den Mis[…] bewegungen auf einmal zurücklegen, erwiesen. Die […] setze über die Verteilung dieses „Mischungsweges" wer[…] zur Zeit an turbulenten Strömungen der verschiedens[…] Art festgestellt; in solchen Fällen, wo diese Verteilu[…] durch einfache Überlegungen vorausgesagt werden kon[…] hat sich sehr gute Übereinstimmung der berechneten […] schwindigkeitsverteilung mit den beobachteten ergeben.

Sehr wesentlich sind auch die turbulenten Vorgä[…] in den Reibungsschichten, die sich beim Entlangströ[…] einer Flüssigkeit längs einer Wand oder Körperoberflä[…] ausbilden. Es hängt nicht nur die Oberflächenreib[…] davon ab, die z. B. bei Schiffen und Luftschiffen einen a[…] schlaggebenden Anteil an dem Gesamtwiderstand hat, s[…] dern es wird auch die ganze Strömung davon beeinflu[…] Nur dadurch, daß diese Reibungsschicht turbulent verlä[…] sind die Strömungen mit geringem Widerstand und groß[…] Auftrieb möglich, wie sie bei den Luftfahrzeugen und […] den Propellern usw. zur Anwendung kommen. Es hand[…] sich dabei darum, daß die Strömung sich hinter dem Kör[…] wieder möglichst vollständig schließt, was nur durch […] Mitwirkung der Turbulenz tatsächlich zu erreichen ist. […]

[8]) S. a. *Bung:* Der Werkstoffübergang im elektrischen Schweißlichtbogen, Z. Bd. 72 (1928) S. 750.

[9]) S. a. *Keel:* Verbilligung der Gasschmelzschweißung durch neue Schweißverfahren, „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) S. 110.

[10]) *A. Hilpert:* Werkstoffübergang im Schweißlichtbogen, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 23 S. 798.

[11]) Z. f. Metallkunde Bd. 20 (1928) S. 341 u. f. (Fachheft Röntgenforschung) und Z. Bd. 72 (1928) S. 941.

[12]) S. a. *König:* Beanspruchung von Schutzanstrichen an Fahrzeugen, Z. Bd. 72 (1928) S. 1213.

[12a]) s. dieses Heft S. 828.

[13]) In diesem Zusammenhang sind auch die Arbeiten von *R[…]* und *Rammler* bemerkenswert. (16. Berichtfolge des Kohlensta[…] ausschusses des Reichskohlenrates.)

rbulenz, die sonst wegen der Vermehrung aller Widerınde als höchst unerwünschte Beigabe erscheint, ist also r dem Ingenieur durchaus hilfreich für die Erreichung ner Zwecke.

Eine besondere Frage ist die nach der Entstehung r Turbulenz. Diese Angelegenheit ist lange Zeit mlich dunkel geblieben und über alte Rechnungen von *borne-Reynolds* nicht viel hinausgekommen trotz der Anengungen verschiedener Forscher, eine Schwingungsform finden, die, von kleinen Störungen ausgehend, mit der it immer anwächst. Man erhielt jedoch immer Schwinngen, die unter der Wirkung der Reibung mit der Zeit ıgsam abklingen. In dieser Richtung konnte der Vorgende einen Erfolg melden, indem es bei einer andern römungsform und gerade einer solchen, wie sie durch die ibung beim Entlangströmen längs einer Wand entsteht, lungen ist, anwachsende Schwingungen nachzuweisen. e näheren Umstände sind auch mit den Beobachtungen gutem Einklang, so daß man wohl sagen kann, daß jetzt ne Erklärung für das Auftreten der Turılenz gefunden ist.

Über die Arbeiten am Windkanal mag kurz das lgende gesagt werden: Früher bewegten sich diese Arten wesentlich in der Richtung, daß für Flugzeugflügel, : Rümpfe oder für Schrauben die günstigsten Formen sucht wurden, wobei jedesmal nur das eine Objekt stuert wurde. Zur Zeit wird vor allem die gegenseitige einflussung studiert, und es zeigt sich, daß hier ganz chtige Aufgaben vorliegen. Auch bei den gerade im rein deutscher Ingenieure interessierenden Winduckfragen tritt die gegenseitige Beeinflussung der ızelnen Objekte sehr stark hervor und es zeigt sich, daß lurch, daß jedes einzelne Objekt die Strömung an dem dern verändert, die Verhältnisse ungemein verwickelt rden. Es ist einstweilen kein andrer Weg vorhanden, alle in Betracht zu ziehenden einzelnen Fälle der Reihe ch vorzunehmen. Mit der wachsenden Menge von Ergebssen ist allerdings zu hoffen, daß es möglich sein rd, auch allgemeinere Regeln zu geben, die freilich nicht einfach sein werden wie die Winddruckregeln der bisrigen Bauvorschriften.

Alles in allem darf man wohl hoffen, daß durch gleichtige Verfolgung derselben Aufgaben in Rechnung und rsuch immer mehr Klarheit über die Gesetzmäßigkeiten r Strömungsvorgänge erreicht werden wird.

Im Anschluß daran machte Hr. *Nägel* Mitteilungen er die neuesten Arbeiten, die mit Unterstützung der Notmeinschaft der Deutschen Wissenschaft für die Erforhung hoher Luftschichten durch Flugzeuge ısgeführt werden.

Geschäftsbericht

Zum Geschäftsbericht führte Hr. *Adrian* folgendes aus: Im Berichtjahre wurde an 56 Versuchsreihen arbeitet, deren Durchführung der Wissenschaftliche Beirat rch Bereitstellung von Geldmitteln oder durch Vermittıg von Hilfe andrer Art unterstützt hat. Von diesen beiten wurden 27 abgeschlossen. Die Ergebnisse rd naturgemäß ganz verschieden. Sie bestehen zum Teil Ausarbeiten von Anschauungsstücken, Modellen und gl., zum Teil in Zahlentafeln, Schaubildern und Filmen, in Vorträgen verwertet werden können, und schließn in veröffentlichungsfertigen Berichten. Dementsprechend rden die Arbeitsergebnisse auch ausgewertet, und zwar 11 Vorträgen und 13 Aufsätzen und benderen Druckschriften, z. B. als Forschungste usw.

Für die Durchführung der vom Wissenschaftlichen Brat unterstützten Versuche wurden in der Berichtzeit n den Forschern 31 257,75 *RM* abgerufen. Am 1. April 1929 standen den Forschern für die Weiterarbeit an diesen Afgaben noch 24 393,10 *RM* aus den Bewilligungen des Wssenschaftlichen Beirates zur Verfügung. Für die im Jıre 1928 abgeschlossenen Arbeiten hat der Wissenschaftlie Beirat im ganzen 62 040,24 *RM* ausgegeben. Wenn ch die Versuche ganz verschieden umfangreich und verscieden kostspielig sind, so läßt sich doch der Durchscnittsbetrag ungefähr mit dem Vorjahre vergleichen. Im Bichtsjahre kostete der einzelne Versuch rd. 2300 *RM*. Im Jıre 1927/28 wurden 26 Forschungsarbeiten abgeschlossen ıd im ganzen 64 094 *RM* dafür ausgegeben; das macht im Mtel 2465 *RM* je Versuch. Für die am 1. April 1929 noch nht beendeten Versuche haben die Forscher bisher insgesamt 3881,50 *RM* abgerufen. Zu den für bereits genehmigte Versche noch zur Verfügung stehenden 24 393,10 *RM* kommen h 8 077 *RM*, die dem Herrn Kurator an die Hand gegeben wrden.

Außer diesen Beträgen, die der Wissenschaftliche Beirat unittelbar zur Verfügung stellte, haben die wissenschaftlien Ausschüsse für die von ihnen als dringend bezeichneten Forschungsarbeiten durch Werbung unsres Vereines zum Teil erhebliche weitere Beträge erhalten. Insbesondere gilt dies für die Anstrichtechnik, bei der sowohl die wirtschaftlichen Verbände der Erzeuger von Anstrichstoffen, als auch die Großverbraucher einschließlich der Behörden bereitwilligst Geldmittel zur Verfügung stellten. Ähnlich liegt es bei der Schweißtechnik. Für zahlreiche Aufgaben, die die Grundlagen der technischen Wissenschaft berühren, hat ferner die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft auf Fürsprache unsres Vereines Mittel bereitgestellt, und weiter hat auch das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit den von unsern Fachausschüssen aufgenommenen Rationalisierungsarbeiten Mittel zugeleitet.

An die Überweisung der Mittel des Wissenschaftlichen Beirates wird gemäß den Leitsätzen die Bitte geknüpft, die Arbeitsergebnisse in erster Linie unserm Verein zur literarischen Verwertung zu übergeben. Durch die in den letzten Jahren in erfreulicher Weise gewachsene Zahl der unterstützten Forschungen ist auch die Anzahl der zur Veröffentlichung eingereichten Berichte ständig gewachsen. Vor allen Dingen ist der Eingang an Manuskripten für die Reihe unsrer Forschungshefte immer größer geworden. Wir können mit Stolz feststellen, daß die Aufnahme einer Arbeit in die Forschungshefte bei den Verfassern als eine wissenschaftliche Qualifikation angesehen wird. Seit Begründung der Forschungshefte vor 30 Jahren sind bisher 315 Hefte erschienen. Mit Rücksicht auf die Festlegung von Geldmitteln glaubt der VDI-Verlag, von einer erheblichen Steigerung der jährlichen Anzahl der Forschungshefte absehen zu müssen. Das bedeutet, daß die Auswahl der eingereichten Manuskripte wissenschaftlich sehr scharf vorgenommen werden muß und daß trotzdem die einzelnen Hefte nicht immer sehr schnell erscheinen können. Es kommt hinzu, daß die Wirkung des vom Wissenschaftlichen Beirat im vorletzten Jahre ausgearbeiteten und im vergangenen Jahre durch den Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine herausgebrachten

Merkblattes für technisch-wissenschaftliche Veröffentlichungen[14])

noch gering ist. Jedenfalls lassen die eingereichten Schriftsätze vielfach eine redaktionelle Überarbeitung durchaus wünschenswert erscheinen. Mit Rücksicht auf die mit allen Mitteln zu erstrebende Senkung der Verkaufspreise unsrer Forschungshefte findet jedoch seit 1½ Jahren keine redaktionelle Überarbeitung mehr statt. Es ist unser Bestreben, durch immer wiederholten Hinweis auf die „Leitsätze“ des genannten Merkblattes die Verfasser von vornherein im Interesse des Lesers für einwandfreie Darstellung ihrer Gedanken zu gewinnen.

In der vorjährigen Sitzung des Wissenschaftlichen Beirates wurde dem Gedanken zugestimmt, für sämtliche bisher erschienenen Forschungshefte ein Schlagwortverzeichnis aufzustellen. Die Verfolgung dieser Absicht hat dazu geführt, daß der VDI-Verlag zunächst ein umfassendes Verzeichnis der Forschungshefte aufgestellt hat, das in Kürze herauskommt. In ihm wird in einem Sachverzeichnis auf jene Stellen der Forschungshefte hingewiesen, an denen über den betreffenden Gegenstand ausführlicher berichtet wird. Weiter wurden für einzelne Teilgebiete aus dem Gesamtinhalt der Forschungshefte Überblicke vorgesehen. Als erster derartiger Überblick ist ein Aufsatz über die Verbrennung gewählt worden. Der Aufsatz soll das zu diesem Gegenstand Gehörende in den Forschungsheften und im übrigen gleichwertigen Schrifttum Enthaltene erfassen. Er soll nach Erscheinen den Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirates vorgelegt werden und nach deren Beurteilung als Muster für entsprechende Überblicke über andere Teilgebiete gelten.

In unsern wissenschaftlichen Ausschüssen wuchs die Arbeit und mit ihr wuchsen die Mitglieder immer fester in den Ausschuß hinein. Das Berichtjahr hat erneut bestätigt, daß diese Form der Pflege heute wichtiger Aufgaben der früher üblichen Form der Gemeinschaftsarbeit überlegen ist. Zwei neue Gebiete wurden aufgenommen, und zwar die Staubtechnik und die Textiltechnik.

Unsre Ausschüsse wählen ihre Mitglieder nur nach dem Gesichtspunkt der Fachkunde. Sie erheben keine Mitgliedbeiträge usw., erledigen ihre Aufgaben durch Sitzungen und dergl. und finden in dankenswerter Weise die ehrenamtliche Mitarbeit der führenden Fachleute aus allen Gebieten des Deutschen Reiches und Österreichs.

In den Sitzungen der Ausschüsse des Wissenschaftlichen Beirates (außer den Arbeitsgemeinschaften deutscher Betriebsingenieure und Technik in der Landwirtschaft) wurden im vergangenen Jahre insgesamt 138 wissenschaft-

[14]) Zu beziehen vom Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine, Berlin NW 7, Ingenieurhaus; Stück 10 Pfg.

liche Vorträge gehalten. Im vorhergehenden Jahre betrug diese Zahl 71. Es hat sich immer wieder gezeigt, daß zur Verbreitung neuer Gedanken und Arbeitsergebnisse das gesprochene Wort viel eingehender wirkt als das gedruckte. Deshalb haben auch die Ausschüsse größeren Wert auf die mündliche Berichterstattung und unmittelbare Kritik durch die Fachleute als auf die umfassende Veröffentlichung aller Vorträge gelegt. Natürlich wurde über die wichtigeren Sitzungen aus maßgebender Feder in der Fachpresse berichtet, insbesondere auch in der Zeitschrift unsres Vereines. Zu erwähnen sind hier die Berichte über die Tagungen für Getriebelehre[15]), für Maschinenelemente[16]), für Wärmeforschung[17]), für Schwingungslehre[18]), für Drahtseilforschung[19]), für Textiltechnik[20]) u. a., die weitestgehende Beachtung fanden.

In einigen Fällen haben die Ausschüsse zur Einwirkung auf behördliche und andre Stellen auch die Form der Denkschrift gewählt. So hat der Fachausschuß für Schweißtechnik eine Denkschrift „Die Bedeutung der neuzeitlichen Schweißtechnik für die künftigen Ingenieure" verfaßt. Ferner hat der Ausschuß für Getriebelehre ebenfalls eine Denkschrift verfaßt, und zwar über „Die Behandlung der Getriebelehre an den Technischen Hochschulen". Die technologischen Ausschüsse haben im Berichtjahre weitere „Zwanglose Mitteilungen" über ihre Arbeiten herausgegeben. Diese „Zwanglosen Mitteilungen" haben sich als vorzügliches Werbemittel erwiesen, um alle Fachleute in den Bereich des Fachausschusses zu ziehen.

Abnahmeregeln

In den Ausschüssen zur Aufstellung von Abnahmeregeln wurden weitere Aufgaben in Angriff genommen. Die bereits früher eingeleiteten Bestrebungen, einheitliche Abnahmeregeln und Lieferbedingungen durch zwischenstaatliche Abmachungen zu schaffen, wurden weiter verfolgt. Sowohl auf dem Gebiete der Wasserturbinen wie der Dampfturbinen ist Deutschland an maßgebender Stelle an den zwischenstaatlichen Arbeiten beteiligt.

Erwähnenswert sind vor allem die Regeln für die Prüfung von Wärme- und Kälteschutzanlagen, die abgeschlossen werden konnten. Im Anschluß hieran sind die Arbeiten zur Schaffung einheitlicher Lieferbedingungen in Angriff genommen.

Der Ausschuß für Strömungsmesser hat mit Erfolg eine enge Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Messung strömender Mengen mit dem amerikanischen Fluid Meter Committee angebahnt.

Dampfkesselwesen

Im Dampfkesselwesen hat der Unterausschuß für Speisewasser die Abhängigkeit des korrodierenden Einflusses der Laugen von der Baustoffbeanspruchung untersucht. Weitere Versuche über den Einfluß des Dampfraums auf die Kesselleistung stehen vor dem Abschluß. Um die Ergebnisse der Ausschußarbeiten in zusammengefaßter Form zur Verfügung zu haben, werden sie als „Zwanglose Mitteilungen des Speisewasserausschusses" veröffentlicht. Eine Anzahl von Untersuchungen an Dampfkesselfeuerungen über Anheizgeschwindigkeit und Elastizität wurde vom Unterausschuß für Dampfkesselfeuerungen durchgeführt. Ihre Ergebnisse wurden im Archiv für Wärmewirtschaft[21]) veröffentlicht, außerdem werden sie als Berichtfolge vom Verein deutscher Ingenieure gemeinsam mit dem Reichskohlenrat herausgegeben.

Sehr erfreulich ist, daß im Berichtsjahr die völlige Unparteilichkeit unserer wissenschaftlichen Ausschüsse wachsend anerkannt wurde. So arbeitet z. B. das Preußische Handelsministerium mit dem Fachausschuß für Schweißtechnik zusammen. Unter Führung des Fachausschusses wurden in gemeinsamer Beratung mit Vertretern der Behörde, der erzeugenden und verwendenden Industrie „Vorläufige Richtlinien für die Herstellung von Schweißverbindungen bei Gasrohrleitungen von mehr als 200 mm Dmr. und von mehr als 1 at Betriebsüberdruck" aufgestellt. Ebenso erfreulich ist der Umstand, daß aus den Kreisen der Erzeuger von Stahlhäusern der Fachausschuß für Anstrichtechnik als am meisten dazu berufene Stelle gebeten wurde, eine unabhängige Prüf- und Gutachterstelle für Anstriche im Stahlhausbau zu schaffen.

Wenn wir so im vergangenen Jahr erfolgreich bemüht waren, Forschungen zu fördern und die Forscher von vornherein in die Beratung mit Fachgenossen in unsern Ausschüssen zu ziehen, so ist doch auch zu erwähnen, d[aß] nicht alle Forschungsarbeiten in dem Maße vorangebrac[ht] werden konnten, wie es zunächst möglich schien. A[us] den verschiedensten Gründen konnten einzelne Forschung[s]aufgaben, für die der Wissenschaftliche Beirat im Vorja[hr] oder früher Mittel bewilligt hatte, bisher noch nicht [in] Angriff genommen werden. Es erscheint zweckmäßig, ei[ne] Frist für die Bereitstellung von Mitteln des Wissenscha[ft]lichen Beirats zu setzen, damit nicht die bereitgestellt[en] Geldmittel mehrere Jahre festliegen.

Der Wissenschaftliche Beirat beschlo[ß] den Verfall der für Forschungen bereitg[e]stellten Geldmittel, wenn die betreffen[den] Versuche innerhalb von zwei Jahre[n] nicht in Angriff genommen werden kon[n]ten.

Dem Wissenschaftlichen Beirat lagen zahlreiche ne[ue] Anträge auf Unterstützung von Forschungsarbeiten v[or]. Wegen teilweise verspäteter Einreichung konnten die A[n]träge noch nicht sämtlich in den zuständigen Ausschüss[en] vorberaten werden. Die Stellungnahme der Ausschüs[se] schien aber wünschenswert; daher wurde der Herr Kurat[or] ermächtigt, nach Erledigung der Ausschußberatungen üb[er] die Bewilligung solcher Anträge zu entscheiden. Folgen[de] Anträge wurden bewilligt:

Bewilligte Anträge

1. Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen: Win[d]druckversuche an offenen Gebäudemodellen.

Fortsetzung der bisherigen Winddruckversuche beim Aerody[na]mischen Institut der Universität Göttingen. Es soll ermittelt werde[n], wie sich bei einem Aufprall auf Brückenträger der Wind auf [die] einzelnen hintereinander liegenden Träger verteilt.

2. *Flügel*, Danzig: Strömungsvorgänge in Kreiselg[e]bläsen und Kreiselverdichtern.

Die Strömungsvorgänge in umlaufenden Laufrädern von Kra[ft]- und Arbeitsmaschinen sollen planmäßig geklärt, wenn möglich s[oll] die Theorie entwickelt werden. Die Versuchseinrichtung ist bere[its] konstruiert. Die beantragte Summe soll als Beihilfe zu den Kost[en] dienen.

3. *Süring*, Potsdam: Kritik der Meßgeräte und Me[ß]verfahren für Staubgehalt.

Der Antrag wird auf Veranlassung des Fachausschusses f[ür] Staubtechnik mit Zustimmung der Vertreter des Reichsgesundhei[ts]amtes, der Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene u[nd] des Preuß. Meteorologischen Observatoriums gestellt. Das Arbei[ts]programm umfaßt folgende Aufgaben:

a) Vergleichende Untersuchungen mit dem Staubzähler von *Owe[ns]* und dem Staubzählgerät der Preuß. Landesanstalt für Wasse[r]-, Boden- und Lufthygiene, sowie Versuche einer Umarbeitung d[es] Meßfilters von *Owens* (Automatic Owens) zur Staubbestimmu[ng] (Die Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene hat si[ch] diese Forschungsarbeit vorbehalten.)
b) Untersuchung der Ablagerungsbedingungen von Staub aus b[e]wegter Luft an Sieben und Filtern und der Strömungsverhältnis[se] an geeigneten Modellen zum Zwecke der Trennung verschied[en] großer Staubteilchen (Meteorologisches Observatorium Potsdam).
c) Prüfung der Staubmeßverfahren in gewerbehygienischeer Hinsi[cht] (Gewerbehygienisches Laboratorium des Reichsgesundheitsamte[s]).
d) Untersuchung der *Tyndall*-Wirkung von Staub für kurzwelli[ge] und langwellige Strahlen in seiner Abhängigkeit von der Teilche[n]größe; elektrische Ladung und Lichterzeugungsvermögen v[on] Staub verschiedener Größe (Meteorologisches Observatori[um] Potsdam).
e) Vergleichung der natürlichen Trübung der Luft in verschieden[en] Stadtteilen Berlins und seiner Umgebung (Hygienisches Labor[a]torium des Reichsgesundheitsamtes, Preuß. Observatorium Po[ts]dam, Universitätsinstitut für Strahlenforschung).

4. *Behrens*, Danzig: Verschleißfeste Auftragschweißunge[n].

Es soll untersucht werden, wie die mechanisch-physikalisch[en] Eigenschaften einer Aufschweißung zu beeinflussen sind durch:

I. Verschiedene Zusammensetzung des Schweißgutes:
   a) Verschleißfestigkeit,
   b) Bearbeitbarkeit,
   c) Härte,
   d) Festigkeit und Dehnung,
   e) Gefäße,
   f) chemische Zusammensetzung.
II. Art der Schweißung
III. Güte der Nachbehandlung.

5. *Erk*, Charlottenburg: Beendigung der Untersuchu[ng] von Flammpunktprüfern.

Die Arbeiten haben einen etwas größeren Umfang angenomme[n], als zunächst vorgesehen war.

6. *Erk*, Charlottenburg: Verhalten der Öle in der Kält[e].

Diese Arbeit kann erst im Anschluß an die Arbeit „Unt[er]suchung von Flammpunktprüfern" vorgenommen werden; wegen der Erweiterung ist auch bei dieser Aufgabe ein größerer Umfang [zu] erwarten, als bisher vorgesehen war.

7. *Gerngroß*, Charlottenburg: Leimprüfung.

Für diese Forschungsarbeit sind bisher 1000 *RM* bereitgeste[llt] worden. Die Summe wurde aber überschritten.

8. *Kleditz*, Hannover: Preisausschreiben über ei[ne] wasserlose Sicherheitsvorlage.

Der Fachausschuß für Schweißtechnik beabsichtigt, durch [ein] Preisausschreiben die von der Industrie bisher nicht geschaffe[ne] zuverlässige Sicherheitsvorlage für Azetylenentwickler zu erlangen. [Als] Gesamtpreis sind 10 000 *RM* veranschlagt. Hierzu haben die Beru[fs]genossenschaften und die einschlägigen Vereine bereits über 8000 [RM] zugesagt.

---

15) Z. Bd. 72 (1928) S. 1933.
16) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 11 S. 357 u. „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Heft 2 (Fachheft Maschinenelemente).
17) Z. Bd. 72 (1928) S. 341 und 379.
18) Z. Bd. 72 (1928) S. 1118.
19) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 13 S. 417.
20) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 9 (Fachheft Textiltechnik)
21) Bd. 10 (1929) Heft 3 S. 99.

. *Knoblauch*, München: Weiterführung der Arbeiten die spezifische Wärme höchstgespannten Wasserdampfes.

Die Untersuchungen bis 120 at hat der Verein Deutscher ieure bisher unterstützt. Für die Weiterführung bis 250 at n die Mittel beantragt.

10. *W. Schmidt*, Berlin-Friedenau: Auswertung von nfahrtergebnissen bei Kriegschiffen.

Die unter Forschungsarbeit 193 durchgeführten Rechnungsbei- dieser Meilenfahrtergebnisse sind für rd. 80 Kriegschiffe er- und veröffentlicht worden[22]). Im Anschluß hieran soll eine itliche Darstellung der Maschinenleistungen in Abhängigkeit den Schiffsabmessungen ausgearbeitet werden. Erstrebt wird ein von Versuchen mit freifahrenden Modellschrauben auf die Sach- bei Schiffen schließen zu können. Die Kriegsmarine unterstützt Arbeiten mit Geldmitteln. Weiter soll geklärt werden: Wie ändert die Sachlage bei Kavitation?

11. *Leyensetter*, Stuttgart: Bestimmung der Bearbeit- eit von Werkstoffen mit dem *Leyensetter*-Pendelgerät.

Die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure befürwortet Antrag, um die Standzeitwerte von Werkzeugstählen beim Zer- n von Werkstoffen, die durch verschiedene Untersuchungen schon telt wurden, in Zusammenhang zu bringen mit den Werten, die Pendelinstrument ergibt.

12. *Meldau*, Berlin-Charlottenburg: Messung von Filter- en für Staub.

In Fühlung mit dem Reichskohlenrat und einigen Stellen der is sollen im Institut für Heizung und Lüftung der Technischen schule Berlin Messungen über den Wirkungsgrad von Trocken- n für Staub durchgeführt werden. Sie haben zum Ziel, in der s brauchbare Richtlinien für Lieferung und Bewertung solcher zu gewinnen. Der Fachausschuß für Staubtechnik hat für die -frage eine besondere Untergruppe gebildet, die diese Versuche nd verfolgen soll.

13. *Nußelt*, München: Klopfen von Vergasermaschinen.

Die bisherigen Versuche sind abgeschlossen, müssen aber noch nschaftlich verarbeitet werden.

14. *O. Föppl*, Braunschweig: Untersuchungen über pfungsfähigkeit von Baustoffen auf der Ausschwing- erprüfmaschine.

Es handelt sich um die Fortsetzung der 1928 vom Verein scher Ingenieure unterstützten Versuche. Der Probestab soll rdings zuerst auf der Ausschwingmaschine und dann auf der rschwingmaschine untersucht werden.

Im Jahre 1928 abgeschlossene Forschungsarbeiten

Siemann, Bremen: Dehnungsmessungen an Schiffskörpern.
Vorläufig abgeschlossen; über das Ergebnis ist berichtet.

Föttinger-Zumbusch, Berlin: Strömungsvorgänge an den Schaufelenden treibender und getriebener Turbinenräder.
Abgeschlossen, noch nicht veröffentlicht.

Baumann, Stuttgart: Spannungen der Kesselbleche an Mannlochausschnitten.
Abgebrochen, Forscher gestorben.

Jakob, Berlin-Charlottenburg: Verdampfungswärme des Wassers bei Drücken von 10 at aufwärts.
Veröffentlicht.

Knoblauch, München: Spezifische Wärme des Wasserdampfes bei Höchstdruck bis 120 at.
Vorgetragen und veröffentlicht, wird fortgesetzt bis 250 at.

Raisch, München: Wärmeleitung feuerfester Steine bei Temperaturen über 500° und Abbrand der Steine.
Vorgetragen, wird veröffentlicht.

Rüster, München: Verbrennungsvorgänge an Dampfkesselfeuerungen.
Veröffentlicht.

Woernle, Stuttgart: Systematische Drahtseilversuche.
Vorgetragen und veröffentlicht.

Baumann, Stuttgart: Systematische Untersuchungen der Schraubensicherungen.
Unterbrochen, Forscher gestorben.

Seidl, Berlin: Zerdrück- und Zerreißversuche mit Gesteinen.
Vorgetragen, wird veröffentlicht.

Jakob, Berlin-Charlottenburg: Kondensation von Heiß- und Sattdampf.
Vorgetragen, veröffentlicht.

Gerngroß, Berlin-Charlottenburg: Leimprüfungsarbeiten.
Veröffentlicht.

Sachsenberg, Dresden: Räumnadelversuche.
Veröffentlicht.

Nettmann, Berlin-Charlottenburg: Versuche mit Farbzerstäubern für mechanisches Anstreichen.
Vorgetragen und veröffentlicht.

Gottwein, Breslau: Versuche über Kühlung und Schmierung bei spangebender Formung.
Veröffentlicht.

Wallichs-Schöpke, Aachen: Meßsupportversuche.

Betz, Göttingen: Winddruckmessungen an offenen Gebäudemodellen.
Veröffentlicht.

18. *Baumgärtel*, Braunschweig: Einfluß von Umwickelungen bei Schweißstäben.
Vorgetragen, wird veröffentlicht.

19. *Zacpke*, Berlin: Kritik der Verfahren zur Güteprüfung fester mineralischer Brennstoffe.
Veröffentlicht.

20. *Wagenbach*, Darmstadt: Genaue Messung mit einem Schirm zur Prüfung der Überfall-Beiwerte bei Flüssigkeitsströmungen.

21. *Esau*, Jena: Dämpfungsmessungen von Longitudinalschwingungen in Werkstoffen.
Vorgetragen und veröffentlicht.

22. *Berl* und *Staudinger*, Darmstadt: Einfluß des Speisewassers, insbesondre seiner alkalihaltigen Beimengungen auf die Kesselwerkstoffe und das Verhalten bei Dampfkesselbetrieben.
Wird veröffentlicht.

23. *Meldau*, Berlin: Sammlung und Kritik der Literatur über Staub.
Wird veröffentlicht.

24. *Hilpert-Thun*, Berlin: Zeitlupenaufnahmen von Schweißlichtbogen.
Vorgetragen und veröffentlicht.

25. *W. Schmidt*, Berlin-Friedenau: Rechnungsbeispiele von Meilenfahrtergebnissen auf Kriegschiffen.
Veröffentlicht.

26. *O. Föppl*, Braunschweig: Vergleichende Drehschwingungsversuche zur Dämpfungsbestimmung.
Vorgetragen und veröffentlicht.

27. *Knoblauch*, München: Einfluß des Wärmeüberganges auf die Temperaturmessung.
Wird in Kürze veröffentlicht.

28. *Würth*, Schlebusch: Unterlagen für die Normung von Anstrichstoffen.
Vorgetragen.

Noch nicht abgeschlossene Forschungsarbeiten

1. *Knoblauch*, München: Wärmeübergang strömender heißer Luft an Rohre und Rohrbündel.
Untersuchung von Rohren kreisförmigen Querschnitts, vor dem Abschluß.

2. *E. Schmidt*, Danzig: Gesamtstrahlung von Kohlensäure.

3. *E. Schmidt*, Danzig: Gesamtstrahlung von Wasserdampf bei hoher Temperatur.
Zu 2. und 3.: Versuchsanlage fertig, Meßempfindlichkeit wurde gesteigert, Messungen an großen Schichtdicken beginnen.

4. *Knoblauch*, München: Nachprüfung der *Thomaschen* Modellversuche.
Diffusionskonstante wurde bestimmt, Bestimmung der Wärmeübergangszahlen ist im Gange.

5. *Memmler*, Berlin: Bestimmung von Festigkeitszahlen bei Schwingungs-Dauerbeanspruchung.
Sieben verschiedene Werkstoffe wurden untersucht, Bericht ist in der Feder.

6. *Jakob*, Berlin-Charlottenburg: Wärmeleitfähigkeit von Metallen bei höheren Temperaturen.
Versuchsanlage fertig, Messungen beginnen.

7. *Trautz*, Heidelberg: Spezifische Wärme von Gasen bei konstanten Volumen.
Arbeiten laufen; das Gesetz für Reibung der Gasgemische wurde gefunden.

8. *v. Möllendorf*, Berlin: Eigenschaften von Bekleidungsstoffen.
Arbeiten über Wollschaden im Gange.

9. *v. Möllendorf*, Berlin: Feuerfestigkeit von Werkstoffen verschiedener Art.
Brandhaus im Bau,
Untersuchungen an Holzverbindungen beendet und im Druck,
Klärung von Kugeldruckproben an Holz veröffentlicht.

11. *Strelow*, Hamburg: Belastungsversuche mit genieteten und geschweißten Trägern.
Belastungsversuche an zwei Trägern stehen noch aus.

12. *Kantner*, Wittenberge: Röntgenographische Arbeiten auf dem Gebiete der Schweißtechnik.
Versuche zur Bestimmung des Feinbaues und der Fehlstellen laufen.

13. *Graf*, Stuttgart: Versuche über Rechnungsgrundlagen für Holzstützen.

14. *Graf*, Stuttgart: Versuche über Feuerschutz neuerer Holzkonstruktionen.
Versuche stehen vor dem Abschluß.

15. *Nußelt*, München: Klopfen von Vergasermaschinen.
Stärke und Zeitpunkt des Klopfstoßes wurden untersucht; Bericht ist für Sommer 1929 zu erwarten.

16. *Nettmann*, Berlin-Charlottenburg: Versuche mit Saugkörpern in der Spritzzone des Farbzerstäubers.
Versuche sind begonnen, Messung der Geschwindigkeit steht bevor

[22]) Z. Bd. 72 (1928 S. 1713.

17. *K. W. Wagner,* Berlin: Versuche über die Resonanz von Holzplatten und dergl. mit dem Ziele, die Hörsamkeit von Räumen im voraus zu bestimmen.
    Bisher wurden Dicke und Frequenzgebiet der mitschwingenden Holzplatten bei Schallerregung untersucht.
18. *Tafel,* Breslau: Versuche zur Bestimmung der Quetschgrenze und des Kraftbedarfs beim Schmieden verschiedener Metalle und in verschiedenen Temperaturen.
    Stichversuche und Arbeitsmessungen sind durchgeführt, Abschluß der Arbeiten voraussichtlich im Sommer 1929.
19. *Nußelt,* München: Wärmeübergang aus einem mit Dampf geheizten waagerechten Rohr an ruhendes kaltes Wasser.
    Versuchseinrichtung fertig, Messungen beginnen.
20. *Loschge,* München: Abhängigkeit des Ausflußkoeffizienten von der Mündungsform bei Dampfmessungen.
    Versuchseinrichtung im Bau.
21. *E. Schmidt,* Danzig: Untersuchung des Wärmeübergangs von Rohrleitungen an Flüssigkeiten hoher Zähigkeiten.
    Versuche sind im Gange.
22. *E. Schmidt,* Danzig: Verhalten von Düsen und Staurängen bei Messung zäher Flüssigkeiten.
    Versuchseinrichtung wurde verbessert, Messungen beginnen demnächst.
23. *Rötscher,* Aachen: Spannungsverteilung in gekröpften Wellen.
    Arbeiten laufen.
24. *Knoblauch,* München: Untersuchung der thermischen Eigenschaften von Flüssigkeitsgemischen.
    Einrichtung beendet, Messungen beginnen.
25. *Knoblauch,* München: Untersuchung über die Schalldämpfung in Kanälen.
    Vorversuche abgeschlossen, Arbeiten laufen.
26. *Rötscher,* Aachen: Spannungsverteilung in Riemenscheiben.
    Arbeiten laufen.
27. *Erk,* Berlin-Charlottenburg: Verhalten der Öle in der Kälte.
    Vorarbeiten erledigt.
28. *Erk,* Berlin-Charlottenburg: Flammpunktprüfer.
    Temperaturverteilung im Versuchsöl untersucht.
29. *Thum,* Darmstadt: Schwingungsbeanspruchung von Schrauben.
    Statische Zerreißversuche abgeschlossen, Pendelschlagversuche werden begonnen.
30. *Finck,* Berlin: Verschleißprüfungen.
    Arbeiten laufen.

Stipendien

Der Wissenschaftliche Beirat beriet über die Vergebung der Stipendien aus der *Klingenberg*-Stiftung und der *Bach*-Stiftung des Vereines deutscher Ingenieure.

Im Vorjahre waren aus der *Klingenberg*-Stiftung zwei Stipendien zu je 600 RM verteilt worden. Die Berichte der Stipendiaten über die Verwendung der Mittel wurden in der gegenwärtigen Sitzung vorgelegt. Hr. *Möring* hatte diese Berichte und die Unterlagen der Bewerbungen um die diesjährigen Stipendien eingehend durchgesehen. Er berichtete darüber schriftlich. Entsprechend seinem Bericht empfahl der Wissenschaftliche Beirat dem Vorstand die Verteilung von wiederum zwei Stipendien aus der *Klingenberg*-Stiftung zu je 600 RM an einen Studierenden des Bauingenieurwesens in Dresden und an einen Studierenden des Maschinenbaues in Braunschweig.

Hr. *Möring* hatte als Rechnungsprüfer die Rechn… unterlagen der *Klingenberg*-Stiftung[23]) und der *Bach*… tung[24]) geprüft und die Bücher in Ordnung befunden. … den Satzungen der *Bach*-Stiftung sind die eingerei… neuen Anträge durch einen kleinen Sonderausschuß … zuprüfen. Der Wissenschaftliche Beirat wählte die H… *v. Bach, Möring* und *Füchsel* zur Prüfung der beiden … liegenden Anträge.

Für die Rechnungsprüfung der beiden Stiftungen … den die Herren *v. Bach* und *Möring* wiedergewählt.

Der Vorsitzende gab davon Kenntnis, daß der Vor… die mit Ende des Jahres 1929 satzungsgemäß aus dem … senschaftlichen Beirat ausscheidenden Herren *Möring, P… Prandtl* und *Schlesinger* für eine weitere Amtzeit von … Jahren wieder gewählt hat.

Zum Schluß dankte Hr. *Lippart* der Versammlun… herzlichen Worten für die Mitarbeit, insbesondere d… daß es ihm vergönnt war, während der verflossenen … Jahre als Kurator und Vorsitzender des Wissenschaftli… Beirates an den hohen Aufgaben mitzuarbeiten. Sein… sundheitszustand verbiete es ihm, dieses Amt weiter … zuführen, er habe es deshalb in die Hände des Vorsta… zurückgelegt. Hr. *Lippart* wird aber weiter wie bishe… dem Verein lebhaft Anteil nehmen.

Hr. *Petersen* sprach unter lebhafter Zustimmung … scheidenden Kurator den Dank der Versammlung für … erfolgreiche und stets verständnisvolle Betreuung der … senschaftlichen Aufgaben des Vereines aus. [N 294…

[23]) *Klingenberg*-Stiftung. — Hr. *Möring* hat die vom V… deutscher Ingenieure erteilte Abrechnung für Ende 1928 an der … der Unterlagen nachgeprüft und in Übereinstimmung mit den … gelegten Belegen gefunden.
Das Siftungskapital von 20 000 RM setzt sich zusammen au…
nom. 10 000 RM 9. Pr. Zentrallandschaftl. Goldpfandbriefen, … J/J., Kurs 96 vH, 9600 RM,
nom. 10 000 RM 4. Pr. Landespfandbriefanstalt-Goldpfandbr… 8 vH, J/J., Kurs 96,5 vH, 9650 RM
und einem vom Verein deutscher Ingenieure zum Reichsbankdi… verzinsten Barbetrag in Höhe von 750 RM, zuzüglich des nur … mäßigen Kursverlustes von insgesamt 580,85 RM. Der bisherige … ertrag beläuft sich abzüglich Depotgebühren auf 2299,65 RM. … Stipendien sind je 600 RM an *W. Gruß, Berlin,* und an *K.* … Charlottenburg, gezahlt, so daß ein Zugang von 1099,65 RM zu… zeichnen ist. Das Vermögen stellt sich mithin ohne Berücksicht… des nur buchmäßigen Kursverlustes am 31. Dezember 192… 21 099,65 RM.

[24]) *Bach*-Stiftung. — Hr. *Möring* hat die vom Verein deu… Ingenieure erteilte Abrechnung für Ende 1928 an der Hand der … lagen nachgeprüft und in Übereinstimmung mit den vorgelegte… legen gefunden.
Das Grundkapital belief sich auf 21 176,40 RM, wovon in … papieren
nom. 11 000 RM 9. Pr. Zentrallandschaftl. Goldpfandbriefe, … J/J., Kurs 96 vH, 10 560 RM und
nom. 10 000 RM 4. Pr. Landespfandbriefanstalt-Goldpfandb… 8 vH, J/J., Kurs 96,5 vH, 9650 RM
festgelegt sind. Der verbleibende Barbetrag von 966,40 RM zuz… des nur buchmäßigen Kursverlustes von insgesamt 609,90 RM wir… Verein deutscher Ingenieure zum Reichsbankdiskontsatz verzinst. … bisherige Zinsertrag beläuft sich abzüglich Depotgebühren auf 2708,3… Da Ausgaben nicht vorliegen, stellt sich das Vermögen am 31. Dez… 1928 ohne Berücksichtigung des nur buchmäßigen Kursverluste… 23 884,72 RM.

Berichtigung

Verwendbarkeit von Schwerölen im Explosionsmot…

In der Abhandlung von *E. Drenckhan* in Z. B… (1929) Nr. 21 S. 725 muß es im 4. Absatz von der 4. … ab richtig heißen: Der Verdampfer wurde mit L e u c… g a s beheizt, nachdem besondere Versuche gezeigt ha… daß ein m i t A u s p u f f g a s e n beheizter Verdampfe… den Betrieb geeignet ist. [N 315…

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß,* in Vertr. *K. Meyer,* Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

EITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

73 SONNABEND, 22. JUNI 1929 Nr. 25

Hauptversammlung
KÖNIGSBERG 1929

Ostpreußen
und seine deutsche Mission im Osten

Von Dr. jur. PAUL BLUNK, Landeshauptmann der Provinz Ostpreußen

„Das alte Ordensland ist ein Hafendamm, verwegen hinausgebaut vom deutschen Ufer in die wilde See der Völker."

it diesen Worten hat *Heinrich von Treitschke* nicht nur die besondere Art der geographischen Lagerung reußens umschreiben, sondern auch die Aufgabe zeichnen wollen, der Ostpreußen durch Jahrhune deutscher Geschichte getreu gedient hat: Bollwerk Deutschtums gegen das von Osten herandrängende ische Element zu sein. Diese Mission ist das SchickOstpreußens geworden, das uns mit unverminderter nge auch heute noch in seinen Bann geschlagen hält.

Aus der Geschichte Ostpreußens

1930 werden 700 Jahre darüber vergangen sein, seit der Deutsche Ritterorden, von dem Herzog *Konrad Masovien* gerufen, in das Land östlich der chsel gezogen kam, um die heidnischen Pruzzen zu rwerfen und zum Christentum zu bekehren. Anchts der heute von Polen emsig betriebenen Gehtsklitterung muß die Tatsache festgehalten wer daß es keine slawischen Stämme waren, die hier r die Herrschaft des Deutschen Ordens gezwungen den. In diesen Gebieten saßen die alten Pruzzen, zähes Volk, das nach der Völkerwanderung die da hier wohnenden germanischen Stämme verdrängt und nun in harten, über ein halbes Jahrhundert uernden Kämpfen dem Werk der Christianisierung tterten Widerstand entgegensetzte. Der Deutsche n hat auch nicht die hier vorgefundene Bevölkerung Feuer und Schwert ausgerottet, sondern Volk und in mühe- und gefahrvoller, kolonisatorischer Ar für den deutschen Kulturkreis gewonnen. Noch e lassen sich — abgesehen von Ortsbezeichnungen andern historischen Denkmälern — Geschlechter tellen, deren Namen ihrem Ursprung nach auf das Pruzzenvolk zurückgehen.

Es ist noch immer so in der Geschichte der Völker esen, daß höhere Kulturen niedrigere in sich aufn. So war es auch hier in den Landen östlich der chsel. Träger dieses Kolonisationswerks, das der n im Osten aufrichtete, war nicht der Deutschritter allein, sondern ebensosehr der deutsche Bürger; denn mit dem Orden zog auch der Bauer und Handwerker, der Kaufmann und Künstler ins Land und half deutsche Art und Arbeit verbreiten. Mit der Beherrschung der Ostsee durch die Hansa gelang es immer mehr, den deutschen Einfluß, namentlich in den Küstengegenden, zu stärken und Handel und Verkehr auch nach dem ferneren Hinterlande zu verpflanzen. Hier verlief eine der großen Handelsstraßen nach dem weiten Rußland und manche alte Stadt — wie besonders Danzig, Elbing und Königsberg — könnte erzählen, wieviel ihrer damaligen Blüte sie dem Orden und der Hansa zu verdanken hat. Deutsche Kultur hat dem Lande den Stempel aufgedrückt. Und es ist deshalb durch nichts berechtigt, wenn Polen und mit ihm der solchen Einflüsterungen leider zu geneigte Völkerbund historische Ansprüche auf dieses Gebiet geltend machen, indem sie seine Unterwerfung durch den Deutschen Orden als einen Raubzug an polnischem Erbgut darzustellen suchen. Ostpreußen hat staatsrechtlich nie zu Polen gehört. Wohl weiß die Geschichte von einer Zeit zu berichten, da der östliche Teil des Ordenslandes unter polnischer Souveränität gestanden hat. Aber diese Anerkennung polnischer Hoheitsrechte auf Ostpreußen ist ebenso wie der Verlust Pommerellens an die Krone Polens lediglich die Folge eines Gewaltaktes, der durch den 2. Thorner Frieden 1466 an dem Deutschen Orden vollzogen wurde. Der polnische Sieg bei Tannenberg im Jahre 1410 hatte die Macht des Ordens gebrochen und weite Teile des deutschen Landes — die ihrer räumlichen Ausdehnung nach über die Grenzen des heutigen sogenannten „Korridors" noch hinausgriffen — den Polen ausgeliefert. Erst mit dem Großen Kurfürsten fiel durch den Frieden zu Oliva 1663 die polnische Souveränität über Ostpreußen, und ein Jahrhundert später waren durch Friedrich den Großen die ehemals verlorengegangenen Gebietsteile von Westpreußen und Posen für Preußen wieder zurückgewonnen.

Der Große Kurfürst hatte Ostpreußen „das Auge des Staates" genannt und mit der Errichtung der Seefeste Pillau den Grundstock zur ersten brandenburgpreußischen Flotte gelegt. Von hier aus wurden auch die Schiffe ausgerüstet, die zur Sicherung des ersten deutschen Kolonialbesitzes, der „Afrikanischen Kompagnie", nach der Goldküste hinausfuhren.

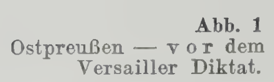


Abb. 1
Ostpreußen — vor dem Versailler Diktat.



Abb. 2
Ostpreußen — nach d[...]
Versailler Diktat.

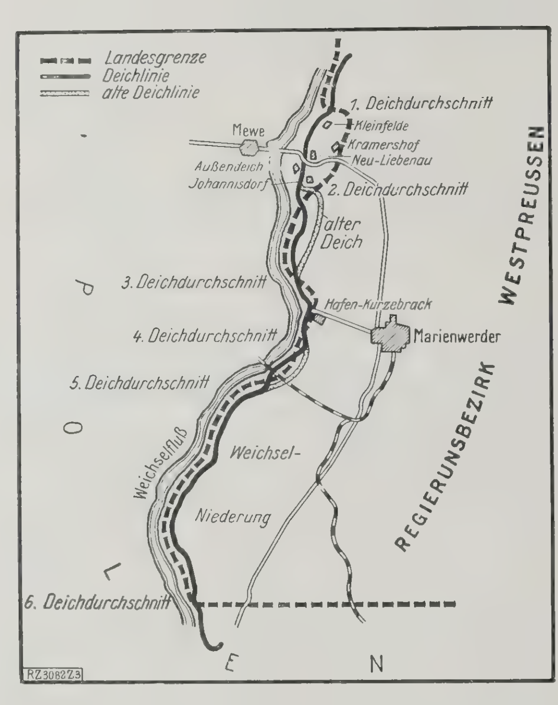


Abb. 3
Die widersinnige Grenzziehung an der Weichsel nach dem Versailler Diktat.

Die wechselvollen Geschicke des Landes östlich der Weichsel haben den Zug der preußischen Geschichte mitbestimmt. Die Provinz hat dem preußischen Staat nicht nur den Namen gegeben, hier stand auch die Wiege deutscher Seegeltung und deutscher kolonialer Machtentfaltung. Von hier aus gab die Tat eines *York* im Jahre 1813 das Signal zur Befreiung Preußens vom Napoleonischen Joch.

Wirtschaftliche Bedrückung in der Gegenwart

Politisch gesehen, hat die Gegenwart das Land Ostpreußen um Jahrhunderte wieder zurückgeworfen; denn der Versailler Gewaltfriede, der das deutsche Vaterland um alte, angestammte Besitzteile, um seine Flotte und seine Kolonien beraubte und in schwere Schuldknechtschaft zwang, hat Ostpreußen vom „Reich" gerissen und dem Lande damit die Quelle seiner wirtschaftlichen Kraft genommen. Ein Blick auf die Karten, Abb. 1 und 2, zeigt die Zerstückelung des deutschen Ostens durch den Versailler Vertrag in grellstem Lichte.

Wieder trennt wie nach dem 2. Thorner Frieden ein „Korridor" die Ostmark vom Mutterlande. Aus dem Gebiet der Provinz Ostpreußen sind die Soldauer Ecke an Polen und das Memelland an Litauen gefallen, zum H[...] auf das von Wilson vorher so emphatisch verkünd[...] Selbstbestimmungsrecht der Völker.

Hatte schon der mehrmalige Russeneinfall im letz[...] Kriege die Provinz schwer heimgesucht — es sind [...] in 35 Städten und 1900 ländlichen Gemeinden über 30[...] Gebäude zerstört worden —, so bedeutete die Abtret[...] der Gebiete im Südosten und Nordosten, Zahlentafe[...] eine neue schwere Einbuße an Menschen und W[...] schaftsenergie für Ostpreußen.

Von Ostpreußen sind demnach rd. 315 800 ha [...] 166 000 Menschen durch das Versailler Diktat an Po[...] und Litauen ausgeliefert worden.

Mit dem Verlust der ehemaligen Provinzen W[...] preußen und Posen gingen außerdem der ostpreußisc[...] Wirtschaft wichtige Absatzgebiete verloren, für die [...] durch die polnische Gewaltpolitik geknebelte Freist[...] Danzig auch nicht im entferntesten einen Ersatz [...] bieten vermochte. Ostpreußen ist heute einem Gli[...] vergleichbar, das vom deutschen Wirtschaftskörper zw[...] nicht amputiert, aber abgeschnürt worden ist. W[...] schaftliches Siechtum muß die Folge dieser Vergew[...] tigungspolitik sein. Nach den Begriffen der politisc[...] Geographie ist Ostpreußen heute nicht mehr Grenzla[...] es ist zu einer deutschen Insel inmitten fremder Staat[...] gebilde geworden. Auch dem Fernstehenden wird j[...] klar sein, was wir meinen, wenn wir hier in Ostpreu[...] von „blutigen Grenzen" sprechen. Der ganze Widers[...] dieser Grenzziehung offenbart sich am deutlichsten [...] der Schaffung des polnischen Brückenkopfs bei Ku[...] brack. Die Karte, Abb. 3, zeigt den Verlauf der polnis[...] deutschen Grenzlinie. Fünf deutsche Dörfer auf d[...] ostpreußischen Weichselufer sind dadurch zu Polen [...] schlagen, ohne der Tatsache Rechnung zu tragen, [...] dadurch die Deichlinie der Marienwerderer Nieder[...] nicht weniger als sechsmal von der polnischen Gre[...] linie durchschnitten und die Ausübung des Deichschut[...] bei Hochwassergefahr zur Unmöglichkeit gemacht w[...] Diese Maßnahme ist ebenso wie der Abbruch [...] Münsterwalder Brücke lediglich auf politisch-strategis[...] Gründe der Polen zurückzuführen.



Die Marienburg in Westpreußen

Der Dansker vom Schloß in Marienwerder

preußen als Wirtschaftseinheit

Welche Wirkungen hat nun die Ab- ürung Ostpreußens vom Mutterland auf bisherige Stellung Ostpreußens in der ichen Volkswirtschaft gehabt? Um diese e überzeugend beantworten zu können, man sich zunächst vergegenwärtigen, he Bedeutung Ostpreußen bisher als s- und Wirtschaftseinheit eingenom- hat.

)stpreußen zählt seiner Fläche nach zu rößten Provinzen Preußens. Auf seinen 37 000 km² wohnen nach der letzten szählung von 1925 rd. $2^1/_4$ Millionen chen. Die berufliche Gruppierung der Bevölkerung t sich aus der Zusammenstellung, Zahlentafel 2.

Landwirtschaft

)ie Übersicht läßt deutlich erkennen, daß nahezu Hälfte der Bevölkerung beruflich zur dwirtschaft zu rechnen ist. Der Charakter reußens als einer Agrarprovinz ist damit von vorn- rn gekennzeichnet. Er tritt noch greifbarer in Er- nung, wenn man berücksichtigt, daß fast zwei iel der Bevölkerung (61 vH) auf dem platten Lande hen gegenüber nur 35 vH im Reichsdurchschnitt. Das ıtgewicht in der ostpreußischen Gesamtwirtschaft nt also die Landwirtschaft ein. Sie ist sozusagen as Schlüsselgewerbe im Wirtschaftssystem unserer oinz anzusehen. Unter allen preußischen Provinzen Ostpreußen mit seiner landwirtschaftlich genutzten äe von 2,66 Mill. ha an erster Stelle. Seine Bedeu- für die deutsche Ernährungswirtschaft erhellt aus mUmstand, daß die ostpreußische Landwirtschaft bei



Das Immanuel Kant-Denkmal in Königsberg

Zahlentafel 1. Im einzelnen haben verloren:

	Begierungsbezirk Königsberg		Regierungsbezirk Gumbinnen					Regierungsbezirk Allenstein	
	Memel Stadt	Memel Land	Kreis Heydekrug	Kreis Niederung	Kreis Ragnit	Tilsit Stadt	Tilsit Land	Kreis Neidenburg	Kreis Osterode
ie .... ha	2 581	106 255	61 889	2 156	26 852	1 357	64 578	48 614	1 524
kerung 1910	21 470	40 502	36 795	959	8 934	662	31 916	24 001	786
ge Staatszugehörigkeit ..	Litauen							Polen	

Zahlentafel 2. Die Bevölkerung Ostpreußens nach ihrer Berufszugehörigkeit 1925.

ischaftzweige	1 Landwirtschaft	2 Industrie und Handwerk	3 Handel und Verkehr	4 Verwaltung usw.	5 Gesundheitswesen usw.	6 Häusliche Dienste usw.	7 Ohne Beruf	8 Insgesamt
izahlen	1 023 502	442 785	290 352	130 721	26 461	77 810	264 718	2 256 349
iltnis .. vH	45,96	19,91	13,32	6,05	1,25	1,64	11,87	100

einer pflanzlichen und tierischen Jahreserzeugung im Werte von rd. 450 Mill. ℛℳ in der Lage ist, außer der ostpreußischen Bevölkerung die Ernährung für weitere 3 Mill. Menschen sicherzustellen.

Was die landwirtschaftliche Besitzverteilung anbelangt, so ist es ein Irrtum, anzunehmen, daß Ostpreußen das typische Land des Großgrundbesitzes sei. Vielmehr liegt das Schwergewicht im mittel- und großbäuerlichen Besitz, der etwa die Hälfte der landwirtschaftlich genutzten Fläche in seiner Hand vereinigt, während die andre Hälfte zu fast gleichen Teilen auf kleinbäuerlichen und Großgrundbesitz entfällt.

Im Vergleich zur Landwirtschaft spielt die Forstwirtschaft längst nicht die Rolle im ostpreußischen Wirtschaftsleben. Ostpreußen muß mit seinem Waldbestand von 17 vH der Fläche gegenüber einem Staatsdurchschnitt von 24,2 vH geradezu als waldarmes Land gelten. Unter den preußischen Provinzen steht es deshalb auch an vorletzter Stelle. Die vor dem Kriege günstigen Handelsverbindungen mit Rußland führten trotz des fehlenden Eigenbesitzes an Wäldern dennoch zu einem blühenden Holzhandel und zu einer ebenfalls in steigender Entwicklung befindlichen Sägewerkindustrie in Ostpreußen. Die größten

holzverarbeitenden Industrien

der Provinz sind die Zellstoff-Fabriken in Königsberg und Tilsit-Ragnit, die vorwiegend polnisches, finnisches und russisches Holz verarbeiten. Die Jahresproduktion dieser Werke, die eine Zeitlang dem Stinneskonzern angehörten, ist so groß, daß sie den Papierbedarf Deutschlands um mehr als das Vierfache übersteigt.

Der gänzliche Mangel an Erz- und Kohlenvorkommen ist der Grund dafür, daß die eisenverarbeitende Industrie in Ostpreußen nur wenig an Ausdehnung hat gewinnen können. Werden doch in der Provinz — wie wir vorher gesehen haben — nur 20 vH der Bevölkerung in Industrie und Gewerbe beschäftigt. Immerhin sind die hier heimischen Unternehmungen bedeutende Gründungen, so die Schichauwerke und die Maschinen- und Automobilfabrik von F. Komnick in Elbing, die Uniongießerei und die Waggonfabrik Steinfurth in Königsberg. Von anderen Industrien wären noch die Zigarrenfabrik von Loeser & Wolff zu nennen, deren Stammhaus in Elbing liegt. Alle anderen industriellen Betriebe sind mehr oder minder als Hilfsgewerbe der Landwirtschaft anzusehen, wie Molkereien, Brennereien, Mühlen und Brauereien.

Technik in der Landwirtschaft

In diesem Zusammenhang — und nicht zuletzt im Hinblick auf das besondere Interesse, das gerade der Verein deutscher Ingenieure an diesen Vorgängen nimmt — verdient die Frage eine eingehendere Würdigung, inwieweit die Technik Eingang in die ostpreußische Landwirtschaft gefunden hat.

Die Maschinenhaltung ist in Ostpreußen infolge seiner klimatischen Verhältnisse und der Bodengestaltung nicht in dem Maße vorgeschritten, wie es mit Rücksicht auf eine intensive Betriebsführung sonst zu wünschen wäre. Die Drillmaschine ist im Großbetrieb allgemein vorhanden, dagegen fehlt sie in vielen Bauern- und Siedlerbetrieben noch gänzlich. Hackmaschinen findet man in den Gebieten des Rübenbaues (Marienwerder) allgemein, in Getreide bauenden Betrieben seltener. An Erntemaschinen wird mit besonderer Vorliebe der Grasmäher mit Anhaublech zum Getreidemähen verwendet. Er hat sich für das Mähen von Lagerfrucht, das in den regnerischen Erntemonaten besonders häufig auftritt, gut eingeführt. Daneben wird, wo irgend möglich, auch der Bindemäher benutzt; doch findet man noch kaum Bindemaschinen mit Zapfwellenantrieb. Höhenförderer und Gebläse werden überall benutzt; denn ihre Arbeit kommt vor allem der Bergung und Sicherung der Ernte zugute.

Die Zahl der Motorpflüge in Ostpreußen darf heute vielleicht mit 2500 Maschinen angenommen werden. Damit würden etwa 75 vH der Betriebe über 100 h Ostpreußen mit einem Motorpflug ausgerüstet sein. in anderen Provinzen, hat sich auch hier die Ü wachung und Instandhaltung der Motorpflüge durch Motorpflugüberwachungs-G. m. b. H. bewährt und gebürgert.

Der Ausbau der Überland-Elektrizitä versorgung hat in den letzten Jahren bedeut Fortschritte gemacht, so daß kaum mehr ein Kreis elektrischen Strom ist[1]). Die gesamte Elektrizitä ferung des Ostpreußenwerks, des größten Elektrizi unternehmens der Provinz — das übrigens eine G dung des Provinzial-Verbandes darstellt — betrug 46 Mill. kWh, von denen 26,5 vH an landwirtschaft Abnehmer abgegeben wurden. Von besonderem Inter ist das Kraftwerk Karwinden, das nur mit Torf ge wird und als solches wohl das einzige seiner Ar Osten ist.

Um dem elektrischen Betrieb in der Landwirts die Wege zu ebnen, hat das Ostpreußenwerk in vor licher Weise einen landwirtschaftlichen Betrieb als suchsbetrieb eingerichtet, in dem dauernd Versuche Motoren und Geräten aller Art für Haus- und Hof schaft durchgeführt werden. Diese geben einwand Grundlagen für den Ausbau der Elektrizitätsversor sowie für die Behandlung der Tariffragen. Zur befinden sich in der Provinz auch drei Elektropfl die, als Seilpflüge nach der Zweimaschinenanordnung einem Transformatorwagen gebaut, eine hohe Arb leistung aufweisen, wobei besonders hervorzuheben daß die entstehenden Betriebskosten auf 1 ha Ac fläche noch unter denen bei Benutzung von Pf gespannen bleiben.

Wenn auch die Landmaschinenindustrie Ostpreu nicht so stark vertreten ist, daß sie der Provinz Charakter einer reinen Agrarprovinz nehmen kö so sind doch einige Firmen zu nennen, deren deutung durchaus über die Grenzen der Pro weit hinausgeht durch den Ruf und die Ver tung ihrer Erzeugnisse. Als Fabriken land schaftlicher Maschinen stehen hier in erster Reihe Firmen Rud. Wermke, A.-G., Heiligenbeil, und das C werk, Königsberg. Auch größere Werke haben sic Nebenbetrieben mit der Herstellung landwirtschaftli Maschinen abgegeben. So bauen die Union-Gieß Contienen, die ganz vorzügliche Universalwalze, Automobilfabrik Komnick die Komnick-Motorpflüge -schlepper, neuerdings im Verein mit der Benz-Sendl G. m. b. H. einen Dieselschlepper. Die Waggonfa Steinfurth, Königsberg, hat keine Mühe gescheut, e modernen Ackerwagen nach den Richtlinien der D schen Landwirtschafts-Gesellschaft zu schaffen, hierbei einen sehr beachtenswerten Wagen entwic der sich bereits in der Praxis unter schwierigsten dingungen sehr gut bewährt hat.

Neben diesen, durch ihre Fabrikate bekannten I stellerfirmen verdienen auch die großen Verkaufsun nehmungen für landwirtschaftliche Maschinen, die preußische Maschinen-Genossenschaft und die Fi Witt & Svendsen, genannt zu werden, die durch großes Maschinen- und vor allem Ersatzteillager entbehrliche Mittler zwischen der landwirtschaftlic Praxis und der westlichen Industrie bilden.

So fehlt es nicht an Bemühungen, die ostpreußis Landwirtschaft mit brauchbaren technischen Einricht gen zu versorgen, und es ist erfreulich, feststellen können, daß sich auch die Landwirtschaft selbst ei und erfolgreich bemüht, ihre Betriebe mit Maschinen a zustatten, die die Rentabilität erhöhen können oder bei günstigerer Lage den Betrieb überhaupt aufrechtzuerha vermögen. So haben bereits im vergangenen Jahre z Mähdreschmaschinen in Ostpreußen gearbeitet. Durch an ihnen im Auftrage des Reichskuratoriums für Tech in der Landwirtschaft ausgeführten Betriebsuntersuch gen konnten wichtige Aufschlüsse über die Anwendbar dieser amerikanischen Maschinen in klimatisch ung

[1]) Vergl. S. 847.



Königsberg vom Flugzeug (Kneiphof)



Die Börse in Königsberg



Getreidespeicher im Hafen



Die Dre brücke d Reichsba über den Pr



Zellstoffab Koholyt A am König berger Haf



Der neu Bahnhof i Königsber (Bauzustan 1927)



ie Schichau-Werft in Elbing.

ten Verhältnissen gewonnen werden. Auch ein unter Oberaufsicht des Landmaschinen-Instituts der Univer- it Königsberg arbeitender Maschinenring ist als Keim- e für rationelle Maschinenanwendung und -verwal- g anzusprechen, an den sich hoffentlich bald weitere ge ankristallisieren werden.

Ein Überblick über die ostpreußischen Industrie- hältnisse — der hier nur summarisch gegeben werden nte — würde eines wesentlichen Merkmals entbehren, n dabei nicht einer Industrie gedacht werden würde, en Stellung in der ganzen Welt einzigartig ist: das ist

die ostpreußische Bernsteinindustrie.

r Bernstein, das „Gold der Ostsee", wird hier im Tage- betrieb mit großen Baggern gewonnen. Die Jahres- winnung beträgt rd. 400 000 kg. Das Bernsteinvorkom- n in Ostpreußen gehört zu den reichsten und aus- lehntesten der Erde. An der Küste des Samlandes findet h der Bernstein in Stücken bis Kopfgröße, eingelagert in sogenannten „blauen Erde", die etwa 40 bis 50 m unter Steilküste liegt und unter den Sanden flach ins Meer streicht.



Ein Schwenkbagger in der Bernsteingrube Palmnicken.

Damit ist in großen Linien das Bild umrissen, das n Wirtschaftsleben Ostpreußens das eigentliche Gepräge geben hat. Von dieser natürlichen Grundlage, die Land- tschaft und Industrie darbieten, ist

der ostpreußische Handel

sgegangen, als er sich in altem hanseatischen Unter- mungsgeist sein Betätigungsfeld schuf. Er beschränkte h nicht nur auf die Vermittlung des Handelsverkehrs ischen Stadt und Land und den Absatz nach dem Reich, dern eroberte sich sehr bald auch das Ausland, und hier erster Linie das besonders an Getreide und Holz so che russische Hinterland. Das „Rußlandgeschäft" spielte der Zeit vor dem Krieg eine gewichtige Rolle im ost- ußischen Wirtschaftsleben, und hier war es der Hafen nigsberg, über den, begünstigt durch die deutsch- ssischen Handelsverträge, die gesamte Ausfuhr an dwirtschaftlichen Erzeugnissen aus dem westlichen ßland ging.

Hier wurde der Weltmarktpreis für Hülsenfrüchte, ins- sondere für Linsen, bestimmt, hier wurde russisches Ge- ide, Roggen und Gerste, Öl- und Leinkuchen aufgeliefert. gekehrt ging ein großer Teil von deutschen Industrie- zeugnissen von hier nach Rußland, und auch der He- gshandel nach diesen Gebieten erzielte von Jahr zu hr höhere Umsätze. In der Vorkriegszeit wurden jährlich über eine halbe Million Tonnen Heringe über Königsberg nach Rußland verfrachtet.

Die Eroberung des russischen Marktes entschädigte die Wirtschaft Ostpreußens — und besonders Königsbergs — für die Ungunst der verkehrspolitischen Lage, die der Provinz als nordöstlichem Ausläufer vom Schwerpunkt der deutschen Wirtschaft von der Natur zugewiesen war. Im Rußlandgeschäft lag von jeher die Hauptstütze des Königsberger Handels: fast ein Drittel des gesamten russischen Ausfuhrhandels nach Deutschland ging über Ostpreußen, und Königsberg fiel der Löwenanteil dabei zu. Von erheblicher Bedeutung war auch der Holzhandel, der über den Memel- und Weichselstrom alljährlich riesige Traften Holz aus Rußland ausführte.

Von dieser einstigen Vormachtstellung im Handelsverkehr des Ostens hat Ostpreußen und mit ihm Königsberg heute nahezu alles eingebüßt. Konnte man aus dem wachsenden Geschäft der letzten Jahre vor dem Kriege auf eine weiter steigende Entwicklung des Rußlandhandels mit Sicherheit rechnen, so hat die Gegenwart diese Hoffnungen nicht erfüllt, sondern gerade das Gegenteil davon herbeigeführt, so daß man in den ersten Nachkriegsjahren von einem Rußlandhandel überhaupt nicht mehr sprechen konnte.

Worauf ist dieser katastrophale Umschwung zurückzuführen?

Wie die Karten, Abb. 1 und 2, bereits gezeigt haben, ist Ostpreußen von dem ehemals zu seiner Interessensphäre gehörenden russischen Hinterland durch die Randstaaten abgeschnitten. Wie ein Riegel haben sich diese neuen Staatengebilde zwischen Rußland und Ostpreußen geschoben und unsere Provinz von ihren alten Einflußgebieten im russischen Reich abgedrängt, gleichsam einen neuen „Korridor" auch im Osten Ostpreußens aufrichtend.

Es liegt auf der Hand, daß eine derart tief greifende Verschiebung der politischen Machtverhältnisse im Osten von den schwerwiegendsten Folgen für die wirtschaftliche Lage Ostpreußens begleitet sein mußte. Memel und Weichsel die beiden großen Zubringerströme für Ostpreußen, haben keine deutschen Mündungen mehr. Der Memelstrom soll nach dem Versailler Vertrag zwar internationalisiert sein, aber deutsche Schiffahrt und Handel sind ausgeschaltet, und Litauen bleibt eifrig bemüht, seine gesamte Ein- und Ausfuhr über den Hafen Memel zu leiten. Die gleiche Politik verfolgt Polen, wenn es niedrige Exporttarife auf seinen Bahnen einführt und seine Ausfuhr wie die im Transitverkehr von Rußland eingehenden Güter planmäßig über Danzig und den neuen polnischen Hafen Gdingen verfrachtet, um so Ostpreußen von jedem Handelsverkehr abzudrosseln. Die Kampftarife der polnischen Eisenbahn sind teilweise so niedrig gehalten, daß sie selbst unter den eigenen Selbstkosten liegen.

Außerdem hat Polen mit einem Aufwand von bisher rd. 30 Mill. Zloty den systematischen Ausbau von Gdingen zu einem großen Handels- und Umschlagplatz betrieben, um die Aufnahmefähigkeit der polnischen Verkehrseinrichtungen weiter zu steigern und damit auch den noch sehr unbequemen Wettbewerb des Danziger Hafens zu beseitigen. Der polnische Staat läßt sich also den Versuch etwas kosten, Ostpreußen — und den Freistaat Danzig — wirtschaftlich zu isolieren. Es würde der Zähigkeit und dem Selbstbehauptungswillen des Ostpreußen nicht entsprochen haben, hätte er angesichts dieser Sachlage die Hände in den Schoß gelegt. Alle Berufstände der Provinz haben sich zusammengetan, um diesen Widerständen der neuen Zeit entgegenzutreten und die alte Machtstellung für ihre Wirtschaft wieder zurückzugewinnen.

Die ostpreußische Landwirtschaft ist zur Herstellung von Erzeugnissen hoher Güte übergegangen und hat erreicht, daß ihre Zuchtprodukte sowohl in Saaten wie in Tieren heute wieder Absatz in Rußland finden. Die Deutsch-russische Saatgut-Aktiengesellschaft besitzt eine Konzession im nördlichen Kaukasusgebiet, die für den weiteren Ausbau der Handelsbeziehungen wertvolle Dienste leistet. Man hofft insbesondere auch, daß der Königsberger Transithandel allmählich wieder eine Belebung erfährt. Es ist bekannt, daß Rußland bereits seit Jahren regelmäßig die deutsche Ostmesse in Königsberg beschickt und dort auch als Abnehmer landwirtschaftlicher Maschinen auftritt, für die die russische Landwirtschaft immer besonders aufnahmefähig war. Noch vor wenigen Wochen hat eine ostpreußische Delegation unter Führung des Oberpräsidenten der Provinz Ostpreußen Rußland besucht, um die Wirtschaftsbeziehungen zwischen beiden Ländern enger zu knüpfen.

Die geographische Lage weist Ostpreußen ganz von selbst darauf, seine alte Stellung als Mittler des Handelsverkehrs zwischen Osten und Westen mit aller Energie — trotz der Widerstände, die die Handelspolitik der Randstaaten dagegen anwendet — wieder zurückzuerobern. Wenn heute bereits Erfolge in dieser Richtung erzielt worden sind, so liegt das nicht zuletzt an der geschickten und zielbewußten Einstellung der ostpreußischen Wirtschaftskreise.

Die Stadt Königsberg hat zu diesem Zweck in den Jahren 1917 bis 1924 einen nach neuzeitlichen Begriffen angelegten Industrie- und Handelshafen geschaffen und an den am Unterlauf des Pregels befindlichen Hafenbecken große Getreidespeicher errichtet[2]), die ihresgleichen auf dem Kontinent suchen. Ein moderner Flughafen und der jetzt der Vollendung entgegengehende Hauptbahnhof weisen, daß Königsberg und Ostpreußen nicht ge sind, sich von der Not der Zeit überrennen zu las sondern mit ungebrochenem Mut und altem Selbst trauen den Kampf gegen fremde Gewalten und die gunst des Schicksals durchzuführen bestrebt sind.

[2]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 1257.

*

In diesen Ausführungen spiegelt sich das Ges der ostpreußischen Wirtschaft. Nun noch ein Wort Träger dieser Wirtschaft: dem ostpreußischen Mensc Wenn es richtig ist, daß „die Menschen das Schic eines Volkes" sind, so wird jeder Blick in die Zuk Ostpreußens von der Tatsache abhängen, ob dem preußen so viel Lebensenergien eigen sind, daß er s Mission im Osten mit Erfolg auch unter den veränder Bedingungen erfüllen kann. Diese Frage führt selbst auf ein Thema, das hier noch nicht berührt wor ist, auf

die kulturelle Sendung Ostpreußens.

Auch in den Kreisen der Gebildeten im Reich pfl man im allgemeinen keinen allzu hohen Begriff von Geistesleben unserer Provinz zu haben. Die nahe N barschaft von Rußland schien das Urteil über die geis Regsamkeit des Ostpreußen etwas einseitig und unserem Nachteil beeinflußt zu haben. Wenn man der Zeit vor dem Kriege von dem Lande sagen hö daß sich hier „die Füchse Gute Nacht sagten", so erf man über den Menschen höchstens, daß er ein glühen Verkünder des „ostpreußischen Maitranks" sei und man im übrigen „mit ihm Pferde stehlen könne"!

Während des Krieges hat sich diese Vorstellung wandelt, denn die unmittelbare Berührung mit ostpre scher Art hat mit diesem oberflächlichen Urteil aufgerä und mehr als je zuvor die Aufmerksamkeit auch auf kulturelle Seite des Ostpreußentums gelenkt. Man sich mehr und mehr auch mit der Geschichte des La befaßt und daraus gelernt, daß Ostpreußen zu allen ten seiner kulturellen Aufgabe gewachsen gewesen und darüber hinaus dazu beigetragen hat, die Geis güter dieser Welt durch die Leistungen seiner eige Söhne in hervorragendem Maße zu bereichern. denke nur an die Zeit, in der ein *Immanuel Kant* philosophischen Lehrstuhl der Königsberger Univers inne hatte und mit seinem Wirken dieser Pflanzst ostpreußischen Bildungswesens und Geisteslebens e in der ganzen Welt geachteten Namen verschaffte. A in den späteren Jahren sind bedeutende Männer an tätig gewesen, so *Herbart* und der Hegelianer *Ro krantz*, der Volkswirtschaftler *Krauß*, der Jurist *Ed von Simson*, der Erfinder des Augenspiegels, *Helmh* und der Astronom *Bessel*. Zu ihren Schülern zäh Männer wie *Theodor von Schön*, *Herder*, *Hamann*, *Fe nand Gregorovius*, *Wilhelm Jordan* und *von Hippel*. S diese wenigen Namen lassen erkennen, wie befrucht die nach ihrem Stifter Herzog Albrecht von Preu benannte Albertus-Universität auf das gesamte Geis leben nicht nur Deutschlands, sondern der ganzen gewirkt hat.

Wie auf wissenschaftlichem und künstlerischem biet so hat Ostpreußen auch in literarischer Hins beachtenswerte Leistungen aufzuweisen. Dichter Schriftsteller wie *Simon Dach*, *E. T. A. Hoffmann*, beiden *Skowronneks*, *Bogumil Goltz*, *Ernst Wich C. Bulcke*, *Agnes Miegel*, *Johanna Ambrosius*, *Al Brust*, *Rolf Laukner* und *Arno Holz*, sowie *Walter mann* und *Hermann Sudermann* sind Kinder ostpre scher Erde und haben mit ihren Werken dazu be tragen, das literarische Leben im Reich zu befruch

Von allen diesen Menschen und ihrer Heimat gilt Wort des im Krieg gefallenen Dichters *Gorch F* „Die Heimat ist der Schlüssel zu der Seele des Mensc Dann aber gibt es Menschen, die der Schlüssel i Heimat sind."

Wo Land und Volk so innig miteinander verwac sind, wie hier in Ostpreußen, da ist es sicher, daß die Aufgabe, die wir vor 700 Jahren hier übernom

…n, auch in Zukunft nicht im Stiche lassen werden. …lenständigkeit und Liebe zur Heimat geben uns die …ft, den Existenzkampf, der uns aufgezwungen ist, …h weiterhin durchzukämpfen. „Dies Land bleibt …tsch!" Unser Schicksal ist auch das Schicksal des …terlandes! Die Besuche von Korporationen und …bänden, von Brüdern und Schwestern aus dem Reich …ken in uns immer von neuem das Gefühl, daß wir …r nicht allein auf äußerstem Posten stehen.

Wir sind heute schon einen Schritt weiter vorwärts …ommen; denn das „Ostpreußenproblem" ist nicht …r lediglich ein Verhandlungsgegenstand der Regie…gen und Parlamente, es ist zu einer Angelegenheit …s ganzen deutschen Volkes geworden. …les muß noch zur Aufklärung über die ostpreußische …ge getan werden, noch mehr für eine Gesundung …erer schwer darniederliegenden Wirtschaft, die die …ndlage unseres Eigenlebens bildet. Jeder, der Ostpreußen besucht, hilft dieses Werk fördern; denn er schlägt eine Brücke vom Reich zur „Insel Ostpreußen" und trägt zu der Erkenntnis bei, daß die Erhaltung Ostpreußens als Bollwerk der deutschen Ostmark ebenso eine Notwendigkeit ist wie die Wiedergewinnung des Korridors.

In diesem Sinne begrüße ich den Verein deutscher Ingenieure auf ostpreußischem Boden. Lernen Sie die Schönheiten dieses Landes, sein Volk und seine Wirtschaft kennen und machen Sie sich zum Verkünder ostpreußischer Art und Arbeit im Reich und den Teilen der Welt, da der deutsche Ingenieur zu wirken berufen wird.

„Heimatland, sei es Moor und Strand
Oder Fluß und Sand,
Es ist daraus etwas zu gewinnen,
Wenn man's nur anschaut mit rechten Sinnen."

[B 3082] *(Johannes Trojan)*



Die Eisenbahnbrücke über die Weichsel bei Münsterwalde, die von den Polen abgebrochen wird.

Die ostpreußische Elektrizitätsversorgung

Von Dipl.-Ing. OTTO JAHNCKE
Mitglied des Vorstandes der Ostpreußenwerk-A.-G., Königsberg i. Pr.

…stpreußen hatte vor dem Kriege keine einheitliche … Elektrizitätsversorgung. Nur einzelne der größeren …dte hatten örtliche Zentralen, und in den ehemals …stpreußischen Kreisen östlich der Weichsel, die nach … Kriege ebenfalls der Provinz Ostpreußen angeglie…t wurden, fanden sich die ersten Anfänge einer …rlandversorgung.

Erst nach dem Krieg entstand eine alle Teile der …vinz erfassende Stromversorgung. Die Gründe für …se späte Entwicklung liegen auf der Hand. Die Be…llungsdichte der Provinz liegt weit unter dem Durch…nitt des preußischen Staates, große Dörfer sind selten, …r Gemeinden mit weniger als 500 Einwohnern ver…nismäßig häufig. Die Ortschaften liegen in Ost…ußen meist nicht geschlossen, sie bestehen vielmehr … größten Teil aus weit auseinanderliegenden Häusern …d Gehöften. Alle diese Punkte sind für die Wirt…aftlichkeit einer Überlandversorgung nicht günstig; …erseits besteht infolge der schweren Benachteiligung … Provinz gegenüber den andern Landesteilen in geo…phischer, klimatischer und politischer Beziehung ein …adezu dringendes Bedürfnis nach einer einheitlichen …ktrizitätsversorgung des Landes.

Infolge der ungünstigen geographischen Lage wird … Bezug der Rohstoffe für die Landwirtschaft, Ge…be und Industrie, wie Dünger, Kohle usw. verteuert, …durch gleichzeitig alle Preise erhöht werden. Ander…s erschwert die große Entfernung von den Absatz…ieten die Verwertung der landwirtschaftlichen und …erblichen Erzeugnisse.

Die ungünstigen klimatischen Verhältnisse haben … kürzere Wachstumszeit zur Folge und bedingen da… eine höheres lebendes Inventar (Angespann). Ebenso ist wegen des rauhen Klimas ein größeres Gebäudekapital nötig; der Anteil des Gebäudekapitals am gesamten Gutswert, der in Mitteldeutschland rd. 22 vH beträgt, erreicht in Ostpreußen rd. 44 vH.

Große Schwierigkeiten bringt vor allem die von Jahr zu Jahr zunehmende Abwanderung hochwertiger Arbeitskräfte nach dem Westen, wodurch die ostpreußische Landwirtschaft in eine außerordentlich schwierige Lage versetzt wird.

Unter diesen Umständen wartete die ostpreußische Landwirtschaft sehnsüchtig auf die Versorgung mit elektrischer Energie. Aber die schwierige wirtschaftliche Lage gab dem Privatkapital doch keinen rechten Anreiz zu einer derartigen Unternehmung. Kurz vor dem Kriege war zwar ein gemischtwirtschaftliches Unternehmen entstanden, das die Versorgung der um Königsberg gelegenen Landkreise, also der wirtschaftlich stärksten Gebiete, beabsichtigte. Sollte jedoch der ganzen Provinz, und vor allen Dingen auch den wirtschaftlich am schwersten leidenden südlichen Gebieten geholfen und damit eine gemeinnützige Aufgabe erfüllt werden, so mußte diese Zersplitterung verhindert werden, was nur durch ein Eingreifen der öffentlichen Hand geschehen konnte.

Es ist das Verdienst der Provinzialverwaltung gewesen, diese Verhältnisse klar erkannt und durch ihre Initiative die nirgend sonst erreichte Einheitlichkeit der Überlandversorgung ermöglicht zu haben.

Im Jahre 1920 gründete die Provinz unter erheblicher Beteiligung des Reiches (Vereinigte Industrie-Unternehmungen A.-G.) und Preußens Preußischer Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, die Ostpreußenwerk-Aktiengesellschaft mit dem Ziel, die ganze Provinz

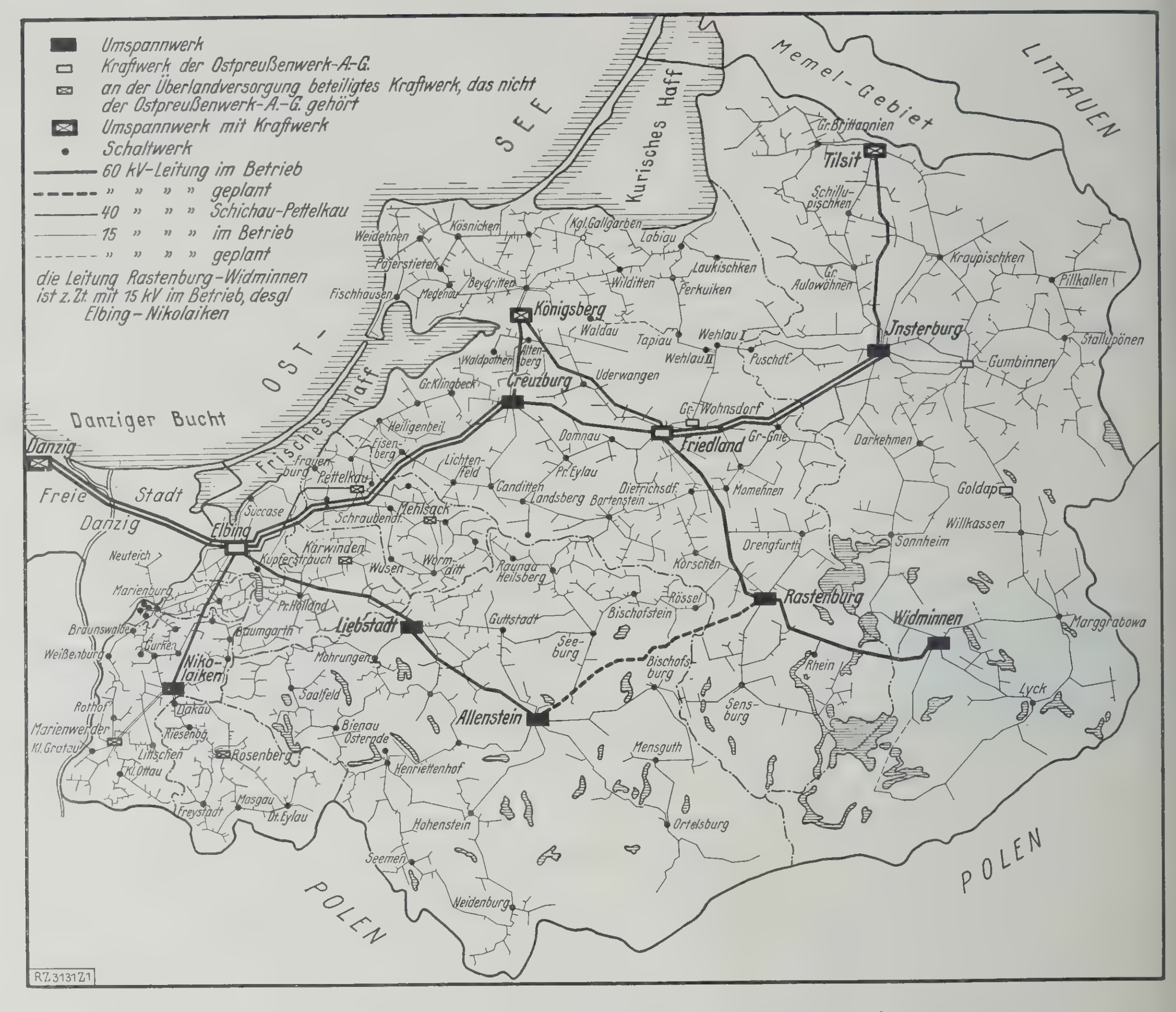


Abb. 1. Das Stromversorgungsgebiet des Ostpreußenwerks.

mit elektrischer Energie zu versorgen. Schon bei den ersten Untersuchungen wurde eine Nutzbarmachung der in Ostpreußen vorhandenen Energiequellen ins Auge gefaßt. Zwischen dem im Süden der Provinz gelegenen ostpreußischen Seengebiet und dem Meeresspiegel besteht ein Gefälle von rd. 100 bis 200 m. Die wasserwirtschaftlichen Untersuchungen ergaben, daß ein großer Teil des Energiebedarfes der Provinz Ostpreußen durch Ausbau der Wasserkräfte gedeckt werden könne. Die Speichermöglichkeit ist allerdings bei allen diesen Wasserkräften gering, es war also nicht möglich, ohne Dampfkraft auszukommen. Immerhin lag es nahe, sich der ausbauwürdigsten Wasserkräfte zu bedienen, und man entschloß sich daher, zunächst zum Ausbau der Wasserkräfte Friedland und Gr. Wohnsdorf an der Alle mit einer mittleren jährlichen Erzeugung von rd. 30 Mill. kWh. Die Ausnutzung dieser Wasserkräfte war nur möglich durch den Anschluß an ein die ganze Provinz umspannendes Hochspannungsnetz[1]).

Das Stromversorgungsgebiet

Aus Abb. 1 ist das Versorgungsgebiet des Ostpreußenwerkes mit dem 60 kV-Netz und dem Gerippe der mittelspannungsseitigen Verteilung ersichtlich. In 32 Landkreisen besorgt das Ostpreußenwerk durch seine drei Betriebsdirektionen Königsberg, Gumbinnen und Osterode auch die Verteilung des Mittelspannungsstromes bis zu den Städten, Gemeinden und Gütern. Die Verteilung des Niederspannungsstromes liegt in der Hand der Städte und Gemeinden. Es sind dies 61 Städte, rd. 1300 Gemeinden und 700 Güter. Außerdem versorgt das Ostpreußenwerk noch die Stadt Elbing, die früher westpreußischen Kreise Marienburg und Elbing und das W preußische Überlandwerk mit den Kreisen Stuhm Marienwerder als Großabnehmer, während der K Preußisch-Holland nur zum Teil beliefert wird. Kreise Rosenberg und Braunsberg haben eigene Kr werke, sind jedoch mit den Netzen des Ostpreußenwe technisch gekuppelt. Im Jahre 1928 wurde außerdem Stromlieferungsvertrag mit dem Elektrizitätswerk Freien Stadt Danzig geschlossen, der eine Teilbeli rung der Stadt Danzig und die Erbauung einer 60 kV-l tung von Elbing nach Danzig vorsieht.

[1]) Vergl. a. Z. Bd. 69 (1925) S. 164.

Wasserkraftwerke Friedland und Groß-Wohnsdor

Von den beiden oben erwähnten Wasserkraftwer wurde Friedland, Abb. 2, als Spitzenkraftwerk geb während das unterhalb Friedland liegende Kraftw Groß-Wohnsdorf, Abb. 3, als Laufwerk arbeitet. Mittelwasser beträgt das Gefälle in Friedland 14 m, Groß-Wohnsdorf 5 m. Die Maschinenanlagen in Fr land bestehen aus drei Francis-Zwillingsturbinen vo 4000 kW und einer von 1500 kW. In Groß-Wohns sind vier senkrechte Francisturbinen von je 770 kW gestellt, von denen je zwei mit einem Drehstromerzeu von 1850 kVA gekuppelt sind.

Neben der Deckung des Energiebedarfs durch beiden angeführten Wasserkraftwerke bestand ein Str austauschvertrag mit der Stadt Königsberg, der die ferung von Überschußenergie der Wasserkraftwerke die Stadt vorsah und umgekehrt zu Zeiten gerin Wasserzuflusses den Bezug der fehlenden Leistung dem der Stadt gehörenden Dampfkraftwerk gestat Infolge der unerwartet raschen Entwicklung des Str absatzes mußte zu Anfang des Jahres 1927 die Un

…hung über die Errichtung eines neuen Kraftwerkes …fgenommen werden, da für den Winter 1928/29 die vor…ndenen und bis zur äußersten Grenze ausgebauten …aftwerke des Ostpreußenwerkes und der Stadt …nigsberg aller Voraussicht nach nicht mehr ausreich…. Nach eingehender Untersuchung entschloß man …h, das Kraftwerk in Elbing zu errichten, weil das für …e Übertragungsspannung von 60 000 V gebaute Versor…ngsnetz dem stark wachsenden Strombedarf im …esten der Provinz kaum noch gewachsen war und sich …r Verbrauchschwerpunkt immer mehr nach dem …esten hin verlagerte. Der Anschluß des Danziger Ge…tes konnte erst nach dem Vorhandensein eines west…h gelegenen Kraftwerks in Betracht gezogen werden.

Dampfkraftwerk Elbing

Im Juni 1927 wurde mit dem Bau des Dampfkraft…rkes in Elbing, Abb. 4, begonnen, das nach einer …ßerordentlich kurzen Bauzeit von nur 15 Monaten dem …trieb übergeben wurde. In diesem Werk sind im ersten …sbau zwei Dampfturbinen von 8000 und 10 000 kW …d eine Hausturbine von 1260 kW aufgestellt, während … den Vollausbau 50 000 kW Maschinenleistung vorge…ten sind. Durch das an das Kraftwerk angegliederte …spannwerk wird der Strom mit 60 kV verteilt und der …neren Umgebung mit 6 und 15 kV zugeleitet.

Der für den Betrieb der Turbinen erforderliche …mpf wird in 4 Steilrohrkesseln von je 650 m² Heiz…che mit einem Betriebsdruck von 26 at erzeugt.

Das Dampfkraftwerk wird mit Kohlenstaubfeuerung …rieben; die Kohle gelangt mit Hilfe der Kohlenförder…lage aus Schiffen (Elbingfluß) oder Eisenbahnwagen … die Kohlenmahlanlage. In zwei Kugelmühlen wird sie …n vermahlen und in Dampftrocknern getrocknet.

Man wählte Kohlenstaubfeuerung, um in der Auswahl …r Kohlen von den verschiedenen Liefergebieten (Ober…lesien, Westfalen usw.) möglichst unabhängig zu sein, …d in Anbetracht der guten Anpassungsfähigkeit dieser …feuerung an plötzliche Belastungsschwankungen, wie sie … rein landwirtschaftlichen Überlandnetzen auftreten.

In der Warte, dem Gehirn der ganzen Anlage, werden alle mechanischen, elektrischen und Wärmevorgänge des Kraftwerks und gleichzeitig die Verteilung der elektrischen Energie auf die verschiedenen Freileitungen eingeleitet und überwacht. Ebenso sind hier die Zähler für die Großverbraucher eingebaut.

Schaffung von Absatzgebieten

Die besonders schwierige Wirtschaftslage Ostpreußens stellt an die Stromverbrauchwerbung besondere Anforderungen und war anderseits für die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens von größter Bedeutung. Da in Ostpreußen Industrie in nennenswertem Umfange nicht besteht, eine Steigerung des landwirtschaftlichen Stromverbrauchs für Dreschkraft, Licht- und Kleinkraft in den bereits angeschlossenen Anlagen nur noch in geringem Maße zu erwarten ist, was in bezug auf Beleuchtungsstrom auch für Gewerbe und Haushalt gilt, mußte versucht werden, neue Absatzmöglichkeiten zu schaffen. Diese schienen gegeben durch vermehrte Anwendung von Kleinkraft und Wärmestrom in der Landwirtschaft und durch Einführung der elektrischen Haushaltküche.

Um nun die Steigerungsfähigkeit des Stromabsatzes auf den beiden letztgenannten Gebieten praktisch zu erproben und zugleich zu fördern, hat das Ostpreußenwerk auf einem staatlichen Gut von 600 Morgen (153 ha), in der nächsten Nähe von Königsberg, in Zusammenarbeit mit deren Pächter ein Mustergut als Versuchsanlage eingerichtet, in der jede Möglichkeit zur Elektrizitätsversorgung landwirtschaftlicher Betriebe wahrgenommen wird; außerdem wird eine elektrische Versuchsküche in Königsberg geschaffen, in der unter Mithilfe einer besonders hierfür geschulten Hausfrau die verschiedensten elektrischen Haushaltgeräte sowohl einzeln als auch in bezug auf ihre wirtschaftliche Zusammenarbeit geprüft und vorgeführt werden. Die planmäßigen Untersuchungen an diesen beiden Küchen führten bereits zu dem Ergebnis, daß eine ganze Reihe von Elektroküchen eingerichtet werden konnten, deren Wirtschaftlichkeit durch diese Versuche erwiesen war.

Über die Versuche auf dem Mustergut läßt sich vor der Hand ein abschließendes Urteil nicht fällen, da die Anlage erst seit etwa einem halben Jahr in Betrieb ist und eine Versuchsdauer von mindestens einem Jahr erforderlich ist, ehe die Ergebnisse ausgewertet werden können. Aber wesentliche Ergebnisse sind bereits erzielt worden, die als Grundlage für eine planmäßige Werbung dienen und neue Anwendungsgebiete für die Elektrizität in der Landwirtschaft erschließen, wie z. B. elektrische Frühbeetbeheizung, Bestrahlung erkrankten Viehes mit Vitalux-Lampen, elektrische Viehfutterbereitung u. a. m.

Besonders den Versuchen zur Einführung der elektrischen Frühbeetbeheizung kommt wegen der ungünstigen klimatischen Verhältnisse und den sich daraus ergebenden hohen Gemüsepreisen erhebliche Bedeutung zu, da hier ein großes neues Anwendungsgebiet für die Elektrizität vorzuliegen scheint.



Abb. 2 (oben)
…as Wasserkraftwerk Friedland.
(…l. 14 m Gefälle, Gesamtleistung 13 500 kW)



Abb. 3
…as Wasserkraftwerk Groß-Wohnsdorf.
(rd. 5 m Gefälle, …esamtleistung 3080 kW)

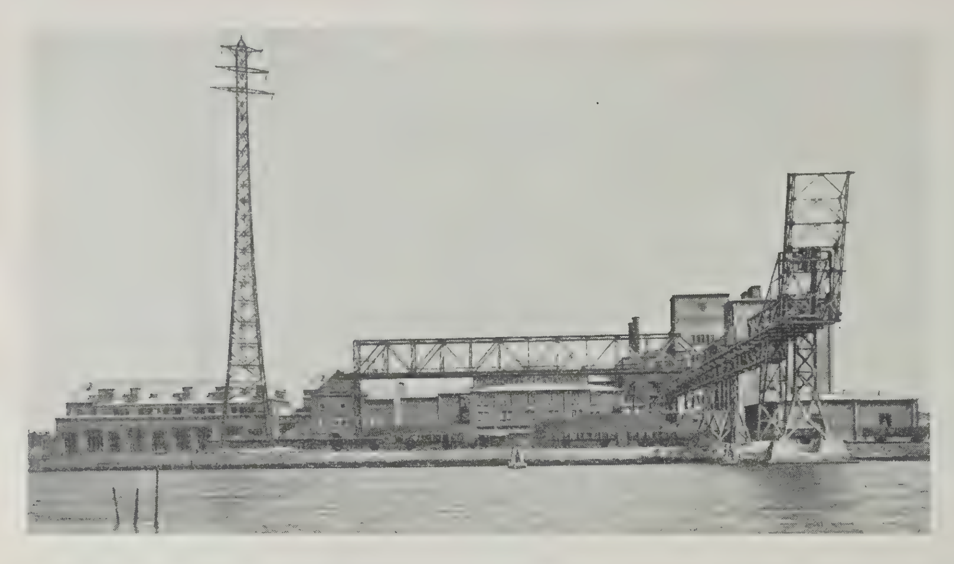


Abb. 3
Das Dampfkraftwerk Elbing des Ostpreußenwerks.
Ausgebaut für 19 260 kW
Vorgesehen für 50 000 kW

Stromabsatz

Die bisherige Entwicklung des Stromabsatzes der Ostpreußenwerk-A.-G. war durchaus zufriedenstellend. Die nutzbare Abgabe hat sich seit etwa 1924 vervierfacht und betrug im verflossenen Jahr 52 Mill. kWh. Es ist zu erwarten, daß auch in den nächsten Jahren die Stromabgabe weiter steigen wird, zumal sich die neue 60 000 V-Leitung für die Versorgung des Danziger Gebietes bereits im Bau befindet.

Als wichtigstes Bindeglied zwischen Stromabnehmer und Elektrizitätswerk ist das Elektroinstallationsgewerbe einschließlich der Elektrogroßfirmen zu betrachten. Dies gilt ganz besonders für das Versorgungsgebiet des Ostpreußenwerkes, das sich, unter Verzicht auf eigene Installationstätigkeit, jedes Vertriebes von Elektromaterial zugunsten des Installateurgewerbes enthält. Auch steht das Ostpreußenwerk in dauernder enger Fühlungnahme mit seinen Installateuren und erzieht sie planmäßig zur Mitarbeit an der Elektrizitätswerbung in der Provinz.

Um den Installateuren den Vertrieb stromverbrauchender Maschinen und Geräte zu erleichtern und dem Verbraucher den Ankauf zu ermöglichen, hat das Ostpreußenwerk ferner die „Ostpreußische Elektrizitäts-Kreditgenossenschaft" gegründet, der die Finanzierung aller in den Aufgabenkreis des Installateurs fallenden Geschäfte zur Aufgabe gemacht wurde. Diese Einrichtung hat sich bisher auf das Beste bewährt.

Die Stromversorgung Königsbergs

Neben der Ostpreußenwerk-A.-G., die, wie oben schon dargelegt, sieben Achtel der Provinz Ostpreußen mit ihrem Versorgungsgebiet umfaßt und mit sämtlichen bedeutenden Elektrizitätsunternehmungen der Provinz in irgendeinem Stromlieferungs- oder Stromaustauschverhältnis steht, ist als nächstgrößtes Elektrizitäts-Lieferungsunternehmen das Elektrizitätswerk der Stadt Königsberg zu nennen. Es ist mit dem Gaswerk, dem Wasserwerk und der Straßenbahn zu der Firma Königsberger Werke und Straßenbahn, G. m. b. H., vereinigt und erzeugt seinen Strom in einem eigenen, am Pregel gelegenen Dampfkraftwerk mit einer Maschinenleistung von 34 000 kW. Die Kupplung mit der Ostpreußenwerk-A.-G. wurde bereits oben erwähnt. Bemerkenswert ist, daß in der Stadt Königsberg bereits 98 vH aller Haushaltungen mit Elektrizität versorgt werden.

Überlandversorgung

Die erste Überlandversorgung erfolgte, wie eingangs bereits erwähnt, in den Kreisen Stuhm und Marienwerder durch das Westpreußische Überlandwerk, G. m. b. H., das den größten Teil seines westlich der Weichsel gelegenen Versorgungsgebietes durch den Versailler Vertrag v lor und nach dem Kriege gezwungen war, in Mari werder ein neues kleines Dampfkraftwerk mit ei Leistung von 2000 kW zu errichten. Das Kraftwerk w im Laufe dieses Jahres stillgesetzt. Das Überlandw bezieht von da ab in einsichtsvoller Erkenntnis elektrowirtschaftlichen Lage der Provinz Ostpreu seinen gesamten Strombedarf von rd. 6 Mill. kWh der Ostpreußenwerk-A.-G.

Zur Fernstromlieferung dient eine 60 kV-Leitu von Elbing aus zum Umspannwerk Nikolaiken.

An Überlandwerken sind neben der Ostpreußenwe A.-G. und dem Westpreußischen Überlandwerk, G. m. b. noch die schon erwähnten Kreisüberlandwerke zu nenn wie Rosenberg, Preußisch-Holland, Marienburg, Elbi und Braunsberg. Die beiden erstgenannten haben eige kleine Kraftwerke; Marienburg und Elbing, von de das letztere inzwischen in den Besitz des Ostpreuß werks übergegangen ist, beziehen Fernstrom vom O preußenwerk. Braunsberg bezieht seinen Strom aus d Wasserkraftwerk der Firma Schichau in Pettelkau. Zersplitterung der Elektrizitätswirtschaft in dem we lichen Teil Ostpreußens hat ihren Grund in der Entwi lung, da die genannten Unternehmungen bereits vor Ostpreußenwerk-A.-G. gegründet waren.

An größeren städtischen Elektrizitäts-Unternehm gen, die noch Kraftwerke betreiben, sind neben den nigsberger Werken noch zu erwähnen: Elektrizit werk und Straßenbahn Tilsit, A.-G., die Städtischen triebswerke Allenstein und die Städtischen Betrie Insterburg. Alle drei stehen aber daneben auch mit d Ostpreußenwerk in einem Stromlieferungsverhältnis.

Zukunftsaussichten

Betrachtet man die Zukunftsaussichten der preußischen Elektrizitätswirtschaft, so muß man zw gewisse Besorgnisse hegen, die durch die sehr schlec Lage der ostpreußischen Wirtschaft überhaupt und Landwirtschaft insbesondere bedingt sind und in ei augenblicklich nur langsamen Steigerung des Str absatzes ihren Ausdruck finden. Anderseits ist erst et die Hälfte der für den Anschluß in Frage kommend Gemeinden und Güter elektrisch versorgt; auch bei d bereits angeschlossenen Verbrauchern wird der el trische Strom noch nicht in dem Umfange verwendet, im übrigen Reich, so daß noch mit einer erheblichen St gerung des Stromabsatzes gerechnet werden kann. Auß dem lassen die bisherigen Erfolge erhoffen, daß du weiteren engeren Zusammenschluß aller an der El trizitätswirtschaft Beteiligten die Betriebswirtsch immer günstiger gestaltet wird.

JAHRESSCHAU DER TECHNIK 1928/29

Dem engeren Fachgenossen zum Auffrischen des Gedächtnisses, dem Fernerstehenden und dem werdenden Ingenieur zur Einführung und zum Anregen des Studiums, zur raschen Unterrichtung dem Vielbeschäftigten.

:ergie

Wärmekraftmaschinen

Dampfkraft

ochdruckdampf

Über die übliche Druckgrenze der Kessel von Kraft-.agen hat das letzte Jahr eine Klärung insofern ge-.cht, als sich im allgemeinen für Kraftwerke Drücke 1 35 bis 40 at als wirtschaftlich ausgewiesen haben. r Sonderzwecke, die zu Trocken- und Heizanlagen nenswerten Gegendruck verlangen und bei denen sich e günstige Absatzmöglichkeit der in Vorschalt-schinen erzeugten Energie bietet, kommen Drücke von at und mehr in Frage.

Die 100 at-Anlage Mannheim[1]) kam im letzten Jahr Betrieb. Sie ist mit normalen Zweitrommel-Steilrohr-sseln und Kohlenstaubfeuerung ausgerüstet. Die Be-ebserfahrungen mit der Anlage sowie mit dem ähn-hen noch im Bau befindlichen 120 at-Kraftwerk der e-Bergbau-A.-G.[2]) werden auch in Deutschland Grund-en für die wirtschaftliche Beurteilung von Höchst-ickanlagen schaffen.

In der Überwindung betrieblicher Schwierigkeiten der Armaturenbau[3]) für Höchstdruckdampf und der sselbau selbst einen großen Antrieb erhalten. Zur rgrößerung der Verdampfung und dadurch möglichen rkleinerung der Heizflächen und Anlagekosten wer-n weitgehend Strahlungsheizflächen[4]) angewandt, die en erhöhten Feuerraum bedingen. Diese Entwicklung deutlich an den Erweiterungsbauten der seit 1925 mit at betriebenen amerikanischen Hochdruckanlage Edgar tion in Boston[5]) zu erkennen, die trotz erheblicher hrleistung verkleinerte Heizflächen zeigt. Die Grup-n-Wasserrohrkessel mit einer Obertrommel werden rch Taylor-Schrägroststoker beheizt.

Die Konstruktionen zur Höchstdruckdampf-Erzeugung ch den Verfahren von *Benson*[6]), *Löffler*[7]) und *Schmidt-rtmann*[8]) sind weiter entwickelt und teilweise bereits industrieller Anwendung ausgebildet worden. Ein-nende Versuche der Reichsbahn mit der Hoch-uckłokomotive Bauart *Schmidt*[9]), lassen die wendung des Hochdruckdampfes im Lokomotiv-rieb für Kolbenmaschinen ohne Kondensation aus-htsreich erscheinen. Auch die Hochdrucklokomotive Schweizer Lokomotivfabrik[10]), die als Gleichstrom-benmaschine in drei Zylindern mit einfacher Dampf-nnung arbeitet, hat sich in langem Betriebe durchaus vährt. Anderseits werden jetzt die Versuche der Stu-ngesellschaft für Kohlenstaubfeuerung auf Lokomo-ien[11]), die in Kassel an ortfesten Lokomotivkesseln nstig verliefen, auch auf den Fahrbetrieb ausgedehnt.

uerungen

Das Vordringen der Kohlenstaubfeuerung hat auf n Rostfeuerungsbau[12]) eine belebende Wirkung ausgeübt. Durch Verbesserung der Luftführung und Vorwärmung durch Zonenwanderroste, vergrößerte Heizfläche sowie Verwendung wärmebeständiger Baustoffe ist die Rostfeuerung unter Ausnutzung der Strahlungsheizflächen und günstiger Zündeinrichtungen wieder in erfolgreichen Wettbewerb mit der Kohlenstaubfeuerung für Großanlagen eingetreten. Die Regelbarkeit der Feuerungen auch bei der Verbrennung minderwertiger Brennstoffe ist durch die Ausbildung der mechanischen Vorschub-Treppenroste bedeutend verbessert worden.

Die Deckung der Spitzenlast

der Kraftwerke mit möglichst geringem Kapitaldienst wird weiter durch verschiedene Speichersysteme erstrebt. Die Hochdruckkessel mit ihrem verhältnismäßig geringen Wasserraum bedingen an sich schon große Wasserraumspeicher, die in den verschiedensten Schaltungen als Gleichdruck-Verdrängungsspeicher[13]) für Spitzen geringerer Höhe, wie in Mannheim, oder als Gefällespeicher nach *Ruths*[14]) für das Charlottenburger Werk stehend ausgeführt werden, s. Bildbl. 5. Besonders für Kraftwerke, die sich eine Städteheizung angegliedert haben und die immer mehr an Zahl und Leistung zunehmen, können die Speicher die Wirtschaftlichkeit steigern. Die Verwendung des Dieselmotors in den Kraftwerkanlagen hat nach den guten Erfahrungen mit dem Motor im Werk Hamburg-Neuhof Fortschritte gemacht. Besonders die lange Lebensdauer der Motoren und ihre volle Betriebsbereitschaft nach wenigen Minuten haben hierzu beigetragen (vergl. Großdieselmotoren). Da man immer mehr erkannt hat, daß alle Teile einer Kraftanlage unbedingt als Ganzes zu betrachten und zu bemessen sind, erscheint eine Einzelwürdigung der Teile in ihrer Zweckmäßigkeit für die eine oder andre Anlage schwierig; denn die Faktoren, die auf die Wirtschaftlichkeit einer Konstruktion einwirken, sind sehr verschieden, je nachdem es sich um Grundlast- oder Spitzenlastwerke handelt.

Dampfkraftmaschinen

Bauliche Schwierigkeiten im Hockdruckteil von Höchstdruckturbinen kleinerer Leistungen und Werkstoffschäden infolge höchster Dampftemperaturen bedingen auch heute noch u. U. die Anwendung von Kolbendampfmaschinen[15]) als Vorschalt- oder Hauptmaschinen. Bemerkenswert ist die bei A. Borsig, G. m. b. H.[16]), von Amerika in Auftrag gegebene 6000 PS-Gegendruckmaschine mit dreifacher Dampfdehnung, die mit 100 at Anfangsdruck arbeitet.

Im Turbinenbau[17]) werden für Höchstdruck meist Anzapf-Gegendruckturbinen in Mehrgehäuseanordnung mit Zwischenüberhitzung durch Heizdampf gebaut, die besonders bei gekuppelter Kraft- und Wärmeversorgung Verwendung finden. Ältere, langsam laufende Turbinen werden vielfach durch schnellaufende Getriebeturbinen ersetzt, nachdem es gelungen ist, den Wirkungsgrad der Getriebe zu steigern. Ebenso ist eine Drehzahlerhöhung festzustellen, wobei man höhere Leistungen je Welle für Großanlagen in Verbindung mit zweiflutiger Anordnung erreicht. Um den Übergang eines Kraftwerks zu höheren Drücken zu ermöglichen, sind Vorschalt-Gegendruckturbinen entwickelt worden, deren Wirkungsgrad im Hochdruckteil sich günstig gestaltet.

[1]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 10 S. 345; eine ausführliche Darstellung rheint in einem der nächsten Hefte.
[2]) „Wärme" Bd. 52 (1929) Nr. 17 S. 328.
[3]) Archiv f. Wärmewirtsch. Bd. 10 (1929) Nr. 3 S. 74.
[4]) *Schack*, Wärmestelle Düsseldorf, Mitt. 55.
[5]) „Wärme" Bd. 52 (1929) S. 377; „Power" Bd. 68 (1928) S. 273.
[6]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1037; s. a. „Hochdruckdampf II", Berlin 9, VDI-Verlag.
[7]) Desgl. S. 1353; s. a. Sonderheft „Hochdruckdampf II".
[8]) Desgl. S 1521; s. a. „Hochdruckdampf II".
[9]) Desgl. S. 1915; s. a. „Hochdruckdampf II".
[10]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 5 S. 151.
[11]) Archiv f. Wärmew. Bd. 10 (1929) Nr. 1 S. 12.
[12]) „Wärme" Bd. 52 (1929) Nr. 4 S. 66 u. f.

[13]) Desgl. Nr. 17 S. 334.
[14]) Desgl. Nr. 17 S. 341
[15]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1641.
[16]) Desgl. S. 1729.
[17]) Archiv f. Wärmew. Bd. 10 (1929) Nr. 3 S. 89.

Verbrennungskraftmaschinen

Großdieselmotoren

Die Durchbildung des Dieselmotors bezog sich im letzten Jahr besonders auf die Schaffung von Einheiten höchster Leistung und von Fahrzeugmotoren. Beiden gemeinsam ist zum Erreichen dieses Zieles die Einführung des Schnellaufs und damit, sowie durch Anwendung besonderer Werkstoffe und Konstruktionen, die Gewichtverminderung.

Einen bedeutenden Anteil an dieser Entwicklung hat die erfolgreiche Anwendung der kompressorlosen Einspritzung auch bei Großanlagen. Die ersten, allerdings noch langsamer laufenden kompressorlosen Schiffsmotoren der Bauart AEG-Hesselman[18]) von 5000 PS Nutzleistung in sechs doppeltwirkenden Zweitaktzylindern, bei denen besonders die Anordnung von je zehn Düsen an der Kurbelseite der Zylinder für gleichmäßige Brennstoffverteilung beachtenswert ist, haben sich in drei Motorschiffen auf vielen Reisen gut bewährt und zeigen einen auffallend niedrigen Brennstoffverbrauch. Jetzt hat die AEG ein neues Verfahren zur Herstellung hochbeanspruchter, verwickelter Bauteile durch Zusammenlötung aus geschmiedeten Stücken[19]) entwickelt. Infolgedessen ist man u. U. in der Lage, die bei weiterer Drehzahlsteigerung unvermeidbare höhere Wärme- und Abnutzungsbeanspruchung in Dieselmotoren ohne Schaden zuzulassen.

Die bei der MAN für das Elektrizitätswerk Hennigsdorf bestellten Spitzenlastmaschinen, Bildbl. 7, sind fertiggestellt und haben den Probelauf befriedigend beendet. Sie sind dem Zweck entsprechend als besonders leichte Maschinen in doppeltwirkender kompressorloser Zweitaktbauart durchgebildet und ergeben in zehn Zylindern bei 215 U/min 11 700 PS Nutzleistung. Das hierauf bezogene Einheitsgewicht beträgt 25 kg/PS.

Während sich in den letzten Jahren für größte Leistungen der Zweitakt, u. zw. in Doppelwirkung, durchgesetzt hat, steht bei Anlagen, für die im Dauerbetrieb thermische Ausnutzung, Lebensdauer und Betriebsicherheit gegenüber dem Anschaffungspreis ausschlaggebend sind, der Viertakt für mittlere Leistungen noch in hartem Kampf mit dem Zweitakt. Günstig für ihn ist die Anwendung des Aufladeverfahrens zum Steigern der Leistung.

Für die früher mehr empirisch gewählten Regler werden jetzt infolge der hohen Anforderungen der Elektrizitätswerke besonders bei Parallelbetrieb die Einflüsse des gesamten Maschinensatzes genauer berücksichtigt.

Im Schiffbau gewinnt der Dieselmotor immer mehr an Boden. Um auch hier dem Schnellauf Eingang zu verschaffen, hat man neuere Zahnradgetriebe mit Übersetzungen von 1 : 2 bis 1 : 3 entwickelt, die in Verbindung mit Öl- oder mechanischen Kupplungen auch das Arbeiten von mehreren Maschinen auf eine Schraube gestatten. Der Vermeidung gefährlicher Dreh- und Biegungsschwingungen der Motoren wird bei zunehmender Verwendung auch auf Fahrgastschiffen, erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt.

Im einzelnen sei die Motorenanlage der Hapag-Schiffe „St. Louis“ und „Milwaukee“ erwähnt; sie besteht aus je zwei doppeltwirkenden MAN-Zweitaktmotoren, die in sechs Zylindern je 3150 PS Nutzleistung bei 225 U/min aufweisen[20]). Beide Schiffe sind mit Übersetzungsgetrieben ins Langsame ausgerüstet.

Die Firma Gebr. Sulzer liefert jetzt für vier holländische Einschraubenschiffe[21]) in ihrer bekannten einfachwirkenden Zweitaktbauart Motoren mit der bemerkenswerten Nutzleistung von 7000 PS in acht Zylindern bei nur 100 U/min. Es sind dies die größten zur Zeit im Schiffbau für unmittelbaren Antrieb verwandten Motoren. Auch die Bauart der Junkers-Doxford-Schiffsmotoren ist auf den Schnellauf umgestellt und durch günstigeren Massenausgleich verbessert worden.

Neue Wege, um Leichtgewicht und Schnellauf zu erreichen, geht der englische kompressorlose *Ricardo*-Motor[22]), der für den Steuervorgang auf die vom Vergasermotorenbau her bekannte Schieberkonstruktion von *Knight* zurü greift. Der Motor ist bislang nur als kleinere Schi maschine entwickelt für Drehzahlen von 900 U/min. bildet damit den Übergang zu den eigentlichen Fahrze motoren.

Über seine Versuche mit dem Kohlenstaubmotor richtete *Pawlikowski* auf der letzten Hauptversammlung eingehend. Für den Schnellauf kann auch der Ersatz mechanischen Steuerung durch hydraulische Ölsteueru wie sie die Firma Wumag, Görlitz, baut, besonders a für größere Einheiten, von Bedeutung werden[24]).

Fahrzeug-Schwerölmotoren

Diese ausgesprochenen Leichtmotoren sind aus d Zustande des Versuchs in den der industriellen Ausw tung eingetreten. Zunächst vor allem für Lastkraftwag Antrieb werden die Motoren in steigendem Maße ein baut, da sich ihre Regelfähigkeit, wie ihr Anzugmom und die Wirtschaftlichkeit als besonders vorteilhaft geg über Leichtölmotoren erwiesen haben.

Die fast durchweg kompressorlose Einspritzung folgt nach verschiedenen Verfahren. Bei Strahleinspritzu vermeidet die besonders einfache Bauweise der neuen Bos Pumpe und -Düse das unerwünschte Nachtropfen. An Motoren arbeiten nach dem Vorkammerverfahren mit u ohne Anlaßglühspirale. Der Luftspeichermotor nach Bos Acro hat sich ebenfalls durchgesetzt. Genannt seien h die Motoren der Firmen: Bosch-Acro[25]), Deutz[25]), Ju kers[26]), Körting, Linke-Hofmann, Mercedes-Benz[25]) u der MAN.

Die weiteren Arbeiten am Fahrzeugmotor beziehen s jetzt auf seine Einführung in den Flugbetri durch noch beträchtliche Gewichtsverminderung bis un 2 kg/PS Nutzleistung. Während als leichteste Vergas flugmotoren wohl die neuerdings sehr vervollkommne Sternmotoren anzusprechen sind, wird der Dieselflugmo leichter Reihenbauart dem Vergasermotor gleichen A baues das Feld streitig machen, da der Dieselmotor betri und feuersicherer arbeitet und ein verhältnismäßig ringeres Brennstoffgewicht verlangt.

Als erster dieser Motoren kam der Junkers-Dies motor von 850 PS Nutzleistung mit Doppelkolben zu pra tischer Flugerprobung. Ähnlich im Aufbau wie der Ju kers-Fahrzeugmotor arbeitet diese Bauart jedoch auf zw durch Stirnräder miteinander verbundene Wellen. Für d Flugzeug-Dieselmotor hat bei Verwendung im Höhenfl die Aufladung durch Abgasturbogebläse nach dem Verfa ren von *Lorenzen*[27]) noch große Aussichten.

Wissenschaftliche Forschung

Hier sei für das Gebiet des Wasserdampfes auf d Beitrag über technisch-physikalische Forschung S. 880 v wiesen. Schwierige Probleme stellt noch die genaue Dam und Wärmemengenmessung[28]) mit einfachen Apparat deren Schaffung für die Ausbreitung der Heizkraftwer besonders wichtig ist. Die neuerdings veröffentlichten A beiten hierüber betrafen meist Versuche mit recht umfa reichen Laboratoriumseinrichtungen, dürften aber ei Grundlage zum Aufbau solcher Apparate bilden.

Die Erscheinungen des Verbrennungsvorga ges werden noch durch eine größere Anzahl von Arbeit erforscht. Im Zusammenhang mit der Ausbildung d schnellaufenden Fahrzeug-Schwerölmotors wurden V suche über die Zündvorgänge und den Zündverzug ver fentlicht und ergaben über die Größe des Zündverzuges Abhängigkeit von der Vorverdichtung und Tropfengrö wichtige Aufschlüsse. Die Wirbelung und damit die gü stigste Gestaltung des Verbrennungsraumes zur Gemisc bildung bei luftloser Einspritzung bildeten den Stoff zu d fortgesetzten Versuchsreihe von *K. Neumann*.

Zur besseren Beherrschung der Einspritzzeiten b Großölmaschinen, unabhängig von der Länge der Leitu gen und der Lage der Brennstoffpumpen, wurden die früh

[18]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1693.
[19]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 18 S. 626.
[20]) Hierüber erscheint demnächst ein Aufsatz in dieser Zeitschrift.
[21]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1555. [22]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 18 S. 620.
[23]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1283.
[24]) Arch. f. Wärmew. (1929) Nr. 3 S. 109.
[25]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1371. u. f. [26]) Desgl. S. 1569.
[27]) Desgl. S. 1869.
[28]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1493.

Versuche von *Sulzer-Eichelberg*[29]) mit der Akkumu-
pumpe in erweitertem Maße wieder aufgenommen. Es auch durch umfangreiche Apparaturen gelungen, die tpflanzung der Flammenfront und der Druckwellen in Explosionsbombe in mehreren aufeinanderfolgenden ildern festzuhalten; daraus ergibt sich eine Möglichkeit, Verhalten verschiedener Brennstoffgemische zu erfor-
en. Mit der Festlegung des Idealprozesses zur Ermitt-
g des Wirkungsgrades der Energieumwandlung in Ver-
nungskraftmaschinen beschäftigen sich andre Unter-
ungen.

Die Mehrzahl dieser Ergebnisse sind in der Tagung Ausschusses für Wärmeforschung behandelt[30]) oder er Reihe der Forschungsarbeiten des Vereines deutscher enieure ausführlich veröffentlicht worden, von denen folgenden das Gebiet der Wärmekraftmaschinen be-
renden Hefte aufgeführt seien:

uzer: Statische und dynamische Untersuchung von Mündungsdampfmengenmessung, Heft 297;
um: Stauring-Mengenmessung von strömendem Dampf, Heft 298;
tner-Seberich: Zündverzug bei flüssigen Brennstoffen, Heft 299;
schuß für Wärmeforschung: Wärmedurchgang bei einfachen Körpern und Maschinen, Heft 300;
mann und *Klüsener:* Untersuchungen an der Dieselmaschine — Zur Dynamik des Zündvorganges, Heft 309;
ob und *Erk:* Der Wärmeübergang beim Kondensieren von Heiß- und Sattdampf — Verdampfungswärme des Wassers und das spezifische Volumen von Sattdampf für Temperaturen bis zu 210 °C, Heft 310;
ob und *Kretzschmar:* Durchflußzahlen von Normaldüsen, Heft 311;
er: Untersuchung der von Spritzvergasern gelieferten Zerstäubung, Heft 312;
nidt: Der indizierte Wirkungsgrad in der kompressorlosen Dieselmaschine, Heft 314;
stian: Begrenzung der Leistungssteigerung der schnell laufenden Verbrennungsmaschine durch den Steuervorgang, Heft 315;
ell: Der indizierte Wirkungsgrad der Gasmaschine, Heft 316;
ker: Der Einfluß des Wärmeüberganges auf den indizierten Wirkungsgrad der Gasmaschine, Heft 316.

3083] *A. Nägel*

[29]) Z. Bd. 70 (1926) S. 1088.
[30]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 3 S. 82.

Wasserkraftmaschinen und -anlagen

lanturbinen

Immer mehr werden bei Niederdruckanlagen Kaplan-
inen bevorzugt, und zwar nicht allein wegen ihrer en Schnelläufigkeit, sondern auch wegen ihrer gün-
ien hydraulischen Eigenschaften. Gelingt es doch, h entsprechende Ausbildung der Schaufelformen mit lanturbinen Wirkungsgrade zu erreichen, die mit ncisturbinen bei Niederdruckanlagen kaum zu erzielen . Es wurden schon Wirkungsgrade bis zu 95 vH ge-
sen. Für wichtige große Anlagen wird es heute für vendig erachtet, jeweils eine Modellturbine herzu-
en und zu prüfen, um mit voller Sicherheit gute kungsgrade zu erreichen und bei höheren Gefällen sicher zu gehen, daß keine schädliche Kavitation hlraumbildung) eintritt. Als obere Gefällgrenze gilt e für Kaplanturbinen 18 m (kommt in Deutschland der Anlage Tannheim der Oberschwäbischen Elektri-
ts-Werke für eine Kaplanturbine von 4400 PS bei U/min zur Anwendung) und für Propellerturbinen Überdeckung der Laufradschaufeln 30 m.

Bei den Kaplanturbinen mit d r e h b a r e n L a u f-
s c h a u f e l n gestaltet man jetzt vielfach den zelkopf und den Laufradmantel in der Höhe der aufeln kugelig statt zylindrisch, um den Spalt bei Stellungen der Laufradschaufeln klein zu bekommen dadurch die Spaltkavitation möglichst zu vermeiden den Wirkungsgrad zu verbessern.

Da bei den Kaplanturbinen sowohl die Leitschaufeln auch die Schaufeln des Laufrades verstellt werden, t man neuerdings diese D o p p e l r e g e l u n g als Sicherheitsregelung aus. Man trennt die Ölumläufe beider Steuerungen vollständig von einander und bringt außer dem normalen Pendel des Turbinenreglers noch ein von ihm unabhängiges zweites Pendel als Sicherheitspendel an, das bei Überschreitung einer bestimmten Drehzahl die Turbine abstellt; oder aber es werden zwei getrennte Betriebspendel angeordnet, von denen das eine die Leitschaufeln einstellt und das andre auf die drehbaren Laufradschaufeln einwirkt. Die Pendel sind je für sich allein in der Lage, den Betrieb weiter zu führen, wenn das andre versagt und beim Eintreten der Störung nicht den Stillstand der Turbine eingeleitet hat. Infolge der dadurch gewährten Sicherheit kann man auf die Ausbildung der Turbineneinlaßschützen als Schnellschlußschützen verzichten, ja in günstigen Fällen können die Einlaßschützen überhaupt weggelassen und durch einen Dammbalkenverschluß für besondere Fälle ersetzt werden. Bei großen Anlagen vermindern sich dadurch die Anlagekosten nicht unerheblich.

Welch große Vorteile die Kaplanturbinen gegenüber den Francisturbinen bei Niederdruckanlagen bieten können, zeigt sich am besten beim Umbau älterer Anlagen. So konnten bei der Anlage Rheinfelden die stehenden Vierfach-Francisturbinen, also mit vier Laufrädern auf einer Welle, durch Einrad-Kaplanturbinen ersetzt werden, wobei es zudem noch, mit geringen Änderungen der Turbinenkammern unter Ausnutzung der hohen Schluckfähigkeit und Schnelläufigkeit dieser Turbinenart gelang, die Leistung um rd. 60 vH und die Drehzahl um 100 vH, von 55 auf 110 U/min, zu steigern. Die engen Turbinenkammern bedingten dabei die Wahl von kegeligen Leitapparaten.

Francisturbinen

Mit zunehmender Leistung steigt auch das Gefälle, für das noch Francisturbinen angewendet werden, immer höher und ist jetzt bei 300 m angelangt, und zwar bei einer deutschen Anlage, dem im Bau begriffenen Wasserkraft-Speicherwerk mit Pumpenförderung Bringhausen in der Nähe der Edertalsperre. Die vier zur Aufstellung kommenden Francis-Spiralturbinen leisten bei 281 bis 300 m Gefälle je 41 000 PS bei 500 U/min. Durch während des Betriebes aus- und einrückbare hydraulisch-mechanische Kupplungen ist mit jeder Turbine unmittelbar eine Hochdruck-Speicherpumpe verbunden, die eine Antriebleistung bis zu 29 800 PS erfordert.

Bedienungsloser Betrieb

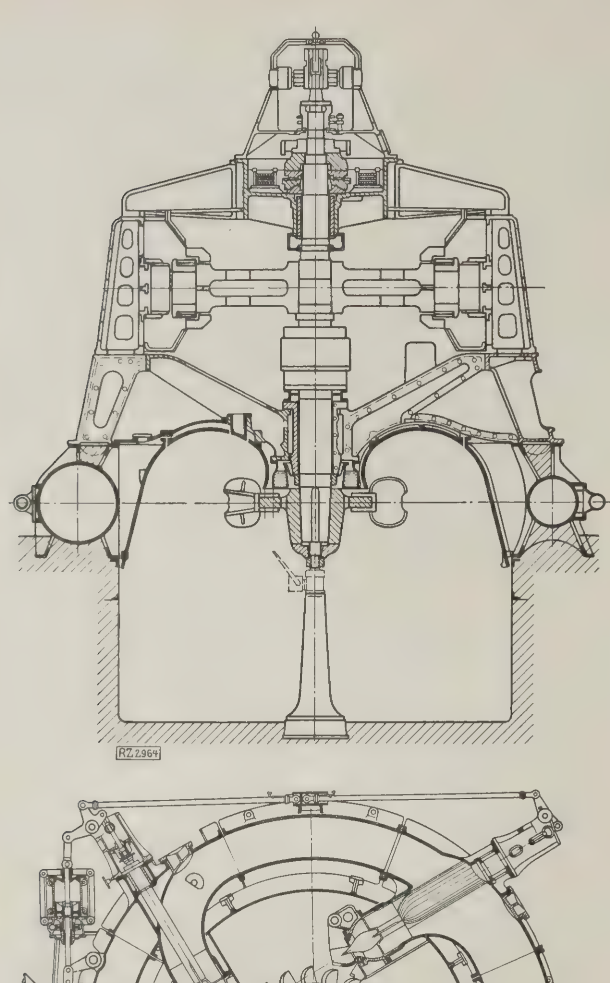
Nicht nur kleine und mittlere, sondern auch große Anlagen werden heute vielfach für vollkommen selbsttätigen, bedienungslosen Betrieb eingerichtet, weil sich dadurch die Betriebskosten der Wasserkraftwerke, bei denen die Bedienung einen erheblichen Anteil ausmacht, herunterdrücken lassen[1]). Selbst Speicherkraftwerke mit Pumpenförderung, bei denen mehrmals am Tage vom Turbinen- auf Pumpenbetrieb umgeschaltet werden muß, werden für bedienungslosen Betrieb ausgebaut, so z. B. das große Pumpspeicherwerk Herdecke a. d. Ruhr. Eine Schwierigkeit bereitet bei den bedienungslosen Anlagen immer noch die Rechenreinigung, die sehr schwer ganz selbsttätig gemacht werden kann, doch kommt man auch diesem Ziel immer näher.

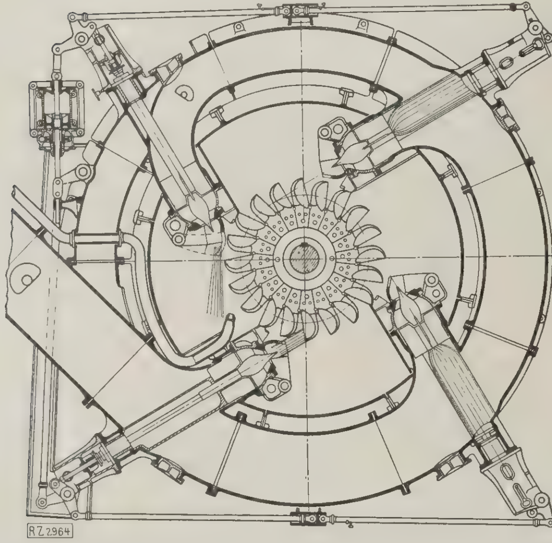
Vielfach begnügt man sich deshalb auch damit, eine Anlage wenigstens so weit selbsttätig zu machen, daß keine ständige Wartung erforderlich ist und sie sich auf eine gelegentliche Kontrolle in gewissen Zeiträumen, etwa einer Woche, beschränkt. Dabei wird dann meist darauf verzichtet, die Anlage von der Ferne aus in Betrieb setzen zu können, was eine Vereinfachung der Ausrüstung mit Schaltgeräten und Sicherheitseinrichtungen bedeutet.

Freistrahlturbinen

Bemerkenswert sind die großen Freistrahlturbinen mit senkrechter Welle, die Escher, Wyß & Cie. in wachsender Zahl und zunehmender Leistung ausführt.

[1]) „Wasserkraft und Wasserwirtschaft" Bd. 22 (1927) S. 321, „Wasserwirtschaft" (Wien) Bd. 20 (1927) S. 524, EWC-Mitteilungen Bd. 2 (1929) S. 27, Schweiz. Bauzeitung Bd. 93 (1929) S. 63.





Vierdüsige Einrad-Freistrahlturbine von Escher, Wyss & Cie. für die Anlage Maipo in Chile; 18 600 PS bei 204 m Gefäll und 250 U/min.

Sie haben den Vorteil des geringen Raumbedarfes und der Möglichkeit, an einem Laufrad bis zu vier und fünf Düsen anbringen zu können, also einen schnellaufenden, sehr gedrängt zusammengebauten Maschinensatz zu schaffen. Eine besonders in axialer Richtung wenig Raum beanspruchende Bauart ist hier abgebildet. Der Maschinensatz, Turbine und Stromerzeuger, hat nur zwei Führungslager, und das spiralförmige Wasserzuflußrohr dient als Abstützung für den Stromerzeuger, so daß bei der geringen Bauhöhe nur ein Maschinenhausboden notwendig ist. Das Laufrad sitzt, wie bei allen diesen Freistrahlturbinen mit stehender Welle, fliegend auf der Welle.

Die zur Zeit größten Freistrahlturbinen sind wohl die von J. M. Voith für das Kraftwerk Fusenko (Korea) gelieferten Turbinen, die bei 605 m Gefälle je 45 625 PS leisten, s. Bildbl. 6. Sie haben liegende Welle, und jedes Laufrad wird von zwei Düsen beaufschlagt. [B 2964]

Oesterlen.

Elektrotechnik[1])

Elektrische Maschinen

Die großen amerikanischen Turbosätze von 160
und 208 000 kW sind in Betrieb gekommen. Mehrwel
sätze sucht man neuerdings möglichst zu vermeiden.
160 000 kW-Stromerzeuger der General Electric Co. m
der Ölschalter wegen zwei getrennte Wicklungen fü
80 000 kW erhalten, denen je eine Kurzschluß-Dro
spule für 10 vH der Stromerzeugungspannung
geschaltet ist. Für das Kraftwerk Zschornewitz sind
Einwellen-Turbostromerzeuger für je 100 000 kVA, co
= 0,85, 1500 U/min, 50 Hertz, 13 kV bei 13,5 at Da
überdruck in Arbeit. Das sind die größten Turbos
Europas. Für das Pariser Kraftwerk Vitry II
Turbosätze von 65 000 kVA in Auftrag gegeben
den. Das Westkraftwerk Berlin wird sechs Turbos
von je 34 000 kW, 3000 U/min bei 28 at Dampfüberd
erhalten. Für die Preußische Elektrizitäts-A.-G. ist
Turbo-Stromerzeugersatz von 40 000 kVA, 10,5
3000 U/min im Bau. Die Entwicklung strebt
3000 U/min bereits nach Leistungen von 60 000 k
und mehr.

Mit der rasch wachsenden Einheitsleistung muß
die Klemmenspannung wachsen; in Amerika und Engl
geht man schon auf 22, ja auf 33 kV Maschinenspann
Dafür dürfte Ölkühlung am Platze sein.

Im Wasserkraftwerk Nore (Norwegen) sind
lotrechte Drehstromerzeuger für je 29 000 kVA, 500 U/
12 kV aufgestellt worden, im Kraftwerk Handeck
Wasserkraft-Stromerzeuger für 28 000 bis 32 000 k
500 U/min, die größten der Schweiz, in Betrieb gek
men. Das 1000 m hoch gelegene Vermuntwerk[2]) in
arlberg soll die größten lotrechten Wasserkraft-Str
erzeuger Österreichs zu je 30 000 kVA, 500/930 U/
6 kV ± 8 vH, $\cos \varphi = 0{,}85$, Schwungmoment 280 tm²,
halten. Bei den zugehörigen vier Transformat
gleicher Leistung für 6/119,4 kV geht die Eiseninduk
nicht über 13 000 hinaus. Noch größere lotrechte
heiten zu 32 500 kVA, 10,5 kV für nur 75 U/min kom
am Oberrhein in Ryburg-Schwörstadt[3]) zur Aufstell
sie gleichen mit ihrem Außendurchmesser von 11 500
und ihrem Läuferdurchmesser von 9400 mm den gro
amerikanischen Stromerzeugern in Conowingo. Für
Southern California Edison Co. sind zwei lotrechte St
erzeuger für 35 000 kVA, 375/450 U/min, 50/60 Hertz
Bau, die etwa den größten europäischen lotrechten St
erzeugern für 36 000 kVA, 252/300 U/min, 42/50 Hertz
sprechen. In Brasilien wird ein dritter lotrechter St
erzeuger von 33 000 kVA bei 125 U/min, 50 Hertz
gestellt. In den Vereinigten Staaten werden lotre
Wasserkraft-Stromerzeuger in Freiluftausführung geb
z. B. für die Kraftwerke Norwood (62 000 kW) und
wiston, Idaho[4]). Ferner arbeitet dort eine Wasserk
anlage von 8 × 12 500 = 100 000 kVA, 13 800 V ganz sel
tätig, eine Betriebsweise, die auch in Europa Nachahm
gefunden hat[5]).

Die elektrischen Maschinen werden immer häuf
aus geschweißtem Flußstahlblech aufgebaut. Beacht
wert ist die Verwendung dreiphasiger Drosselspulen
Prüfbelastung von Stromerzeugern bei $\cos \varphi = 0$, wie
die Maschinenfabrik Oerlikon für Scheinleistungen
45 000 kVA durchführt.

Das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk
kürzlich die Lieferung einer großen Anzahl Umspa
ner für 40 000 und 60 000 kVA mit 220 kV Oberspann
bei 50 Hertz vergeben; sie sind mit lotrechten Uml
kühlern versehen, die mit Druckluft gekühlt wer
Das Werk Kardaun bei Bozen hat drei Drehstrom
spanner für 36 000 kVA und 252 kV erhalten. Die
schinenfabrik Oerlikon baut bei ihren großen Ölkühl
mit Selbstkühlung die Ölumlaufpumpe samt Motor ins
ein, so daß alle Stopfbüchsen entfallen; kommt die Pu
zum Stillstand, so wird selbsttätig eine Umlaufleit
geöffnet und die Pumpenleitung abgesperrt. Der grö

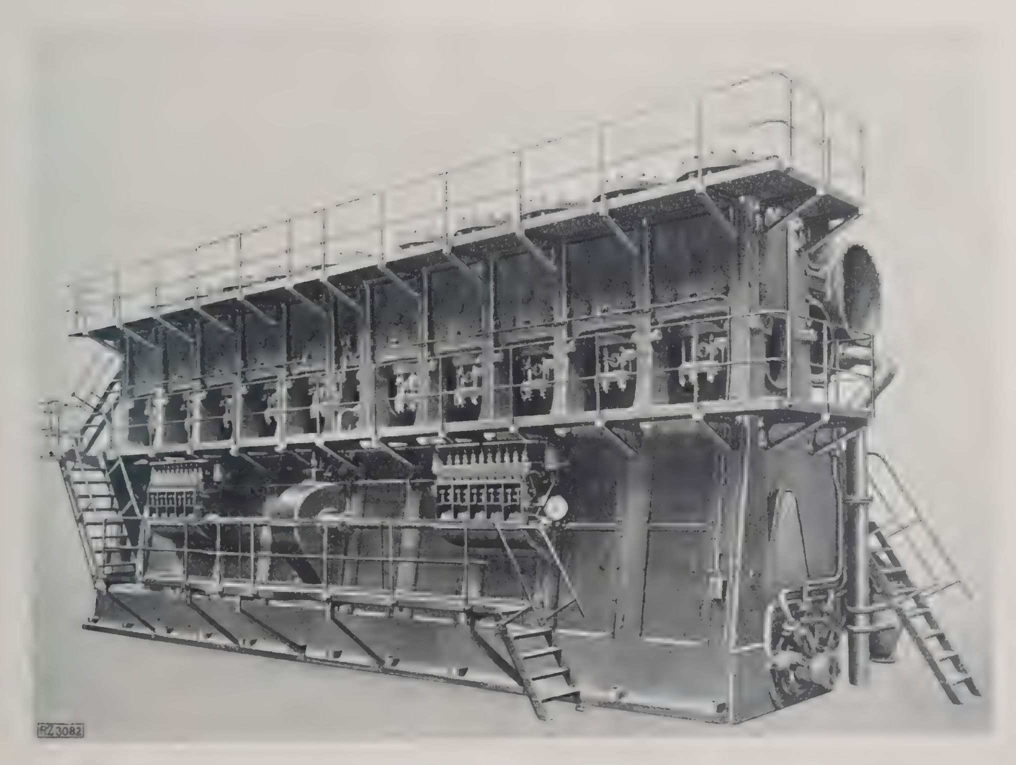
[1]) Vergl. auch Z. Bd. 72 (1928) S. 129 u. f. und Elektrot. u. Maschin
Bd. 47 (1929) Nr. 1 S. 1 und Nr. 13 S. 264.

[2]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 24 S. 827. [3]) Z. Bd. 72 (1928) S. 81. [4]) Z. B
(1929) Nr. 13 S. 447. [5]) Z. Bd. 72 (1928) S. 905.

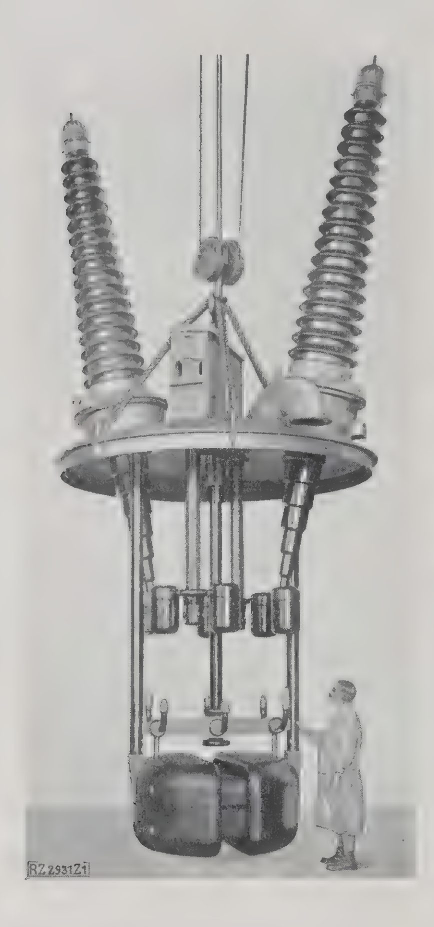
Jahresschau der Technik 1928/29



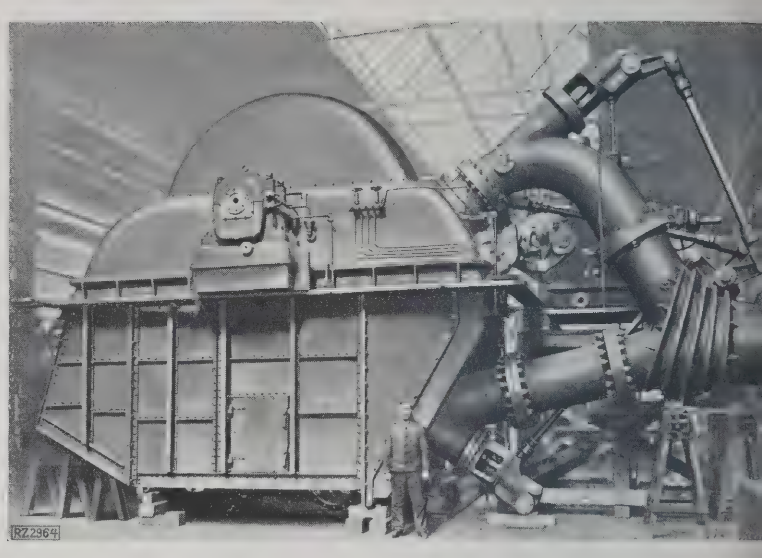
Ruths-Speicher im Kraftwerk Charlottenburg im Bau.
16 Speicher von insgesamt 5000 m³ Inhalt für 610 000 kg Dampf von 13 bis 0,5 at.



Doppeltwirkender kompressorloser zehnzylindriger Zweitakt-Dieselmotor, Bauart MAN, für das Kraftwerk Hennigsdorf der Märkischen Elektrizitätswerke; 11 700 PS, 215 U/min.



Einpoliger Ölschalter der Siemens-Schuckertwerke für 220 kV, 600 A.
Deckel mit Schaltkontakten und Durchführungen herausgehoben.



Turbine des Kraftwerks Fusenko (Japan), gebaut von J. M. Voith, Heidenheim a. d. Brenz; rd. 46 000 PS, 605 m Gefälle.

Jahresschau der Technik 1928/29



Drei Erzverladebrücken von je 800 t/h Leistung, erbaut von der MAN für den Rotterdamer Hafen.

Netzbetrieb (in Buffalo) arbeitende Umspanner leistet Sparschaltung dreiphasig 83 333 kVA bei 25 Hertz, 4 kV; er ist fünfschenkelig. Für Prüfzwecke benutzt AEG einen dreiphasigen Fünfschenkelumspanner ır mit 100 000 kVA Leistung, 13,5/125 kV. Ein 00 kVA-Ölumspanner von Westinghouse für 60 Hertz eitet nur mit Selbstkühlung.

Beachtenswert ist die zusätzliche Ringluftkühlung an G-Umspannern für starke Belastung und Überlast. Der nnungsregelung dienen die Schubtransformatoren von h & Sterzel, Dresden. Umspanner werden immer figer mit angebauten Spannungsregelstufen oder Anfungen versehen, die während des Betriebes geschaltet den. Ebenso finden Drei- und Mehrwicklungs-Umspan- immer mehr Eingang, wobei eine Wicklung in ieck geschaltet ist, damit sie die zu Überspannungen renden Oberwellen ausgleicht; sie dient meist gleichig zum Anschluß eines Phasenschiebers. Zu den ßten derartigen Umspannern gehört einer von Brown, eri & Cie. für 65 000 kVA mit drei Wicklungen für 23 und 9 kV. Das Umspannwerk Aschaffenburg er- einen Dreiwicklungs-Regeltransformator für 35 000 mit Stufenschalter in ± 6 Stufen, unter Last regel- zur Kupplung zweier Netze mit 110/104 kV ± 15 vH/ V, Offenburg einen Vierwicklungstransformator für kV, 105/22/11 kV ± 20 vH/4 kV, Freiburg i. B. einen 15 000 kVA mit 107 kV ± 7½ vH/73 kV ± 6 × 2½ vH/ kV, je mit angebautem Stufenschalter.

Die selbsttätige Ein- und Ausschaltung der vielen umspanner entsprechend der Netzbelastung würde bedeutende Verminderung der beträchtlichen Netzuste ergeben; hierzu dient der sogen. Rückwatt-Auslter von Dr. Paul Meyer, A.-G.

Ofen-Umspanner für 100 bis 170 V bereiten wegen riesigen Stromstärken Schwierigkeiten; man hat be- 20 000, je 35 000 kVA bei 100 000 A in einem -Umspanner erreicht.

Die Luftdrosselspulen für Strombegrenzung legt man in rika neuerdings in Ölkessel, z. B. drei Einphasenselspulen zu je 2800 kVA ohne Eisenkern an 120 kV-melschienen für 450 000 kVA in der Trenton Channel on, Detroit. Im Prüffeld der General Electric Co., tfield, arbeitet ein „Blitzgenerator", der aus hinterndergeschalteten Umspannern aufgebaut ist, mit Spanen bis 3,6 Mill. V; durch Reflexion erreicht man r 4,7 Mill. V. Im Carnegie-Institut in Washington hat über einen Schwingungskreis in einem Tesla-Transrator 5 Mill. V Hochfrequenz erzielt.

Im Wasserkraftwerk Rjukanfos (Norwegen) werden Stromlieferung für die Wasserstofferzeugung eines oniakwerkes an Stelle der Drehstromerzeuger lige Gleichstrom-Doppelmaschinen für 2 × 6000 250/480 U/min, 470/520 V eingebaut[6]). Pöge, Chem- liefert eine beachtenswerte Grenzleistungs-Gleichmaschine für Bahnzwecke, die parallel mit einer rie bei 300 U/min sowohl 4000 kW bei 640 V als auch kW bei 800 und 950 V leisten und kurzzeitig um 0H überlastbar sein soll. Bei den Hochspannungschstrommaschinen für 10 kV und mehr macht man rdings den Kommutator im Durchmesser größer als Anker und läßt Segmentspannungen von einigen ert Volt zu. Die Siemens-Schuckertwerke bauen umsteuerbaren Walzenzug-Gleichstrommotor für 0 kW Stoßleistung bei 50 bis 100 U/min.

...twerke

Der Ausbau der Wasserkraft hat sich fast überall verlangsamt, und man ist auch davon abgekommen, in den Kohlengruben gelegenen Schachtzentralen zu zugen. Von Kraftwerk-Neubauten[7]) erwähne ich für den schon genannten Werken das Schwandorfer nekraftwerk des Bayernwerkes und das Zechenwerk Javorzno zur Versorgung von Krakau und nbung. Die AEG hat einen Entwurf für das Tauern- in den österreichischen Alpen ausgearbeitet für eine mtleistung von 1 500 000 kW und eine Jahreserzeugung von 6,6 Milliarden kWh. Bei Mayrhofen im Zillertal entsteht ein neues Großkraftwerk für 200 Mill. kWh Jahreserzeugung, ebenso bei Ybbs-Persenberg für Wien; das Achenseewerk[8]) erhält eine Pumpspeicheranlage. Im badischen Schwarzwald wird das Schluchseewerk mit 250 000 kW Spitzenleistung bei 600 m Gefälle in drei Stufen errichtet. Das Oberrhein-Albdruck-Dogern-Werk soll im Jahre 1932 fertig werden. In der Schweiz sind das Kraftwerk Schwanden mit 24 500 kW sowie die Kraftwerke Klingnau mit 27 500 kW und Wildegg-Brugg mit 42 000 kW, letztere beide an der Aare, im Bau. Die Siemens-Schuckertwerke bauen bei Dnjeprostroj[9]) in Südrußland ein Wasserkraftwerk von 350 000 PS, später 1 Mill. PS und 1,3 Milliarden kWh im Jahr. Das Sillwerk der Stadt Innsbruck ist von Zweiphasen- auf Dreiphasenstrom umgebaut worden.

Apparate

Da in großen Hochspannungs-Schaltanlagen die Ölschalter immer wieder explodieren und zu schweren Bränden und Störungen führen, so steht nach wie vor das Studium des Ölschalters im Vordergrund; von einer wirklichen Klärung ist trotz großer Fortschritte keine Rede. Die vom Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk bestellten 220 kV-Ölschalter, Bildbl. 6, werden bald die Feuerprobe zu bestehen haben[10]); sie sind z. T. mit DTS-Sillimanit-Isolatoren[11]) ausgerüstet. Das Porzellan für die mit Sprühringen versehenen Durchführungen der Höchstspannungs-Öl- und Trennschalter sowie Transformatoren wird in den letzten Jahren vielfach namentlich im Freien und auch für die Tropen durch Steinzeug oder Sillimanit ersetzt. Für Innenräume sind Kondensator-Durchführungen aus Hartpapier am besten. Porzellandurchführungen werden bei 110 bis 220 kV mit Öl oder Masse gefüllt.

Die Westinghouse Co. baut den Deïon-Luftschalter[11a]) für Spannungen bis 15 kV. Hierbei wird der Lichtbogen unter einem kräftigen Blasfeld mit hoher Geschwindigkeit in die rd. 1,5 mm engen Spalte vieler aneinander gereihter Metallplatten von rd. 1,5 mm Dicke geblasen, wobei auf jede Unterbrechung weniger als 250 V entfallen.

Eisengepanzerte oder gußgekapselte Schaltanlagen[12]) haben sich bei beschränktem Raum rasch eingebürgert und sollten auch mit Isoliermasse oder Öl gefüllt werden. Die Isogußgeräte von Klöckner sind mit unverbrennbarem keramischen Isolierstoff gekapselt.

Das Impedanzrelais oder richtiger das Reaktanzrelais in kräftiger Ausführung setzt sich als Fehlerabstandrelais in Verbindung mit dem Richtungsrelais zum zuverlässigen Ausschalten kranker Netzteile allgemein durch. Zur Fernbetätigung von Schalt- und Anlaßgeräten dient immer häufiger elektrisch gesteuerte Druckluft oder auch Drucköl.

Da die üblichen Spannungswandler bei 110 bis 250 kV unverhältnismäßig groß und teuer werden, ersetzt man sie durch Anordnungen, bei denen man an einem zwischen Leitung und Erde gelegten kapazitiven, induktiven oder Ohmschen Widerstand eine Teilspannung mißt. Die zweite Art wird als Kaskadenspannungswandler bezeichnet, die erste als Kondensatordurchführung mit Anzapfung ausgeführt.

In ganz erstaunlichem Maße sind in jüngster Zeit die elektrische Fernmessung[13]) beliebiger, auch nichtelektrischer Vorgänge und die Fernmeldeanlagen ausgebaut worden, wobei meist Gleichstrom und Kreuzspuleninstrumente und vielfach das Impuls-Zeit- oder das Impuls-Zähl-Verfahren, auch leitungsgerichtete Hochfrequenz, in Anwendung kommen. Auf die gleiche Weise werden die Angaben vieler entfernter Zähler in einem einzigen Summenzähler vereinigt. Im Achenseewerk in Jenbach werden über vier dem normalen Sprechverkehr

[6]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 22 S. 765.
[7]) Vergl. auch Elektrot. u. Maschinenb. Bd. 47 (1929) Nr. 21 S. 433.

[8]) Z. Bd. 72 (1928) S. 389.
[9]) Z. Bd. 72 (1928) S. 354.
[10]) Über den 200 kW-Ölschalter der AEG wird demnächst noch berichtet.
[11]) Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 122 u. 1560.
[11a]) Transact. Am. Inst. El. Engs. Bd. 48 S. 93 u. f. Ein Bericht folgt in dieser Zeitschrift.
[12]) Hierüber folgt ein Bericht in dieser Zeitschrift.
[13]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1784.

dienende Adern des Bahntelephonkabels die Turbinen von dem 40 km entfernten Unterwerk Wilten aus entsprechend der dort an das Bayernwerk abgegebenen Leistung selbsttätig elektrisch geregelt; auf denselben Adern werden auch die gemessenen Werte der Spannung und Leistung von Wilten nach Jenbach übertragen.

Leitungen

Die Hängeisolatoren versieht man bei Höchstspannungen oben und unten mit Schutz- oder Sprühringen, um die Entladung vom Isolierstoff fernzuhalten. In Frankreich und Italien hat der Glasisolator weite Verbreitung gefunden.

Einleiterkabel können für Betriebspannungen bis 150 kV hergestellt werden. Die AEG liefert Dreifachkabel für 100 kV, wobei jeder Leiter seinen eigenen Bleimantel erhält. Der Bleimantel des SO-Kabels der Kabelfabrik Preßburg ist dreieckig. In den Vereinigten Staaten werden nicht nur Höchstspannungs-Einleiterkabel, sondern auch dreifach verseilte Kabel von 33 kV aufwärts mit Öl gefüllt.

Unterwerke

Die großen Einankerumformer versieht die AEG mit einer Staubabsaugvorrichtung auf der Schleifringseite und mit einem Spannungsschwankungsrelais zum raschen Wiedersynchronisieren. Der Quecksilberdampf - Gleichrichter setzt sich insbesondere bei höheren Gleichspannungen, wie sie der Bahnbetrieb verlangt, immer mehr durch und geht schon bis 16 kV Gleichspannung und bis 16 000 A[14]).

Beim Glasgleichrichter, dessen Kolben Brenndauern von mehr als 20 000 Stunden erreichen, hat man mittels Luft-, Öl- oder Wasserkühlung Ströme von 600 A und mehr je Glaskolben erreicht. Im Bahnkraftwerk Leipzig wird in drei Glasgleichrichtern für 750 A Gleichstrom von 2×220 V aus 16⅔periodigem Einphasenbahnstrom erzeugt, wobei eine besondere Glätteinrichtung zur Erzielung flimmerfreien Lichtes eingebaut ist. Die zu starke Welligkeit des Gleichrichter-Gleichstromes wird vermindert durch Glättdrosselspulen im Gleichstrom, durch einen Querkreis aus Selbstinduktion und Kapazität, der auf die Oberwelle abgestimmt ist und sie schluckt, und durch Wahl hoher Phasenzahl, 6 bis 12, was aber nur bei Drehstrom möglich ist. Die Siemens-Schuckertwerke haben Spritzzündung der Gleichrichter statt der Kippzündung eingeführt.

Neben den Synchronphasenschiebern, die von der General Electric Co. bis 50 000 kVA gebaut und mit Wasserstoffkühlung versehen werden — auch die Stromerzeuger der Pumpspeicherwerke dienen dem gleichen Zweck —, haben die asynchronen Blindleistungsmaschinen auch in selbsttätigen Anlagen ausgedehnte Verbreitung gefunden, und zwar erhalten sie ihren Läuferstrom aus Drehstrom-Erregermaschinen, selten mit Eigenerregung, meist mit Fremderregung durch die Motorspannung oder den Motorstrom (Bauart Oerlikon). Für Japan ist eine asynchrone Blindleistungsmaschine von 30 000 kVA mit rd. 25 kV Läuferspannung bei Stillstand geliefert worden. In den Vereinigten Staaten sind neuerdings Kondensatoren (capacitors), die auch als ölgefüllte Kabel ausgeführt werden, nicht nur parallel ans Netz, sondern auch in Reihe mit den Fernleitungen geschaltet worden, wodurch der induktive Spannungsabfall ausgeglichen wird.

Beleuchtung

Im Jahre 1928 wurden in den Vereinigten Staaten 320 Mill. Glühlampen und 240 Mill. Kleinlampen verkauft, was wohl etwa zwei Drittel der Welterzeugung darstellt. Die General Electric Co. hat eine 50 kW-Glühlampe für mehr als 100 000 HK mit Kühlrippen gebaut. Die sehr starken Lampen von 2 bis 10 kW dienen mit parabolischen Spiegeln als Leuchtfeuer für den Luftverkehr, allerdings durchdringt das orangerote Neonfeuer in Spiralform den Nebel bei weitem am besten. Die Vitalux-Osramlampe für 300 und 500 W liefert gemischt mit Wärmestrahlen reichlich ultraviolette Strahlen für eine milde Bestrahlung; man erzielt dies durch hohe [...]anspruchung des Glühfadens und geeignetes Glas. [...] Errichtung fensterloser Hochhäuser mit in den Wä[...] und Decken vorgesehenen durchscheinenden elekt[...] beleuchteten Mattglasscheiben und künstlicher Belüf[...] scheint nur eine Frage der Zeit zu sein. Die Sp[...] Gyroscope Co. in Brooklyn wirft mit einem Strahl [...] 400 Mill. NK Bilder auf die Wolken.

[14]) Hierüber wird noch berichtet.

Elektrowärme

Die Verwendung elektrischer Wärme in der Indu[...] ist überall in rascher Zunahme begriffen. Wärme [...] motorisch erzeugter Verdichtung zu schaffen, ist [...] eine Zukunftsaufgabe. In Kanada sind Elektrodenk[...] für 30 000 kW bei 6,6 kV mit je drei Trommeln im [...]trieb; man geht sogar bis 25 kV. Die Widerstand- [...] Lichtbogen-Schweißapparate versieht man immer [...] mit Vorrichtungen zum ganz selbsttätigen Arbeit[...] und zur Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit.

In den Vereinigten Staaten gibt es einzelne E[...]trizitätswerke, an die z. B. 400 000 elektrische Küc[...]herde angeschlossen sind, und es ist zu erwarten, da[...] den nächsten Jahren sich auch in Europa die „E[...]trizität im Hause" durchsetzen wird, wobei Speic[...]apparate, d. h. nicht nur Warmwasserspeicher, son[...] vor allem auch Speicherherde, z. B. Bauart *Pfeiffer*, [...] Speicheröfen eine große Rolle spielen werden. [...] diesem Fall ist die Einführung eines in England [...]nutzten, mit dem Zähler zusammengebauten La[...]ausgleichrelais von Wert, das, sobald die Ges[...]last im Netz eine gewisse Grenze überschreitet, die [...]braucher ausschaltet, die ohne Schädigung des Strom[...]brauchers zeitweise stromlos sein können; das sind [...] die Speicherapparate. Beim Nachlassen der Gesamt[...]belastung schließt das Relais sie sofort wieder an.

[B 2931] *Niethamm[...]*

[15]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 7 S. 209.

Arbeitsmaschinen

Hebezeuge und Förderanlagen

Steigerung der Wirtschaftlichkeit

Zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit der För[...]einrichtungen wird unverkennbar nach einer Erhöh[...] der Förderleistungen gestrebt, und zwar durch Gesch[...]digkeitssteigerung, Vergrößerung des Fördergef[...] oder der Tragkraft, Verkürzung der Beschick- und [...]ladepausen und Erhöhung der Steuerfähigkeit d[...] mechanische und elektrische Mittel. Bei der zunehm[...]den Leistungsteigerung der Förderanlagen wird [...] wichtigsten Organ der Hebe- und Fördertechnik, [...] Drahtseil, erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet[1]), h[...] doch die Betriebsicherheit und Störungsfreiheit v[...] Anlagen wesentlich von der Güte des Seiles ab. Bei [...]lagen wie bei neuzeitlichen Kabelschürfbaggern[2]) ist [...] Bewährung der Drahtseile von maßgebendem Ein[...] auf die Wirtschaftlichkeit.

Aufzüge

Der Hochhausbau zwingt uns zur Steigerung [...] Aufzuggeschwindigkeit. Mit 3 m/s Hubgeschwindig[...] nähern wir uns bereits den in den Vereinigten Sta[...] bei Hochhausaufzügen üblichen Geschwindigkeiten [...] 4 bis 4,5 m/s. Auch die in Amerika weit verbrei[...] Steuerung der Aufzugtüren mittels Druckluft und e[...]trischer Kraft findet bei uns zunehmend Eingang. [...] Braunkohlentagebau ist an Stelle der Streckenförder[...] der Großraumaufzug[2a]) im Vordringen.

Kabelkrane

Beachtenswert ist die von *Bleichert* gebaute Ka[...]krananlage auf „Gräfin Johanna-Schacht", Bobrek, O[...]schlesien[3]). Diese Anlage ist in bezug auf Tragk[...] (Kübel von 16 m³) und Leistungsfähigkeit (Leist[...]

[1]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 13 S. 417. [2a]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1256.
[2]) Z. Bd. 72 (1928) S. 737. [3]) Z. Bd. 72 (1928) S. 581 u. f.

)t/h, Hubgeschwindigkeit 40 m/min, Fahrgeschwindig-it der Laufkatze 280 m/min) wohl die größte ihrer Art, bisher errichtet wurde. Hervorhebenswert ist auch die belkrananlage mit Betongießbühne, die beim Bau der umauer Spitallamm des Grimsel-Speicherbeckens[4]) ver-ndet wird. Bei dieser Hochleistungs-Kabelkrananlage d durch Steigerung der Geschwindigkeit bei einem rderkübelinhalt von 3 m³, Tagesleistungen von 1500 bis)0 m³ Beton in Doppelschicht und bei mittleren Förder-gen zu erwarten. Der Kabelkran ist hierbei zu em Gußbetongerät geworden, daß bei Talsperren-uten der Förderung mit Turm und Rinne überlegen scheint.

rladebrücken

Die beiden gewaltigen von der Demag für Rotter-n-Vlaardingen gelieferten Brücken zum Erz-ıschlag mit Greifern von je 16 t Nutzinhalt, einer tzfahrgeschwindigkeit von 6 m/s und je 550 t/h werden ertroffen durch die drei von der MAN kürzlich für den fen von Rotterdam gelieferten Erzverladebrücken von je t/h Leistung[5]), s. Bildbl. 6.

raumförderer

Bei Abraumförderbrücken im Braunkohlen-ebau sind weitere Fortschritte zu verzeichnen. Bei den ı der ATG erbauten Anlagen Werminghoff und Böhlen d mit 1500 und 1950 m³/h Leistung gerechnet[6]). Dem ingen nach Verbilligung der Abraumbeseitigung und stungserhöhung folgend haben die Maschinenfabrik ckau R. Wolf, A.-G., die Lübecker Maschinenbau-sellschaft[7]) und die Firma Fried. Krupp A.-G.[8]) neu-ige Absetzgeräte geschaffen, die bei einer Erhöhung Absetzleistung die Förderweite vergrößern.

ffelbagger

Der Löffelbagger entwickelte sich in den Vereinigten aten einerseits zum Riesenbagger, anderseits zum ingerät. Im Eisenerz- und Steinkohlentagebau werden ffelbagger auf Raupenfahrwerken eingesetzt mit 800 t nstgewicht und 9 m³ Löffelinhalt[9]), die auch als Eimer-bagger mit 8 m³ Kübelinhalt und einer Auslegerlänge 51 m verwendbar sind. Man ist im Begriff, in Ame-ia Löffelbagger bis zu 1500 t Dienstgewicht und 12 m³ ffelinhalt zu schaffen. Von mehreren amerikanischen men werden demgegenüber für das Baugewerbe Klein-elbagger auf den Markt gebracht herunter bis zu einem ffelinhalt von 0,25 m³ und nur 6 t Dienstgewicht.

lschwebebahnen

Bei den im gegenläufigen Pendelbetrieb arbeitenden ihtseil-Schwebebahnen für Personenbeförderung sucht ın den Nachteil einer verhältnismäßig geringen Lei-ngsfähigkeit und den Mangel dieser Bahnart, daß sie Stoßverkehr, dem bei Touristenbahnen je nach der tterlage plötzlich auftretenden Andrang, nicht zu ge-gen vermag, durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit s gegen 5 m/s) und durch Steigerung des Fassungs-mögens der Kabinen (bis zu 50 Personen) auszu-ichen. Man verwendet mehrgeschossige Kabinen (Blei-rt)[10]), bei denen durch An- oder Abhängen des zweiten ckwerkes den Verkehrsanforderungen Rechnung getra-werden kann. Bei der im Bau befindlichen Schau-nand-Bahn (Heckel) bei Freiburg im Breisgau wird bei Lastenbahnen übliche Grundsatz des Rundlauf-iebes auf die Personen-Seilschwebebahn übertragen, durch Erhöhung der Wagenzahl den Stoßverkehr auf-men zu können.

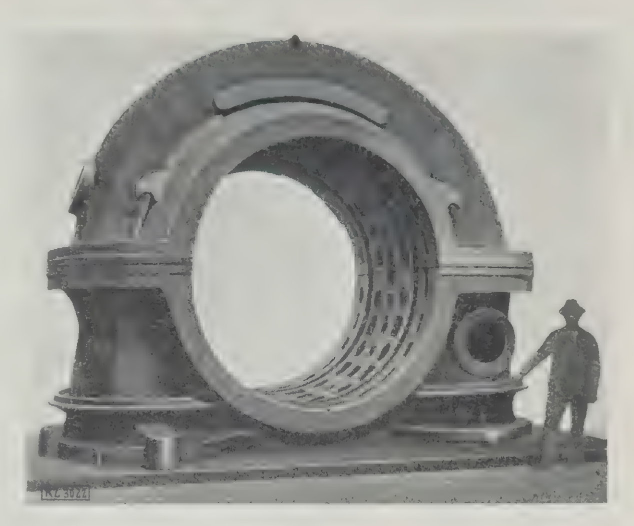
icherteehnik

Als eine neuartige Lösung, die auf dem Gebiete der Sicherung von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung rden dürfte, ist der Sacksilo zu erwähnen[11]).

B 3041] *Woernle*

[4]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 13 S. 427.
[5]) VDI-Nachrichten 14. Februar 1923, S. 1; Werft, Reederei, Hafen (1927) S. 208, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 8 S. 251.
[6]) Z. Bd. 71 (1927) S. 341, Z. Bd. 73 (1929) S. 252.
[7]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1032.
[8]) Z. Bd. 72 (1928) S. 959. [9]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 17 S. 577.
[10]) Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen Nr. 12, S. 319, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 8 S. 253.
[11]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1635.

Pumpen und Kompressoren



Gehäuse der Hochdruck-Speicherpumpe von 16 750 bis 18 600 PS für das Murg-Schwarzenbach-Werk.

Pumpen

Von den verschiedenen Einrichtungen zur Förderung von Flüssigkeiten haben insbesondere die Kreiselpumpen weitere Fortschritte zu verzeichnen, angeregt durch die mannigfachen Bedürfnisse in öffentlichen Werken und in Fabrikbetrieben. Große Einheiten sind für hydraulische Speicheranlagen zum Teil abgeliefert, zum Teil noch im Bau begriffen. Die Anlage Niederwartha bei Dresden wird nach vollendetem Ausbau acht Pumpen enthalten, von denen jede 27 000 PS braucht. Eine noch größere Anlage ist in Herdecke an der Ruhr im Bau, wo das Wasser in einen künstlichen See hinaufgepumpt und aufgespeichert wird; dadurch sollen etwa 150 Mill. kWh im Jahr abgegeben werden können. Vorläufig sind drei Pumpen vorgesehen, jede liefert 12 m³/s auf 166 m manometrische Höhe.

Für Wasserversorgung verwendet man vielfach selbsttätig gesteuerte Pumpwerke, die keiner ständigen Wartung bedürfen. Damit ein Versagen der Saugwirkung vermieden wird, erhält die Saugleitung eine selbsttätige Entlüftung. Soll die Wasserwerkpumpe durch eine Dampfturbine angetrieben werden, so wird ein Zahnradgetriebe vorgeschlagen, wodurch der Wirkungsgrad der Gruppe erhöht werden kann und sich demjenigen der Kolbenmaschine nähert oder sogar gleichstellt. Die Berliner Wasserwerke haben letztes Jahr drei solcher Sätze aufgestellt[1]). Auch für das Speisen der Dampfkessel werden Kreiselpumpen mit Zahnradgetrieben verwendet, selbst für höchste Drücke[2]). Die erwähnten Erfolge haben auf das Studium der hydraulischen Vorgänge befruchtend gewirkt; dies zeigt sich in den zahlreichen Veröffentlichungen, die letztes Jahr über das Gebiet der Kreiselpumpen erschienen sind[3]).

Kompressoren

Der Bedarf an Kolbenverdichtern — insbesondere für hohe Drücke — hat sich in der Berichtzeit weiter erhöht, in günstiger Weise beeinflußt durch die steigende Entwicklung der chemischen Großindustrie. Gewaltige Maschinensätze für Enddrücke bis zu 1000 at werden von den führenden Firmen angeboten; eine größere Zahl dieser „Hyper"-Kompressoren befinden sich bereits in Betrieb und erfüllen die gestellten Bedingungen. Die anfänglich aufgetretenen Schwierigkeiten scheinen demnach überwunden worden zu sein, was wohl hauptsächlich der sorgfältigen Auswahl der Baustoffe für Kolben und Zylinder zuzuschreiben ist. Der genannte Druck wird in sechs bis sieben Stufen erreicht, hierbei ist die

[1]) Z. Bd. 73 (1929) N. 16 S. 539.
[2]) Z. Bd. 73 (9129) S. 393.
[3]) Forsch.-Arb. des V. d. I. Heft 307: Z. Bd. 73 (1929) Nr. 4 S. 126, Nr. 6 S. 177.

liegende Anordnung mit Aneinandersetzen mehrerer Zylinder in der gleichen Achse bevorzugt. Eine eigenartige Lösung des Antriebes und der Abdichtung für die letzte Stufe ist von einem Erbauer dadurch gefunden worden, daß Öl als Übertragungsmittel vom liegenden Kurbeltrieb zu den senkrecht auf und ab gehenden Kolben des Verdichters benutzt wird, womit ein vollkommener Abschluß nach außen und eine bequeme Regelfähigkeit in der Liefermenge erreicht ist. Für normale Enddrücke (8 bis 10 at) erfreuen sich die Turbokompressoren einer stets wachsenden Bedeutung, was Größe der Einheiten und Anzahl der Anlagen anbelangt. Dieser Erfolg ist hauptsächlich dem Zusammenbau mit der raschlaufenden Antriebmaschine — Elektromotor oder Dampfturbine — zu verdanken. Entweder wird der Antrieb durch unmittelbare Kupplung oder durch Zwischenschalten eines Zahnradgetriebes übertragen; in letzterem Falle macht sich ein wirtschaftlicher Vorteil geltend, falls die Zahnräder tadellos ausgeführt sind.

Für kleinere Druckerhöhungen und große Liefermengen finden die Turbogebläse ebenfalls steigende Verwendung, namentlich seitdem man begonnen hat, die Städte in großzügiger Weise mit Gas aus den Kokereien der Hochofenbetriebe zu versorgen. [B 3022]

P. Ostertag.

Landmaschinen

Einfluß des Auslandes

Die ausländische, namentlich nordamerikanische Industrie bedrängt uns mit hochwertigen Maschinen und zwingt bei der bekannten Vorliebe vieler Landwirte für amerikanische Erzeugnisse, die Gebrauchsfähigkeit und Haltbarkeit der einheimischen Landmaschinen auch bei niedrigen Preisen zu verbessern. Das befördert die aus andern Gründen eingeleitete Abkehr technisch oder betrieblich zurückgebliebener Werke vom Landmaschinenbau, anderseits die sorgfältige Durchbildung der Bauentwürfe und die vorsichtige Auswahl der Werkstoffe. Der Werkstoffuntersuchung wird denn auch sowohl im Eisenforschungsinstitut in Düsseldorf wie in der Versuchsanstalt des Remscheider Verbandes, den besonderen Forderungen des Landmaschinenbaues entsprechend, stärkere Beachtung geschenkt. Forschungsarbeiten über Verschleiß sind an mehreren Stellen im Gange[1]).

Kraftbetrieb

Die Schwerölmotoren können in den Schleppern nur langsam Fuß fassen[2]), bisher fast nur der Zweitakt-Glühkopfmotor in einer besondern Bauart. Ihre Unbequ lichkeiten im Betrieb und die Gefahr stärkeren Brennst durchschlages zum Öl sind im landwirtschaftlichen trieb sehr hinderlich. Vielleicht tritt die Feldberegn als Anwendungsgebiet für Dieselmotoren von 20 bis 50 immer mehr hervor.

Abgesehen von den Pflügen werden nur wenig F maschinen in der näheren Zukunft motorisch betrie werden, weil Zugtiere leichter zu halten und ihre stung dem wechselnden Arbeitsbedarf besser anzupas sind. Kraftbetrieb der Saat- und Pflegegeräte wird große Betriebe beschränkt bleiben. Dagegen paßt besser für die Getreide- und Hackfruchternte, zumal deren Arbeitswerkzeuge durch den Antrieb vom M aus über eine Zapfwelle von der Triebkraft des F rades unabhängig gemacht werden können[3]). Dies be flußt die Bauweise der Kraftschlepper; der Tragpf ist verschwunden, Schlepper mit Riemenscheibe und Z welle herrschen vor.

Saat- und Erntemaschinen

An Drillmaschinen hat das Nortongetriebe zur gelung der Saatmenge die Oberhand gewonnen, auf g Entleerungsvorrichtungen wird allgemein Wert gel Hackmaschinen haben großenteils zu verwickelte, recht seltsame Stellgetriebe; die Entwicklung führte a schon zu gut ausgewuchteten, in weiten Grenzen einst und steuerbaren Hackrahmen.

Für Kraftbetrieb werden sehr breite und in a Teilen verstärkte Bindemähmaschinen mit Zapfwel antrieb, s. unten, gebaut, deren Leistung nicht mehr hi der von zwei Pferdezugbindern zurücksteht. In Kartoffelernte ist die Krautbeseitigung mittels Schlagwe gelungen und damit der Weg für die Trennung der Kno von der Erde mittels Siebe freigeworden.

Dreschen und Reinigen der Saat

Da nicht mehr so viel Wert wie früher auf gla ganzes Stroh gelegt wird, werden Schneid- und Zerr vorrichtungen gebaut, da zerkleinertes Stroh leichter f zuschaffen ist. Gebläse für die Beförderung von Ha früchten sind in voller, aussichtsreicher Entwicklu Windgebläse werden auch in Reinigungsanlagen zur S tierung und Förderung mehr als sonst verwendet.

Regenanlagen

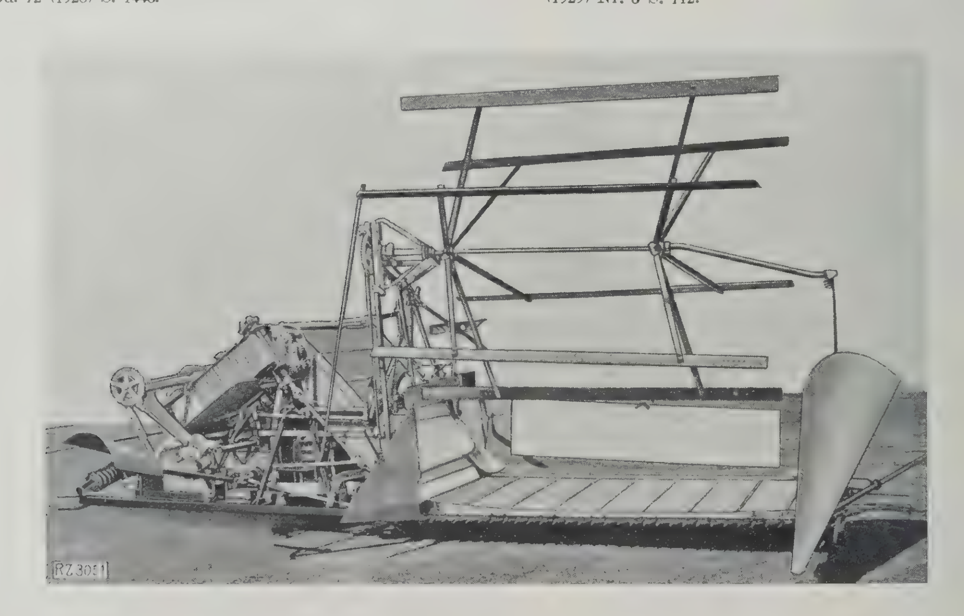
Die Großfeldberegnung aus Düsen mit Wurfwei bis über 30 m wird bevorzugt, neue Düsenformen s entstanden[4]). Die bestgeeigneten, preiswerten Rohre w den noch gesucht. [B 3051] *Gustav Fische*

[1]) Über Einrichtung und Arbeiten von Landmaschinen-Instituten vergl. *Kühne*, „Das Landmaschinenwesen als Lehrgebiet für Ingenieure. Landmaschinenlaboratorium der Technischen Hochschule München", Z. Bd. 73 (1929) Nr. 14 S. 449.

[2]) Vergl. *Vormfelde*, „Die Entwicklungstendenzen im Landmaschinenbau" Z. Bd. 72 (1928) S. 1443.

[3]) Vergl. *Holldack*, „Neuerungen im Landmaschinenbau" Z. B (1929) Nr. 4 S. 109.

[4]) Vergl. *Oehler*, „Die Feldberegnung auf der 4. Ausstellung Grünen Woche Berlin 1929". „Technik in der Landwirtschaft" B (1929) Nr. 5 S. 112.



Zapfwellenbind der Firma Lan Wery für Schle perantrieb.



Ver. Stahlwerke A.-G., Gruppe Dortmund, Zentralkokerei Hansa. 130 Koppers-Verbundkoksofen.

Ofenmaße:

Länge zwischen den Türen	12 800 mm
Höhe	4 000 „
Breite	400 „

Leistungen: (Syndikatsnachweis vom 1. Juli bis 21. August 1928)

Trockenkohlendurchsatz in 24 h bei einem Wassergehalt der Rohkohle von 9,76 vH der Anlage	2 675 t
je Ofen	20,6 „
Kokserzeugung der Anlage in 24 h bei 5 vH Wasser im Koks	2 030 t
Betriebzeit	16 h

..hstoffgewinnung und ..erarbeitung

Bergbau und Brennstoffe

..- und Vorrichtung, Abbau, Gewinnung, Abteufen

Eine Reihe von Arbeiten, die sich mit dem Gebirgs..ck als Abbaufolge befassen, haben sich dessen ..nutzung für die Gewinnung durch die sogenannte ..ckwelle oder nach *Spackeler* den Nutzdruck als ..ptziel gesetzt (Vorbild Mansfeld). Durch Rege..g der Abbaugeschwindigkeit erhofft man eine für den ..en Gang des Flözes notwendige Druckübertragung ..bekommen. In Verbindung mit den neuen Erkennt..sen über den Gebirgsdruck wurde auf einer westfäli..en Fettkohlenzeche eine neue Art des Streckenauf..rens und -ausbaues in Form stempelloser Abbau..cken mit absichtlich hergestellten Stützgewölben im ..tein selbst durchgebildet, die sich gut bewährt hat. ..rch die bisherigen Versuche zur Änderung des im ..unkohlentiefbau üblichen Bruchbaues wurde die Un..ignetheit des Kammerbruchbaues mit senkrechtem ..hieb und die des versatzlosen Strebbaues mit breitem ..k nachgewiesen.

Die Mechanisierung bei der Hereingewinnung der ..le ist weiter und damit fast an die Grenze des Mög..en fortgeschritten. Rd. 78 vH sämtlicher Kohlen des ..rbezirks werden durch Abbauhämmer hereingewon..e, die insbesondere in ihrer schweren Ausführung die ..rämmaschine z. T. verdrängen. Den Fragen der ..kstoffauswahl und der weiteren Durchbildung der ..innungsmaschinen wurde ebenso wie der Frage der ..kung des Rückstoßes von Bohr- und Abbauhämmern ..u den Körper des Handhabenden und der Abschwä..ng des Rückstoßes besondere Beachtung geschenkt.

..satz

Eine starke Steigerung der Abbaugeschwindigkeit ..n damit volle Ausnutzung der Kohlengewinnungs..chinen wird durch die Schwierigkeiten, die sich im ..rbezirk aus dem sehr engen Querschnitt ergeben, beim ..bringen des Versatzes unmöglich gemacht. Ver..maschinen verschiedener Bauart wurden erprobt; ..r vollständige Betriebsicherheit, die bei der Mechani..ung des gesamten Abbaubetriebes unbedingt verlangt ..den muß, ist jedoch noch nicht erreicht[1]). Günstige Er..ungen sind mit dem Blasversatz gemacht worden, der ..n erheblichen betrieblichen Vorteilen einen schnelleren Abbaufortschritt gestattet. Die Schwierigkeiten, genügende Mengen geeigneten Versatzgutes zu beschaffen, haben zur Gründung einer besonderen Gesellschaft Anlaß gegeben, die sich mit dem Ankauf von Gelände und den Fragen der Heranschaffung des Versatzgutes von der Lagerstätte zu den Zechen befassen soll.

Im Zusammenhang hiermit gewinnen die Abbauarten mit Rippenversatz und planmäßiger Absenkung des Hangenden besondere Bedeutung. Auf der Wencelslaus-Grube N.-S. ist die Versatzfrage durch den Abbau mit Selbstversatz in Verbindung mit parallel zur Abbaufront verschiebbaren Holzkästen, ähnlich dem im englischen Bergbau üblichen versatzlosen Longwall-Betriebe unter weitgehender Ausnutzung des Gebirgsdruckes für die Hereingewinnung der Kohle, in einwandfreier Weise gelöst. Im Kalibergbau hat sich für den Versatz der leergeförderten Firsten der Schrapper zum Teil gut eingeführt[1a]). Es hat sich herausgestellt, daß er der Schüttelrutschenförderung mindestens im Einbruch- und Querschlagbetrieb von Bergemühlen überlegen ist.

Förderung

Förderbänder haben sich an den Stellen weiter einführen können, wo eine längere Liegezeit möglich ist. Sie werden daher besonders als Zubringer der Kohle zu den Stapeln (besonders verbunden mit Gefäßförderung in den Stapeln) oder Hauptförderstrecken angewendet. Im steierischen Braunkohlenbergbau ist durch Einführung der Bandförderung unter Übergang zum Pfeilerrückbau eine Verminderung des Lohnanteiles und eine gute Zusammenfassung des Betriebes erreicht worden.

Tagebau

Auch im letzten Jahre wurde der Hauptwert auf die wirtschaftliche Ausgestaltung des Abraumbetriebes gelegt. Mit einem Raupenbagger mit 400 l-Eimern sind in der Lausitz gute Erfahrungen gemacht worden. Der Vorteil dieser Geräte liegt in der Hauptsache im Wegfall der Gleisanlage für den Bagger. Kabelbagger haben sich an verschiedenen Stellen eingeführt; eine Leistungssteigerung ist in einem Fall dadurch möglich geworden, daß man den Kübel von der eigentlichen Baggerarbeit befreit hat. Für das mechanische Absetzen der Abraummassen wurden 13 neue Absetzgeräte mit Eimern von 600 und 700 l Inhalt und 50 m Bandauslegerlänge in Betrieb genommen sowie mehrere Abraumförderbrücken aufgestellt. Der Abraumbagger von 5 m³ ist durch den Großraumwagen von 16 m³ weitgehend ersetzt worden. Die Entwässerung der freigelegten Braunkohle durch besondere Entwässe-

[1]) „Glückauf" Bd. 65 (1929) Nr. 7 S. 221.

[1a]) „Glückauf" Bd. 65 (1929) Nr. 21 S. 697.

rungsstrecken ist z. T. durch eine solche mit Entwässerungsgräben, die durch besonders durchgebildete Raupengrabenbagger bis auf das Liegende der Kohle getrieben werden, ersetzt worden.

Preßlinge

Die Erkenntnisse über die Wichtigkeit einer richtigen und gleichmäßigen Trocknung der Rohbraunkohle haben eine Reihe von Änderungen im Naß- und Trockendienst der Brikettfabriken veranlaßt[2]), deren Hauptzweck die Erreichung einer gleichmäßigen Feuchtigkeit der einzelnen Korngrößen der zu pressenden Kohlen ist. Zum Überwachen des Betriebes des Trockendienstes erweisen sich Schnellbestimmungen des Wassergehaltes der Kohle in den verschiedensten Verarbeitungsgraden notwendig. Von den auf Grund eines Preisausschreibens des deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins eingesandten Geräten zur Schnellwasserbestimmung zeigte sich ein nach dem dielektrischen Verfahren arbeitendes Gerät, das auch zur Bestimmung des Wassergehalts einer großen Reihe andrer Stoffe, wie Getreide und Tabak, anwendbar ist, als besonders geeignet. Die jetzt vorliegenden längeren Erfahrungen mit den neuen Kniehebelpressen verschiedener Bauart lassen eine Leistungsteigerung von durchschnittlich 20 bis 30 vH erkennen.

Aufbereitung

Für feinverwachsene Erze wird die Schwimmaufbereitung allgemein angewendet. Bei Kupferkieserzen erreichte man durch Übergang von saurer zu basischer Trübe in einer Anlage bei gleichzeitiger Verminderung der Reagenzienkosten auf ein Drittel der früheren eine Erhöhung der Anreicherung auf 22 vH Cu bei nur 0,08 vH Cu in den Abgängen. Das Gebiet der Kohlenaufbereitung und -veredelung hat durch die Londoner Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz[3]) wie durch die Pittsburgher Kohlentagung[4]) auf allen Teilgebieten wesentliche Fortschritte erfahren. In Deutschland sind verschiedene eingehende Untersuchungen über die Eigenschaften und Gefügebestandteile der Kohle[5]) und die Vorgänge bei ihrer Verkokung[6]) angestellt. Die verschiedene Kokbarkeit der einzelnen Gefügebestandteile läßt ihre Trennung von einander durch Aufbereitung notwendig erscheinen, an der von mehreren Seiten gearbeitet wird.

Kokerei

Durch die Errichtung mehrerer neuer Kokereien verfügt das Ruhrgebiet jetzt über 36 Großkokereien mit rd. 7000 Öfen und einer Jahresleistung von 24,9 Mill. t Koks. Durch erhebliche Vergrößerung des Kammerraumes unter Beibehaltung der Breite und Verringerung der Garungszeit ließ sich eine starke Leistungssteigerung der einzelnen Kammern herbeiführen. Versuche über den Einfluß der verschiedenen Schüttdichten der Einsatzkohle im Ofen, die sich bei den neuen Hochkammern mit bis 6 m Höhe besonders bemerkbar machen, auf die Eigenschaften des Koks sind im Gange. Eine starke Verringerung der Garungszeit ist durch die Silikasteine, die im Dauerbetrieb 1350 bis 1380° aushalten, und auch durch thermische Kokskohlentrocknung (Zeche Lothringen) mit wirtschaftlichem Erfolge zu erreichen. Trotz der großen Bedeutung der trockenen Kokskühlung ist auf den neuen Kokereien überall die Naßlöschung beibehalten worden[7]). Mit Rücksicht auf die im Ausbau begriffene Gasfernversorgung sind die Öfen allgemein als Verbundöfen auch für Schwachgasbeheizung eingerichtet.

Gasfernversorgung

Von den Gasfernleitungen der Ruhrgas A.-G., Essen, ist die Siegener Leitung bis Plettenberg verlegt, der weitere Teil befindet sich im Bau. Für die Rohrleitungen sind eine Reihe von zweckmäßigen Schweißmuffenverbindungen durchgebildet, die sich auch in Bergbausenkungsgebieten bewährt haben[8]). Neben der eig
lichen Gasfernversorgung vom Ruhrbezirk aus ha
sich verschiedene Gruppen von Gasversorgungsbezir
herausgebildet, die eine Versorgung einzelner Bezi
wie Harz, Sachsen, Hessen durchführen wollen[9]). Die V
suche zur Erzeugung von Stadtgas aus Braunkohle s
erfolgreich durchgeführt, so daß jetzt ein großer Teil
im Schwelwerk Edderitz erzeugten Gasmenge nach A
bereitung nach Dessau abgegeben wird.

[2]) „Braunkohle" Bd. 28 (1929), Nr. 15 S. 281.
[3]) Z. Bd. 73 (1929) Heft 1 S. 9.
[4]) Z. Bd. 73 (1929) Heft 7 S. 235.
[5]) „Glückauf" Bd. 64 (1928) S. 589, 654, 841.
[6]) „Glückauf" Bd. 64 (1928) S. 1073, 1105, 1288.
[7]) „Stahl und Eisen" Bd. 49 (1929) Nr. 5 S. 129.

Verflüssigung

Die von der I.-G. Farbenindustrie A.-G. in ihrer
lage im Leunawerk erzeugten Mengen an Kunstbe
haben sich gut eingeführt. Als Rohstoff wird neben Br
kohle teilweise auch Teeröl aus der Steinkohlenkok
verwendet. Der Bau der Steinkohlen-Verflüssigungsan
in Duisburg-Meiderich ist weit vorgeschritten, der
wendige Wasserstoff soll aus Kokereigas der Zeche C
cordia gewonnen werden. Die Anlage nimmt ihre
zeugung Mitte 1929 auf.

Schwelung

Der *Geißen*-Ofen hat sich für die Schwelung
Braunkohle weiter einführen können. Das Schwelw
Gölzau der Schwelwerke Minna Anna ist vollständig
Betrieb genommen worden. Mehrere weitere Anlagen
Tagesdurchsätzen bis zu 1000 t sind im Bau. Die Se
entzündlichkeit des Grudekoks läßt sich nach den U
suchungen von *Rosin* auf verschiedene Weise beheben
Zur Verbrennung von Grudekoks sind besondere Rost
arten wie der Schirmventilrost durchgebildet, die eine v
schaftliche Verbrennung der Grude ermöglichen[11]).
dem Gebiete der Steinkohlenschwelung hat besonders
Doppeltrommelofen der Kohlenscheidungs-G. m. b.
Berlin, weiteren Eingang gefunden und zur Erricht
verschiedener Neuanlagen im Auslande geführt.
die erste Großschwelanlage dieser Bauart auf Z
Matthias Stinnes 1/2 wird auf dreifache Leistung
weitert. Ebenso hat sich der Rundzellenofen der
misch-Technischen Gesellschaft, Duisburg-Meiderich,
der Zeche Prosper 2 im Großbetrieb bewährt. Eine
tere Großanlage nach diesem Verfahren wird bei Lo
für eine Leistung von 200 t erbaut.

Kohlenstaub und Kraftwerke

Für die Staubherstellung benutzt man neben
Dreiringwalzenmühle die kurze Rohrmühle wegen i
Einfachheit und Betriebsicherheit wieder mehr. G
Verpuffungsgefahren in der Mühle bildet die Verw
dung von Rauchgasen an Stelle von Luft für Sicht
und Förderung durch die Mühle einen wirksamen Sch
hierdurch ist gleichzeitig eine Mahltrocknung in
Mühle möglich. An Stelle der Hauptmahlanlagen
den Einzelmahlanlagen mehr und mehr verwendet.
Reserve wird durch die Möglichkeit einer wechselwe
Schaltung der Mühlen mit verschiedenen Kesseln
schaffen.

Auf dem Gebiete der Kohlenstaubfeuerung hat
Entwicklung im vergangenen Jahre zum weiteren Au
wassergekühlter Feuerräume und in bewußter Fortentw
lung zum eigentlichen Hochleistungs-Strahlungskessel
führt. Seitenwandrohre und Deckenkühlung gehen bei
neuesten Ausführungen z. T. unmittelbar in die O
trommel, der Rost in die Untertrommel des Kessels.
Deckung von Spitzenleistungen hat sich in älteren Br
kohlen-Kraftwerken die Staubzusatzfeuerung auch in
einfachsten Form der Eigenherstellung der Anlage
dem Werke selbst, als geeignet erwiesen. Die zahlrei
Untersuchungen und Fortschritte auf dem Gebiete
Kohlenstaubfeuerung haben auch Veranlassung geg
die etwas vernachlässigste Behandlung der Verfeuer
grobstückiger Brennstoffe auf Rosten mehr in den K
der Untersuchungen einzubeziehen. [B 309

Berlin *Prock*

[8]) Z. Bd. 73 (1929) Heft 16 S. 517.
[9]) Z. Bd. 72 (1928) S. 869.
[10]) „Braunkohle" Bd. 27 (1928) S. 241.
[11]) „Braunkohle" Bd. 28 (1929) Nr. 9 S. 164.

Hüttenwesen

..kereibetriebe

Eine Reihe von Kohlensorten sind über ihr Verhalten ..rend der Verkokung untersucht worden. Man unter..eidet heute beim Koks den graphitartigen Kohlenstoff ..d die sogenannte Teerkohle. Mengenanteile dieser Be..dteile beeinflussen die Verbrennlichkeit. Weitere ..tersuchungen gelten dem Einfluß der trockenen Koks..dung auf die Beschaffenheit des Kokses. Im Betriebe .. der Gedanke der mechanischen Arbeitsverrichtung ..itgehend durchgeführt. Bemerkenswert ist der Kreis..omofen mit Beheizung durch Koksgas unter Wieder..wendung eines Teiles der Abgase, bei den Neben..eugnissen die getrennte Auswaschung des flüchtigen ..d gebundenen Ammoniaks und die Entschwefelung des ..nzols mit Natronlauge.

..hofenbetriebe

Man hat sich mit der Vorbereitung, Stückbarmachung, ..fbereitung und Röstung von Erzen eingehend befaßt. ..merkenswert ist ein neuerer Agglomerierofen von ..rans. Die Hochofenuntersuchungen erstrecken sich auf .. Ermittlung der Einflüsse von Möller und Koks..chaffenheit auf den Hochofengang, Untersuchungen ..r Temperatur und Gaszusammensetzung im Verbren..ngsraum, insbesondere die Temperaturverteilung im ..stell und in der Rast, und den eigentlichen Verbren..ngsvorgang vor den Formen. Als weiteres Aufgaben..biet sind Großversuche zur Ermittlung der wirtschaft..hen Betriebsweise von Winderhitzern, der Prüfung ..r Gasbewegung in Winderhitzern und dem Druckge..e beim Gasdurchgang bemerkenswert. Ferner die Er..ung, die rekuperative Winderhitzung wieder einzu..ren, nachdem heute hitzebeständige Legierungen ..gestellt werden können. Zur Überwachung der Be..ebspunkte des Hochofenbetriebes werden durch Fern..ssung betätigte Einrichtungen vorgeschlagen. Ver..he zur unmittelbaren Stahlerzeugung aus Erzen sind .. Grund mehrerer Verfahren weiter fortgeführt ..rden. Mehrere große elektrische Gasreinigungs..agen sollen heute befriedigende Betriebsergebnisse ..ern. Die wirtschaftliche Ausnutzung der Hochofen..lacke wird in steigendem Umfange durchgeführt. ..htlinien für die Herstellung und Lieferung von ..hofenschlacke als Straßenbaustoffe sind aufgestellt ..rden. Neuerdings laufen Versuche über die Eignung .. Hochofenschlacke als Düngemittel.

..hlwerkbetriebe

Die Untersuchungen erstrecken sich in wärmetech..cher, metallurgischer und wirtschaftlicher Richtung. .. wird über Erfahrungen im Betriebe des Siemens-..rtin-Ofens mit Koksofengas und Mischgas, insbeson..e aus dem Kaltgasbetriebe berichtet, ferner über Be..ebsergebnisse an Öfen mit Mollkopf. Daneben laufen ..ersuchungen über die Entkohlungsgeschwindigkeit ..n basischen Stahlverfahren, sowie über den Einfluß .. Schrott- und Roheisenverhältnisse auf die Wirt..aftlichkeit des Stahlwerkbetriebes. Besondere Fort..ritte sind auf dem Gebiete der Elektrostahlöfen zu ..zeichnen, da nun wohl der Hochfrequenzofen als Be..ebsofen allmählich in die Erscheinung tritt. Bei Licht..enöfen versucht man durch magnetische Beeinflus..g den Lichtbogen abzulenken. Die Hochfrequenzöfen ..den sowohl in ihrer elektrischen Ausrüstung Fort..ritte und Neuerungen, beispielsweise umlaufende Fun..strecke, erfahren, als auch in der Herstellung halt..er Schmelzgefäße.

Über die Untersuchung der erzeugten Werkstoffe ..d Ergebnisse über die Oberflächenhärtung durch Ni..rung, über praktische Korrosionsuntersuchungen an ..hlen, über die Festigkeitseigenschaften von Stahlguß .. erhöhten Temperaturen und die Bearbeitbarkeit ver..iedener Stahlsorten, insbesondere von Einsatz- und ..gütungsstählen zu nennen. Ferner sind zu nennen ..ersuchungen über den Hitzewiderstand von Stahl..ierungen mit Zusätzen.

Walzwerkbetriebe

Bemerkenswerte Angaben werden über den Bau und Betrieb von Bandeisenstraßen, über Universalwalzwerke zum Walzen von breitflanschigen Trägern und Schienen gemacht. Untersuchungen über Kraftbedarf beim Schrägwalzen, wie durchlaufend elektrisch betriebenen Walzenstraßen und von Blechwalzwerken liegen ebenfalls vor. Über Gefügeverhalten ist bemerkenswert der Einfluß der Walztemperatur und des Walzdruckes auf das Kornwachstum und der Einfluß des Kaltwalzens und des Glühens auf die Festigkeitseigenschaften von Feinblechen. Bei Walzwerköfen ist die weitere Einführung von kohlenstaubgefeuerten Öfen, von Glühöfen mit elektrischer Beheizung und von Durchlaufglühöfen zur Vergütung von Tiefziehblechen bemerkenswert.

Nichteisenmetalle

Bei der Gewinnung von Metallen außer Eisen spielt die Vorbehandlung der Metallerze eine besondere Rolle. Es wird vielerorts sowohl über Verbesserungen, Vervollkommnungen von bekannten Aufbereitverfahren, insbesondere deren Anpassung an die jeweils vorliegenden Erzverhältnisse, daneben aber auch über eine allmähliche Einführung der Schwimmaufbereitung berichtet. So z. B. über naßmechanische Aufbereitung von Bleizink-Haufwerken, über Aufbereitmöglichkeiten von Silbererzen, über die Aufbereitung sulfidischer und komplexer Erze und auf der andern Seite über Versuche bei der Schwimmaufbereitung von Kupfer, Blei und Zinkerzen und die Nutzbarmachung großer Lagerstätten armer Erze. Im Zusammenhang damit steht die planmäßige Untersuchung der Schwimmaufbereitungsmittel und ihrer Eigenschaften und die Erfassung der Adsorptionseffekte bei Schwimmaufbereitungsverfahren.

In der Hüttentechnik ist bemerkenswert der Versuch zum Ersatz des Hochofens durch Flammöfen in Blei- und Zinkhütten, neue Verfahren zur Zinkgewinnung, wie das Corley-Verfahren oder das Ashcroft-Verfahren; insbesondere weitere Angaben über neue Anlagen für Zinkelektrolyse, damit im Zusammenhang Untersuchungen über Badspannungen und Stromausbeute. Vergleichende Untersuchungen an Zinkdestillation und Elektrolyse sind nicht zu ungunsten der Zinkdestillation ausgefallen. Ferner wird verwiesen auf wirtschaftliche Untersuchungen der Kupfergewinnung auf nassem Wege und die Aussichten des Amenabarverfahrens zur Gewinnung von Kupfer mittels Jod auf nassem Wege. Zu verzeichnen sind auch Fortschritte des elektrischen Schmelzens in Induktionsöfen mit senkrechter Schmelzrinne und in Lichtbogen-Schaukelöfen. Bei Kupferraffinieröfen sind Kohlenstaubfeuerungen eingeführt worden.

Gießerei

Die Förderfragen unterliegen eingehender Untersuchung. Man versucht es häufig, verwickelten Betriebsverhältnissen in deutschen Gießereien die Vorteile der fließenden Fertigung anzupassen. Vorbedingung ist die planmäßige, bis in alle Einzelheiten gehende Untersuchung aller Fördervorgänge. Die Untersuchung der in den Gießereien verwendeten Rohstoffe nimmt immer größeren Raum ein. An der Spitze steht die Prüfung der Roheisensorten, nicht nur in bezug auf ihre Zusammensetzung, sondern auch auf ihre Eignung für die Gießereizwecke, von der Erkenntnis angeregt, daß die Grundeigenschaften des Roheisens auch nach der Umschmelzung wiederzuerkennen sind und der Erfahrung, daß Roheisensorten verschiedener Herkunft, jedoch gleicher chemischer Zusammensetzung, verschiedene Eigenschaften haben können. Untersuchungen über die Gasdurchlässigkeit von Formsanden sind auf praktische Betriebe übertragen worden, ebenso planmäßige Prüfungen von Kernbindern und ihr Verhalten bei höheren Temperaturen.

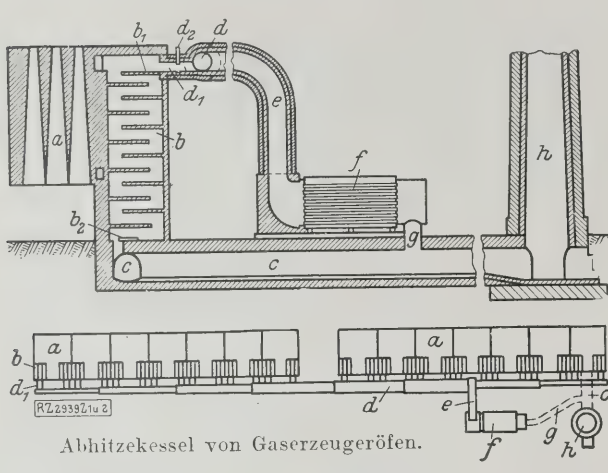
Die Schwindung von Gußlegierungen ist in einer Reihe von Untersuchungen festgestellt worden, sowohl bei Grauguß unter dem Einfluß von Silizium, Mangan und Kohlenstoff, ferner von Chrom und Nickel, als auch bei Stahlguß und Temperguß. Bemerkenswert sind die

Untersuchungen über den Trocknungsvorgang und den Betrieb von Trockenöfen mit Kohle, Gas und elektrischer Beheizung.

In den Metallgießereien spielt die Wirtschaftlichkeit der Schmelzeinrichtungen eine besondere Rolle. So liegen Untersuchungen über das elektrische Schmelzen von Bronzen und Messing vor, sowie über den Einfluß von Metallzusätzen auf die Gießeigenschaften von Bronze. Besonderen Prüfungen unterliegen Aluminiumgußlegierungen in bezug auf Anfressung, die Erzeugung porenfreier Aluminiumgußstücke und das Verhalten der Metalle beim Spritzverfahren. [B 3037]

Diepschlag

Gasindustrie



Abhitzekessel von Gaserzeugeröfen.

a Ofenraum	d_1 Zuflußstutzen
b Rekuperation	d_2 Schieber
b_1 oberster Rekuperationskanal	*e* Verbindungsrohr
b_2 Schieber	*f* Dampfkessel
c Fuchs	*g* Kanal zwischen *f* und *c*
d Sammelrohr	*h* Schornstein

Rohstoff

Durch Übernahme von Besitzanteilen oder Kauf von Zechen sichern sich einige Gaswerke Kohlen zu günstigen Bedingungen[1]).

Untersuchung der Kohlen

Die seither üblichen Verfahren werden durch folgende Beobachtungen ergänzt[2]). Erweichen der Asche nach *K. Bunte*, Blähprobe nach *Lessing*, Backfähigkeit nach *Kattwinkel*, Verkokungswärme nach *Terres*, gasförmige Wärmeeinheiten nach *Geipert*.

Gaserzeugung

Die Rationalisierung[3]) beginnt mit den geringen Anlagekosten neuer Gaswerke, die sich auf 10 ₰/m³ Jahreserzeugung an Gas ermäßigen lassen. Bei günstiger Auswahl der Kohlen steigt nur das Ausbringen an Gas, es verbessert sich auch die Güte des Kokses, die sich im Rückgange seines Gehaltes an Grus ausdrückt. Im Jahre 1922 gelangten 90 000 t Koksgrus auf den Berliner Markt, im Jahre 1926 10 000 t, so sehr war inzwischen die Backfähigkeit der Kohle gewachsen. Wissenschaftlich beherrschte Feuerführung der Öfen bringt neben andern Vorteilen eine lange Lebensdauer der Entgasungsräume, und zwar bis zu 4000 Feuertagen und mehr. Handarbeit sollte immer mehr durch Maschinenarbeit ersetzt werden. Eine bemerkenswerte technisch-wirtschaftliche Vereinigung von Gaswerken mit Elektrizitätswerken und chemischen Fabriken ist die Magdeburger Großgaserei[4]).

Wärme

Die wichtige Aufgabe, an Einzel-Gaserzeugeröfen den Wärmeinhalt der den Ofenraum verlassenden heißen Verbrennungsgase zur Dampferzeugung auszunützen, wird leicht gelöst, indem nur ein Teil der Verbrennungsgase zur Vorwärmung der Verbrennungsluft in die Rekuperation geschickt, der andre aber zu einem Abhitzekessel a zweigt wird. Die früher geschilderte Einrichtung (*Geipert*) ist nicht nur an neuen, sondern auch an vor denen Öfen möglich und alsdann so zu ändern, wi die nebenstehenden Abbildungen schematisch wiedergeb Sie zeigen den Ofenraum *a*, die Rekuperation *b*, Fuchs *c*, das Sammelrohr *d*, das Verbindungsrohr *e*, zum Kessel *f* führt, den zwischen Kessel und Fuchs stehenden Kanal *g* und den Schornstein *h*. Das Sam rohr *d* ist mittels 28 Zuflußstutzen d_1 an 14 Gaserzeu öfen angeschlossen.

Die Rauchgase treten aus dem Ofenraum *a*, den von unten nach oben durchziehen, zunächst in den o sten Rekuperationskanal b_1 ein. Ein durch den Schiebe regelbarer Teil davon strömt durch die Rekuperatio von oben nach unten zum Fuchs *c*, von da zum Sch stein *h*. Der andre Teil der Rauchgase wird durch Schieber d_2 geregelt und mittels des Zuflußstutzens zum Sammelrohr *d* abgezweigt. Von da gelangen die gezweigten Rauchgase durch das Verbindungsrohr *e* Kessel *f* und von diesem durch den Kanal *g* in den meinsamen Fuchs *c* der Öfen.

Für den Betrieb genügt der Schornsteinzug, ist künstlicher Zug entbehrlich. Die Leitungen, in denen heißen Rauchgase von den Öfen zum Kessel ziehen, Blechrohre und mit einem Wärmeschutz ausgekleidet, nach vorsichtiger Berechnung auf der ganzen Strecke den Öfen bis zum Kessel einen Temperaturabfall von gesamt höchstens 70 °C ergibt.

Gasreinigung

Besonders beachtet wurde die Beseitigung des Sch felwasserstoffs aus dem Gase. Die Gesellschaft für K technik[6]) absorbiert den Schwefelwasserstoff mit e Aufschlämmung von Eisenhydroxyd in Ammoniakwas die Firma Carl Still[7]) mit einer Aufschlämmung Eisenhydroxyd in sodaalkalischer Lösung. Die I.-G. benindustrie[8]) verwenden aktive Kohle und lösen den auf der Kohle ausscheidenden Schwefel mittels wässr Ammoniumsulfats von Zeit zu Zeit auf. Das hierbei stehende Polysulfid liefert angeblich reinen Schw gleichwertig dem raffinierten sizilianischen oder amer nischen. *Walter Felds* Vorschlag, das Gas gleichz von Schwefel und Ammoniak mit Hilfe von Polythionat bindungen zu reinigen, unter Gewinnung von Ammoni sulfat und elementarem Schwefel, erweist sich in sei chemischen und physikalischen Grundlagen nach *Terr* als richtig und bei Einhaltung der in Frage kommen Arbeitsbedingungen auch als durchführbar. *Hans Bäh* führt den Schwefelwasserstoff nach entsprechender L zugabe zum Gase mit Hilfe geeigneter Kontakte in sch lige Säure über, die zur unmittelbaren Ammoniakbind dient.

Gasverwendung

Die Einführung und Verbesserung der Gruppenb ner bringt es mit sich, daß die Gastechnik sich auch dem Gebiete der Straßenbeleuchtung auf einer aufstei den Linie bewegt[11]). Der Gasgeräteausschuß[12]) wid sich mit Erfolg seiner Aufgabe, die Gasgeräte allen fordernissen des praktischen Lebens anzupassen.

[B 2939] *R. Geipe*

Stoffkunde

Im Gesamtgebiet der Stoffkunde ist in den letz Jahren in immer stärkerem Maße eine Umgestaltung erkennen insofern, als die Ergebnisse angestrengter F schungstätigkeit sich allmählich für die Praxis der St kunde und der Technologie auszuwirken beginnen.

Metalle

Besonders zahlreiche physikalische Arbeiten über Eigenschaften einzelner Kristalle sind entstanden Untersuchungen über die Struktur von Legierungen

[1]) „Gas- und Wasserfach" Bd. 71 (1927) S. 403; Bd. 73 (1929) Nr. 1 S. 21.
[2]) Desgl. Bd. 73 (1929) Nr. 6 S. 124.
[3]) Desgl. Bd. 72 (1928) S. 865.
[4]) Desgl. Bd. 73 (1929) Nr. 11 S. 259.
[5]) „Gas- und Wasserfach" Bd. 73 (1929) Nr. 8 S. 173.
[6]) Desgl. Bd. 72 (1928) S. 171.
[7]) Desgl. Bd. 72 (1928) S. 1135.
[8]) Desgl. Bd. 72 (1928) S. 290.
[9]) Desgl. Bd. 72 (1928) S. 49.
[10]) Desgl. Bd. 72 (1928) S. 1
[11]) Desgl. Bd. 72 (1928) S. 3
[12]) Desgl. Bd. 72 (1928) S. 6

allhaufwerken mittels Röntgenstrahlen durchgeführt. Mechanik der plastischen Verformungen ist im Aufbegriffen, die sowohl der technischen Werkstoffprü-, als auch der Technologie neue Wege weist. Hierim Zusammenhang sind auch die Erklärungen zu en, die mit der Anwesenheit innerer Spannungen in llen zusammenhängen.

Die theoretischen und praktischen Untersuchungen das Fließen der Metalle unter verschiedenen Bedinren haben zwar einen gewissen Abschluß erreicht und der Lösung der Frage der Bausicherheit nähergebracht. der andern Seite macht sich aber auch das Bestreben rkbar, bei dem für viele Fälle unbefriedigenden Stand rer Untersuchungsverfahren ganze Bauteile unter Anung an die praktischen Verhältnisse der Beanspru- g zu untersuchen.

Auf dem Gebiet der Nichteisenmetalle sind schritte in den Arbeiten über Vergütung der Alumilegierungen für verschiedene Verwendungszwecke und Vergütung von Kupfer durch Beryllium zu verzeich- Durch Untersuchung der Erstarrungsvorgänge beim en sind Erfahrungen über die Ordnung der Kristalle über den Einfluß bei der Verarbeitung gesammelt len. Der Ersatz der Bronze durch Sondermessing, mit nderen Eigenschaften hinsichtlich Verschleiß, Bearbeit- eit und Beständigkeit gegen Anfressung hat Fort- itte gemacht.

Von den neueren Untersuchungsverfahren für die lle sind besonders die Dauerversuche und neue Arten Härteprüfung behandelt worden. Eingehende Unterungen über die Verhältnisse bei der Ermittlung der kgrenze zeigten, daß dem Verfahren und der Versausführung besondere Aufmerksamkeit geschenkt en muß. Die Arbeiten grundlegender Art über die gkeitsprüfung mit der Kerbschlagbiegeprobe dürften mehr abgeschlossen sein. Ob die Verhandlungen über Festlegung der Einzelheiten des Verfahrens zur Einung als Abnahmeprüfung führen werden, ist wegen her Schwierigkeiten zweifelhaft.

Bei den Bemühungen um die Lösung der Bearbeitbarfrage sind in Hinsicht auf das Werkzeug bereits nam- Erfolge aufzuweisen, dagegen ist die Lösung der sich das Werkstück beziehenden Fragen noch durchaus .

ganische, nichtmetallische Werkstoffe

Hier zeigt sich die gleiche Richtung wie bei den Me- , daß man beginnt, grundlegende wissenschaftliche rsuchungen für die Praxis auszunutzen.

Durch neuere Untersuchungen an natürlichen teinen ist der Zusammenhang zwischen Gesteinfe und Elastizitätsmodul klargelegt worden. Die Erbisse der Elastizitätsuntersuchungen lassen Schlüsse lie Bewährung der Gesteine als Straßenbaustoff und leisbettungsstoff zu.

Die Zusammenhänge zwischen der Kornzusammenng, dem Wasserzusatz und den verschiedenen Eigenten (Druck- und Biegefestigkeit, Schwinden und Quel- Abnutzung, Wasserdurchlässigkeit und Widerstand chemische Angriffe) sind für Zementmörtel Beton weiter geklärt worden. Auch für diese Stoffe grundlegende Forschungen, z. B. über Erhärten und nden, über Angriffe durch Säuren und über elastische schaften durchgeführt. Besondere Beachtung ist den n des Bau- und Wohnungswesens in Hinsicht auf die nftmäßige Bewirtschaftung entgegengebracht worden.

Bei den technischen Prüfungen von Mörtel und Beton en die Einflüsse der Probenform, des Wasserzusatzes der Probenherstellung weiter geklärt. Für die Festng der Größe von losen Körnern ist ein neues Windverfahren entwickelt worden, bei dem besonders die en zwischen 5 μ bis 30 μ festgestellt werden.

Als Folge verbesserter und neuer Herstellverfahren en die in den Normen festgelegten Festigkeitswerte lie Zemente durchweg erhöht werden. Die Minstigkeiten für Portlandzement sind auf 275 kg/cm² kfestigkeit nach 28 Tagen Wasserlagerung und auf 350 kg/cm² bei kombinierter Lagerung festgesetzt. Auch für die Naturzemente sind Normen im Entstehen.

Die Arbeiten über Straßenbaustoffe bezogen sich sowohl auf die verwendeten Gesteine, Zuschläge und Bindemittel, als auch auf die Bauarten. Für die bituminösen Stoffe sind Vorschriften fertiggestellt worden, für die Untersuchungen natürlicher Gesteine sind die Prüfungen ebenfalls festgelegt. Hierbei zeigt sich, daß besonderer Wert auf die Zusammenarbeit zwischen den Werkstoffprüfern und den Geologen zu legen ist, und daß die mechanische Prüfung allein keine sicheren Grundlagen bietet.

Auf dem Gebiet der Brennstoffprüfung strebt man nach Verfahren, die sich den tatsächlichen Beanspruchungen beim Verbrauch besser anpassen. Für die Bestimmung des Blähungsgrades und der Backfähigkeit werden neue Prüfverfahren erprobt, die Aschenschmelzvorgänge werden mit neuen Prüfeinrichtungen untersucht. Die Prüfung der Koksfestigkeit wird zur Zeit mit verbesserten Geräten betrieben.

Organische Stoffe

Auf allen Einzelgebieten sind neue Arbeiten aufgenommen worden, die in gleicher Weise, wie bei den anorganischen Stoffen, die Schaffung von wissenschaftlichen Grundlagen für die Bewertung zum Ziele haben. Mehr als auf den übrigen Gebieten zeigen sich hier die Schwierigkeiten bei der Nachahmung der praktischen Beanspruchungen durch den Versuch.

In der letzten Zeit machen sich die Bestrebungen bemerkbar, für das Holz als Baustoff sichere Unterlagen für die Bedürfnisse des Bauwesens zu schaffen. Es wurde besonders der Einfluß von Fehlstellen (Ästen usw.) aufgedeckt. Die Arbeiten sind durch Untersuchungen über die Verdrehungsfestigkeit und über die Festigkeit von Rundholz ergänzt worden. Vielartige Untersuchungen bezogen sich auf Sonderbauarten. Außerdem sind die früher abgeschlossenen Arbeiten über die Prüfung der Holzarten aus dem Bestande und über die Untersuchung an ausgesuchten Probestücken wieder aufgenommen worden. Bei den Arbeiten über Holzschutzmittel, insbesondere über Steinkohlenteeröl, hat sich gezeigt, daß hier planmäßige Forschungen dringend notwendig sind.

Für die Beurteilung der Schmiermittel müssen noch immer die Erfahrungen aus dem Betrieb herangezogen werden, wenn es auch gelungen ist, die Ermittlung der verschiedenen Kennziffern durch einheitliche Verfahren auf sichere Grundlage zu stellen. Die Verfahren zur Bestimmung eines Schmierwertes unter den verschiedenen, durch die Versuchsausführung gegebenen Bedingungen werden ergänzt durch z. Z. noch rein wissenschaftliche Untersuchungen über Grenzflächenkräfte.

Die wichtige Rolle, die der Kautschuk in der Wirtschaft spielt, war Veranlassung, daß auch auf diesem Gebiet grundlegende Forschungsarbeiten angesetzt wurden. Die noch ungeklärten Vorgänge bei der Vulkanisation konnten aber die Entwicklung auf dem Gebiete der Beschleuniger, die eine Abkürzung der Vulkanisationszeit und damit Ersparnisse an Heizkosten und Formenwerkstoff zur Folge haben, nicht aufhalten. Ebenso wurden die als Verstärkungsmittel dienenden aktiven Füllstoffe und die damit im Zusammenhang verwendeten Erweichungsmittel untersucht. Sehr wichtige Forschungen über den Molekularzustand bilden Ansätze, Aufklärung über die Konstitution des Kautschuks und über Mittel zur Verbesserung der Fertigung zu geben.

Für die gummifreien Isolierpreßmassen sind die Prüfverfahren weiter ausgebildet worden. Die ständige Überwachung der Erzeugung hat zu einer Typisierung der Erzeugnisse und damit zu einer Erhöhung der Leistungen geführt.

Die technischen Prüfungen über die Haltbarkeit von Anstrichen haben noch kein befriedigendes Ergebnis gezeigt. Auch auf diesem Gebiet wird die chemische Analyse noch weiterhin eine wichtige Grundlage für die Bewertung bleiben. Forschungen über den Aufbau des Anstrichfilmes und über den Einfluß der Farbkörper und des Malgrundes sind an vielen Stellen durchgeführt worden.

Die mechanischen Prüfungen an Treibriemen verschiedener Art sind durch Leistungsversuche ergänzt worden. Gerbstoffe und Gleitschutzmittel können daher mehr als früher kritisch bewertet werden. Auch für Textilriemen sind Vorschläge für Flechtart, Tränkung und für Leistungsversuche zur Abnahme gemacht worden.

Auf dem Gebiet der Faserstoffe sind neben der Vervollständigung der Prüfung durch neue Verfahren besonders die Einflüsse der Herstellung und der Atmosphärilien bearbeitet worden. Außerdem sind Arbeiten für einheitliche Prüfverfahren für alle Textilien aufgenommen.

Prüfmittel

Im Prüfmaschinenbau werden Maschinen bevorzugt, die sich für Prüfungen im Betriebe eignen. Neue Bauarten sind für Dauerversuche und für die Prüfung von Federn entwickelt worden. Hinsichtlich der Kraftbereiche und der Meßgenauigkeit sind keine Änderungen eingetreten. [B 3107]

Deutsch

Verarbeitende Betriebe

Organisation und Werkzeugmaschinen

Fabrikorganisation

Nachdem in den letzten Jahren zahlreiche Vertreter von Technik und Wirtschaft ihre in Amerika gesammelten Eindrücke der deutschen Industrie mitgeteilt hatten, glaubte man, möglichst schnell die sogenannten „amerikanischen Verfahren“ unter dem Schlagwort der „Rationalisierung“ in tunlichster Anlehnung an die Vorbilder durchführen zu müssen. Es traten dabei zahlreiche Rückschläge auf, weil der Kapitaldienst für die Aufwendungen zur Verbilligung bei dem hohen Zinssatz in Deutschland die Erfolge wieder aufzehrte und die Rationalisierung bei schon vorhandenem ungenügendem Absatz oder bei Rückgang der Beschäftigung das Gegenteil bewirkte. Und so brach sich immer mehr die Erkenntnis Bahn, daß es sich nicht nur um die sehr einfache Übertragung eines bestimmten „Systems“ auf deutsche Verhältnisse handelte, sondern um eine unermeßliche Kleinarbeit bei sorgfältigster Einfühlung in die deutschen Zustände, um stufenweise die Wirtschaftlichkeit der Betriebe zu erhöhen. Im Zeichen dieser Kleinarbeit standen die organisatorischen Maßnahmen in den meisten industriellen Werken im letzten Jahr.

Ein Kennzeichen des letzten Jahres ist es, daß sich die Rationalisierungsbestrebungen nicht nur auf Werke mit einem oder wenigen Erzeugnissen und mit Massenherstellung erstreckten, sondern z. B. auch von Erfolg gekrönt waren in Hüttenwerken, Preß- und Hammerwerken, in Werftbetrieben[1]) und sogar in Ausbesserwerkstätten[2]). Bemerkenswert ist, daß sich das Durchorganisieren der Betriebe von den großen Werken auf die mittleren und kleineren ausbreitete.

Konstrukteur und Betrieb. Das Streben nach größerer Wirtschaftlichkeit zeigt sich treffend in der Neu- oder Durchgestaltung der Erzeugnisse. Normung und Formgebung zielen auf eine zweckmäßigere und billigere Herstellung hin. Zu dem Zwecke mußten die Konstrukteure weiter geschult werden, und unter dem Kennwort „Konstrukteur und Betrieb“ wurden zahlreiche Tagungen und Vorträge abgehalten[3]).

Arbeitsvorbereitung. In steigendem Maße ist erkannt worden, daß eine gute Arbeitsvorbereitung Voraussetzung für eine wirtschaftliche Fertigung ist. Sie wurde in den Betrieben vervollkommnet und zahlreich im Schrifttum und in Vorträgen behandelt[4]).

Fertigung. Neben der Anwendung zweckmäßigerer Werkzeugmaschinen und Werkzeuge suchte man vor allem durch eine bessere Arbeitsführung die stellkosten herabzudrücken[5]). Dabei versucht bei Umstellungen möglichst beweglich zu bleiben tunlichst einfache, wenig kostspielige Mittel anzu den. So wurden in zahlreichen Unternehmungen Übergang zur Gruppenfertigung beachtliche Erfolg zielt. Der fließende Zusammenbau, streng angepa die vorliegenden Verhältnisse, fand weiterhin Ein Und wo selbst die schlechtesten Einrichtungen sich verlohnten, versuchte man, wenigstens eine „ge Fließfertigung“ einzuführen, um die Durchlaufzei Werkstücke zu verkürzen und eine Herabsetzung de triebskapitals zu erreichen.

Förderwesen. Brachte die Gruppenferti an sich schon Vorteile hinsichtlich der Beförder kosten, so suchte man auch weiterhin durch planm Gestaltung des ganzen Förderwesens die Gemeink herabzudrücken. Vorzugsweise waren es der Ele karren und der Drehlaufkran, die sich mehr einfü Die Bedeutung des gesamten Förderwesens erhellte drucksvoll zahllose Abhandlungen und Vorträge.

Betriebsüberwachung. Die Betriebs wachung machte nach zwei Seiten hin Fortschritte: mal durch die Schaffung oder Verbesserung von Ge und Apparaten zur objektiven Messung der Betrieb gänge und ihrer Erfolge[6]), zum andern durch eine w hin vervollkommnete Betriebsabrechnung, insbeso zur Aufdeckung von Verlustquellen.

Kennzeichnend für das letzte Jahr waren auc Versuche zur Schaffung von Einheitsbuchführunger Einheitsabrechnungen für gleiche Industrien, um Vergleiche die Wirtschaftlichkeit der Betriebe steigern[7]).

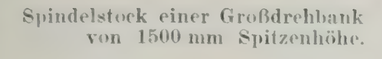
Stückzeitermittlung. Die Arbeiten Reichsausschusses für Arbeitszeitermittlung (Refa) der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingen (ADB) regten vielfach dazu an, auch für Sonde hältnisse geeignete Verfahren zu schaffen; insb dere wurde begonnen, die Grundsätze des Refa au der Holzbearbeitung, in der Faserindustrie u. a. e führen und entsprechende Unterlagen zu schaffen. Anregung hierzu gab das Refabuch „Einführung i Arbeitszeitermittlung“.

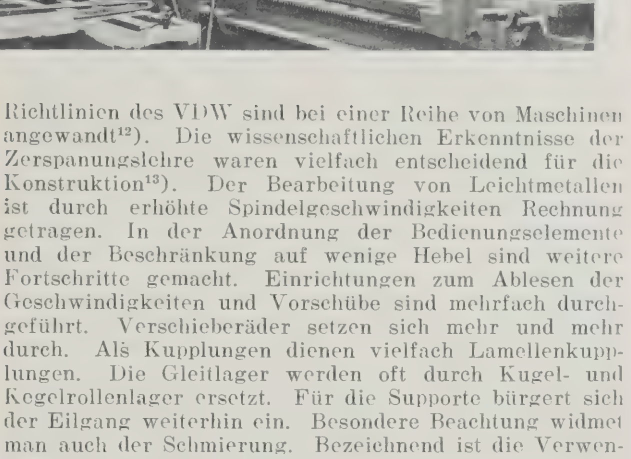
Vertrieb. Beachtenswert erscheint, daß sic letzten Jahre der Gedanke mehr und mehr durchge hat, daß die Rationalisierung der Erzeugung nur vollen Erfolg verbürgen kann, wenn ihr eine Rati sierung des Einkaufes vorangeht und eine Rationa rung des Vertriebes nachfolgt. Der Verkaufsinge soll am Ausbau einer wissenschaftlichen Gestaltun Vertriebes mitwirken. Als Hilfsmittel dazu diener Konjunktur- und die Marktbeobachtung. Eine planm Anpassung der hergestellten Erzeugnisse an die A derungen des Bedarfs muß der Anfang eines bew „Dienstes am Kunden“ sein. Auf diesen Grundlage sich ein zielsicherer Einsatz der Werbemaßnahm bauen. Nur sorgfältig betriebene Auslese und Sch der Verkäufer führen zur engsten Fühlung mit Verbraucher. Besondere Betonung fand der Ge der Gemeinschaftsarbeit im Vertriebe[8]).

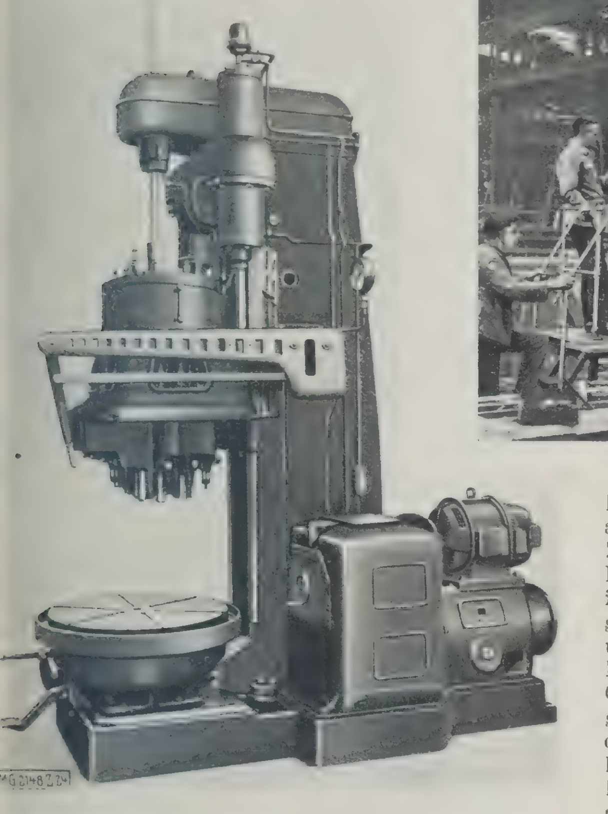
Von der Bedeutung, die man dem Betriebe zu zeugen die Gründung einer Fachgruppe für Vert ingenieure beim Verein deutscher Ingenieure, die gut besuchten Fachsitzungen und die Wanderscha „Vertriebsingenieure“, die auf der Hauptversam 1928 in Essen, dann auf der Frühjahrsmesse 19 Leipzig, in Stuttgart, Darmstadt, Amsterdam, an vers denen Orten in Berlin und bei Versammlungen strieller Verbände gezeigt wurde.

Bürobetrieb. Die Mechanisierung des betriebes machte weitere Fortschritte. Wie man organisatorisch gut geleiteten Werken betrieblic

[1]) Vergl. „Maschinenbau“ Bd. 8 (1929) Heft 6 S. 185.
[2]) Vergl. „Maschinenbau“ Bd. 8 (1929) Heft 10 S. 305.
[3]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 22 S. 757 und „Maschinenbau“ Bd. 7 (1928) S. 61 und S. 705.
[4]) Z. Bd. 72 (1928) S. 293 und „Maschinenbau“ Bd. 8 (1929) Heft 3 S. 72.
[5]) „Maschinenbau“ Bd. 7 (1928) S. 966.
[6]) Vergl. „Maschinenbau“ Bd. 7 (1928) S. 854, S. 1052, S. 115 Bd. 8 (1929) Heft 3 S. 80.
[7]) „RKW-Veröffentlichungen“ Nr. 9 und Nr. 14.
[8]) Vergl. „Technik und Wirtschaft“ Bd. 21 (1928) Heft 6 Bd. 22 (1929) Heft 2, Heft 3 S. 63 und Heft 4 S. 89.


Spindelstock einer Großdrehbank von 1500 mm Spitzenhöhe.




Zwölfspindlige Bohrmaschine mit Druckölvorschub.

r immer stärkeren Trennung der Arbeitsvorbereitung der Arbeitsausführung gelangte, so hat auch die altung des Bürobetriebes zur Trennung der Büroit in einen geistigen und einen maschinellen Teil geit. Die maschinelle Gestaltung der Verbuchungs- und echnungsarbeit wurde weiter gefördert. Besondere ollkommnung erfuhr das Lochkartenverfahren[9]).

kzeugmaschinen und Werkzeuge

Die Werkzeugmaschinen entwickelten sich im letzten weiter nach der Forderung: Produktionssteigeir bei höchster Wirtschaftlichkeit. Die Hauptrichtun werden gekennzeichnet durch eine Starrheit des baues der Maschine, hohe Durchzugskraft, großen kungsgrad, höchste Leistung im Dauerbetriebe, weite chwindigkeitsbereiche, Streben nach dauernd einadfreier Arbeit, leichte Bedienbarkeit und größte Beisicherheit. In bezug auf die Verwendbarkeit lassen zwei grundsätzliche Wege unterscheiden: der eine lt zu einer vielseitigen Verwendbarkeit der Werkrmaschine, der andre zur Sondermaschine, die ihren östen Ausdruck in der Einzweckmaschine findet[10]).

Der elektrische Antrieb wächst mit der Maschine ist mehr und mehr zu einem geschlossenen Ganzen mmen[11]). Der Einzelantrieb, vor allem der Flanschor, setzt sich weiterhin durch. Elektrische Einrichren fanden zahlreiche Anwendung. Ihnen werden gaben übertragen, die früher viel umständlicher auf anischem Wege erfüllt wurden oder überhaupt nicht lösen waren.

Die Anzahl der Geschwindigkeiten und Vorschübe meist gesteigert worden. Die Stufensprünge nach den Richtlinien des VDW sind bei einer Reihe von Maschinen angewandt[12]). Die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Zerspanungslehre waren vielfach entscheidend für die Konstruktion[13]). Der Bearbeitung von Leichtmetallen ist durch erhöhte Spindelgeschwindigkeiten Rechnung getragen. In der Anordnung der Bedienungselemente und der Beschränkung auf wenige Hebel sind weitere Fortschritte gemacht. Einrichtungen zum Ablesen der Geschwindigkeiten und Vorschübe sind mehrfach durchgeführt. Verschieberäder setzen sich mehr und mehr durch. Als Kupplungen dienen vielfach Lamellenkupplungen. Die Gleitlager werden oft durch Kugel- und Kegelrollenlager ersetzt. Für die Supporte bürgert sich der Eilgang weiterhin ein. Besondere Beachtung widmet man auch der Schmierung. Bezeichnend ist die Verwendung hochwertiger Baustoffe.

Drehbänke. Zur Verbilligung der Erzeugnisse findet man Ansätze, daß mehrere Fabriken sich zusammenschließen und einen Einheitstyp herausbringen, dessen verschiedene Größen auf die Firmen verteilt werden.

Die Maschinen zur Verwendung von Hartmetallen und für sehr hohe Schnittgeschwindigkeiten wurden weiter vervollkommnet. Drehbänke, vorzugsweise für die Bearbeitung von Leichtmetallen, sind neu entwickelt. Es entstanden auch Neukonstruktionen an Großdrehbänken[14]). Die Kurbelwellendrehbänke sind mit bemerkenswerten Neuerungen ausgestattet. Für Teile aus Werkstoffen, die nicht geschliffen werden können, wurde eine Diamantdrehbank entwickelt.

Revolverdrehbänke. Revolverschlitten und Quersupporte wurden vielfach mit Eilverstellung ausgerüstet. Die Revolverköpfe werden oft auswechselbar eingerichtet. Die Spindelkästen sind mehrfach neu durchgebildet. Auf Sicherungseinrichtungen wurde besonderer Wert gelegt.

Automaten. Ein Sechsspindelautomat mit 18 Werkzeugaufnahmen wurde neu herausgebracht. An Futterautomaten sowie an Gridleyautomaten entstanden Verbesserungen[15]).

Bohrmaschinen. Die Bohrmaschinen wurden im letzten Jahre weiterhin den verschiedenen Betriebs- und Arbeitsverhältnissen durch Antrieb, Umlaufzahlen, Vorschübe und Handhabung angepaßt. Bohrmaschinen mit Steuerung des Vorschubes durch Öldruck sind entstanden. Eine Reihe vollselbsttätiger Bohrmaschinen ist neu entwickelt. Bohrmaschinen werden durch hohe Spin-

[9]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1799 und Fachheft der Zeitschrift „Technik Wirtschaft" Bd. 22 (1929) Nr. 2.
[10]) Z. Bd. 72 (1928) S. 229; „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Heft 11 S. 345.
[11]) „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Heft 11 S. 367.

[12]) „Werkstattstechnik" Bd. 23 (1929) Heft 2 S. 47.
[13]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1619; „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) S. 905, S. 949 und S. 1059. Berichte über betriebswissenschaftliche Arbeiten, Bd. 2: Berlin 1929, VDI-Verlag.
[14]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) S. 453.
[15]) „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) S. 527.

deldrehzahlen bis 20 000 U/min immer mehr auch der Bearbeitung von Leichtmetallen und der Ausnutzung kleinster Bohrdurchmesser angepaßt. Vielfach erhielten die Bohrmaschinen Zusatzeinrichtungen für Gewindeschneiden. Auf mechanischem Wege wurden Radialbohrmaschinen mit 36 Spindelgeschwindigkeiten und Eilgang des Bohrschlittens ausgestattet. Neuartig ist eine zweispindlige Waagrecht-Bohr- und Gewindeschneidmaschine zum Bohren und Gewindeschneiden in einer Aufspannung des Werkstückes. Ein Drehscheibenbohrwerk wurde für Eisenkonstruktionswerkstätten, die nach dem Zulageverfahren arbeiten, entworfen.

Ein neues Waagrecht-Bohr-, Langfräs- und Zylinderbohrwerk soll die Vorzüge einer gewöhnlichen Waagrecht-Bohr- und Fräsmaschine, eines Zylinderbohrwerkes und einer Langfräsmaschine verbinden.

Fräsmaschinen. Bei den Fräsmaschinen wurde besonders starrer Aufbau angestrebt. Für Einfach-, Universal- und Senkrecht-Fräsmaschinen werden von den Firmen möglichst dieselben Teile verwendet, um eine wirtschaftliche Herstellung zu erzielen. Bei Senkrechtfräsmaschinen sind Verbindungen zwischen dem Tisch und dem Gegenhalter ausgeführt. Eilrückgang und Sprungvorschub fanden weitere Verbreitung. Bei manchen Konstruktionen wird das Werkzeug beim Rückgang stillgesetzt. Statt des teuren Vorschubräderkastens werden oft Wechselräder verwendet.

Bei den Kaltsägen sind Öldruckschaltung und hydraulische Spannung eingeführt worden.

Schleifmaschinen. Besonders bemerkenswerte Vervollkommnungen wiesen im letzten Jahre die Schleifmaschinen auf. Hydraulische Tischbewegung und hydraulische Beistellung wurden von vielen Werken neu eingeführt[16]). Allgemein geht man zu immer größeren Schleifscheibendurchmessern über. Eigene Wege beschreitet eine Firma mit der Anwendung von Druckluft für den Antrieb. Eine Senkrechtschleifmaschine mit Doppeltisch will die Aufspannzeit herabsetzen. Auch Sondermaschinen, Stangenkopfschleifmaschinen, Kurbelwellenschleifwerke sowie Sägeblatt- und Werkzeugschleifmaschinen, wurden wirtschaftlicher gestaltet.

Hobelmaschinen. Die Weiterentwicklung der Hobelmaschinen zielt ab auf eine Vergrößerung des Vorschubes, wobei 50 mm mit Hilfe eines Zusatzgetriebes, 100 mm auf elektrischem Wege erzielt wurden. Die Tische erhalten neuerdings Sprungbewegungen. Eine Neuerung stellt der Antrieb durch zwei Drehstrommotoren dar, die über ein Differentialgetriebe wirken.

Maschinen für Blechbearbeitung. Die Tafelscheren wurden vielfach schwungradlos ausgebildet. Selbsttätige Hochleistungs-Langnahtlötmaschinen mit angekuppeltem Dosenrumpf-Auseck-, Bieg- und Falzautomaten zum selbsttätigen Herstellen von Konservendosenrümpfen mit gefalzter und gelöteter Langnaht wurden entwickelt. Streifenpressen wurden vollautomatisch ausgeführt. Auch Kniehebelpressen und Stanzautomaten erhielten bemerkenswerte Verbesserungen[17]).

Verschiedene Maschinen. Neue Auswuchtmaschinen mit elektrischer Auswuchtvorrichtung gestatten. Wuchtfehler nach Lage und Größe in wenigen Sekunden zu bestimmen. Ein neuer Gesenkschmiedehammer wird durch zwei Kolbenstangen hochgedrückt und zum Schlag mittels Druck über den Kolben herabgeworfen.

Werkzeuge. Maßgebend für die Entwicklung der Werkzeuge im letzten Jahre waren die in Industrie und wissenschaftlichen Instituten durchgeführten planmäßigen Schneidversuche. Sie haben zu einer zweckmäßigeren Ausbildung der bekannten Werkzeuge, namentlich hinsichtlich der Formung der Schneiden, geführt. So haben die Werkzeuge für die Bearbeitung von Stahl und Eisen eine weitere Entwicklung erfahren, die selbst an den einfachsten und kleinsten Werkzeugen beobachtet werden kann.

[16]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 10 S. 347.
[17]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) S. 159.

Wie auf die Werkzeugmaschinen übte die i
stärker zunehmende Verwendung von Leichtme
auch ihren Einfluß aus auf die Gestaltung der
Senk- und Reibwerkzeuge. Für jede Leichtmet
wurden Sonderwerkzeuge auf den Markt gebracht[18]).

Meßwerkzeuge für Dickenmessungen
meter) und für Bohrungsmessungen wurden weiter
vollkommnet. Besonders zahlreiche Neuerungen k
an den Lehren für die Gewindeprüfung festgestellt
den. Die neuzeitlichen Ansprüche auf dem Gebiet
Zahnradherstellung ließen hochentwickelte Prüfei
tungen erstehen, die entweder nur für Sonderräder
ganz allgemein Verwendung finden können.

Für die werkstattmäßige Werkstoffprüfung
schon früher bekannte Meßgeräte weiter verbessert
den. Überhaupt läßt sich feststellen, daß die Meß
zeuge für den Werkstattgebrauch unempfindlicher
handlicher geworden sind.

Vorrichtungen. Besonders bemerkenswe
die Fortbildung der Spannvorrichtungen im letzten J
Neben einer Neugestaltung verwickelterer Vorric
gen finden wir eine Vervollkommnung selbst der ein
sten Spannelemente hinsichtlich Ausführung, Werk
und Güte. Das zeigt sich beispielsweise an Dreh-
Bohrfuttern sowie Maschinenschraubstöcken. Pre
spannvorrichtungen wurden weiter vervollkommnet[19])

Beachtenswert ist die Mechanisierung der Hand
zeuge zur Vorrichtung. Dabei findet die biegsame
vielfach Anwendung. Als Beispiele mögen Schleif-,
und Schabvorrichtungen sowie elektrisch betri
Handblechscheren genannt sein.

Behr

[18]) Vergl. „Maschinenbau" Bd. 8 (1929) Heft 11 S. 362.
[19]) „Maschinenbau" Bd. 7 (1928) S. 208.

Chemische Industrie

Apparatewesen

Ohne Sperrflüssigkeit arbeitende Chlorverdichte
möglichen einen geruchlosen Betrieb[1]). Die mec
schen Chlorkalkkammern nach *Backmann* liefern
höherprozentigen und haltbaren Chorkalk durch
ständige Chlorierung und Homogenisierung im G
stromverfahren[2]). Siliziumkarbidsteine genügen be
Ausmauerung von Kesselfeuerungen den höchsten
sprüchen[3]). Mit Hilfe des Kalorisierungsverfa
(Schweiz. P. 71 195) läßt sich Eisen technisch einw
frei homogen verbleien[4]). Destilliertes Wasser wird
Destillation durch Wasserentsalzung im Dreizelle
fahren elektroosmotisch erzeugt[5]). Eine neue Filterb
für die chemische Industrie bilden die Asbest-
schwemmfilter; sie eignen sich zur vollkomm
Trennung kolloidaler Trübstoffe[6]). Die visuelle
fähigkeits-Titration und Leitfähigkeitsmessung
Ammonsalzen, schwachen oder stark verdünnten Sä
läßt sich jetzt mit Hilfe des Thermokreuzes durchführ

Organisch-chemische Industrie

Zusatz von Alkalisalzen von Schwefelsäure-
estern der Azetonderivate von Zuckern ermöglich
Herstellung eines genießbaren, festen Alkohols (
461 303)[8]). Für die Zuckergewinnung aus Holz nach
Patenten von *Bergius* wird eine Anlage in Stetti
einer Tagesleistung von 600 bis 700 t errichtet[9]). Si
ein Glukohexonit, kann bis zu 80 g täglich als Diabet
Nährmittel verwendet werden, ohne den Harnzucke
vermehren[10]). Hosal besteht aus polyaminosauren
ziumdoppelsalzen und dient zur Verbesserung
Geschmackes bei salzarmer Kost[11]). Impletol, eine

[1]) Chem. Fabr. Bd. 1 (1928) S. 547.
[2]) Chem. Ztg. Bd. 52 (1928) S. 964.
[3]) Chem. Fabr. Bd. 1 (1928) S. 95.
[4]) Chem. Ztg. Bd. 52 (1928) S. 719.
[5]) Chem. Ztg. Bd. 53 (1929) S. 52; Chem. Fabr. Bd. 2 (1929)
[6]) Chem. Ztg. Bd. 52 (1928) S. 111.
[7]) Chem. Fabr. Bd. 2 (1929) S. 185.
[8]) Chem. techn. Übersicht Bd. 52 (1928) S. 189.
[9]) Z. f. ang. Chem. Bd. 41 (1928) S. 710.
[10]) Pharm. Ztg. Bd. 74 (1929) S. 501.
[11]) Münch. med. Wochenschr. Bd. 75 (1928) S. 1583; Klin. W
schrift Bd. 7 (1928) S. 2467.

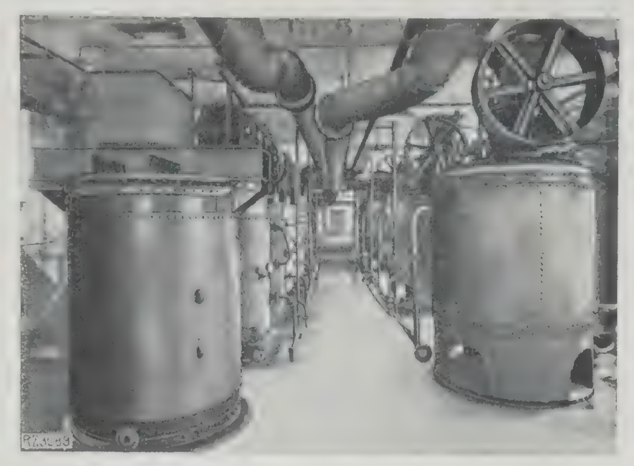
Verbindung von Novokain und Koffein, bildet ein ·rzstillendes Ersatzmittel für Morphin[12]). Vanillin aus dem in der Sulfitablauge enthaltenen Lignin dessen Oxydation und darauffolgendes Ansäuern ·stellt[13]).

ie technische Synthese des künstlichen Kautjks wird gefördert durch die Polymerisation von ;en mit Hilfe von sauerstoffabgebenden Mitteln und imetallen in einer Kohlensäureatmosphäre bei Geiart einer anorganischen Hydroxylverbindung[14]). n Umgestaltung des Viskose-Verfahrens nach dem infeld-Patent (Engl. P. 281 351) läßt sich Viskose vorangegangene Reifung verspinnen, und eine tseide von hoher Reißfestigkeit erzielen[15]). Ein ein-)s Verfahren farbige Filme herzustellen, beruht f, daß in das Objektiv eine dreifarbige Blende einaltet wird und auf der Zelluloidseite des Films prägte, mikroskopisch feine linsenähnliche Elemente Abbild in drei farbige Teile zerlegen und auf die ht photographieren. Das so erhaltene Negativ wird besonderem Verfahren auf dem Aufnahmefilm selbst kehrt und gibt durch dreifarbige Blenden projiziert arbiges Gesamtbild[16]). Pinakryptolgrün wirkt auf mpfindliche Schichten desensibilisierend und ermögdie Entwicklung bei Tageslicht[17]). Aus Gasöl herlltes Blaugas hat infolge seiner Eignung als stoff für Luftschiffe eine erhöhte technische und chaftliche Bedeutung erhalten[18]).

er Äthylester der Abietinsäure hat sich als Weichungsmittel für die Lackherstellung wegen seiner h Farbe, Nichtflüchtigkeit und völligen Mischbarmit den üblichen Lösungsmitteln als besonders get erwiesen[19]). Hochwertige Schmieröle und sformatorenöle werden aus aromatischen Kohlenerstoffen, z. B. Naphthalin, mit Aluminiumchlorid als ysator hergestellt[20]). Zur Aktivierung von Holz werden neuerdings an Stelle von Chlorzink ein Ge- von Chlorzink und Chlorkalzium (DRP 407 368), he Sulfate (DRP 400 461), Nitrate (DRP 405 312) asförmige Stoffe (DRP 412 508 und 438 817) vert[21]). Fluolin, eine Fassadentünche in acht Farb-, ermöglicht einen lichtbeständigen, wetterfesten ugleich wasserabstoßenden Anstrich von Putz- und ntflächen[22]). Mit dem wasserlöslichen Kühlstoff oel, hauptsächlich aus Methanol bestehend, können utomaten schon mit Leitungswasser von 1,6 at betrieben werden[23]). Soligen-Trockenstoffe sind henate von Kobalt, Mangan und Blei; sie ermög- schon bei Zusatz von ¼ bis ½ vH eine beschleu- Trocknung von Leinöl[24]).

ranisch-chemische Industrie

ie Wasserentkeimung mit Katadynsilber beruht auf oligodynamischen Wirkung sehr dünner Silberen[25]). Eine erhöhte Aufmerksamkeit wird neuer- den kegelig geformten Diorbleikammern endet; sie ermöglichen eine tangentiale Führung SO_2-Gasstromes und haben eine verhältnismäßig Bleioberfläche bei gesteigertem Wirkungsgrad 358 020)[26]). Durch teilweises Niederschlagen und lgende Absorption von Koksofengas kann Wasrtoff billiger hergestellt werden (DRP 470 429)[27]). dings wird das Methan im Koksofengas bei niedrigen eraturen mit Wasserdampf behandelt[28]) und dadurch der H-Gehalt im Koksofenwassergas auf 75 vH gesteigert. Die Durchführung von Gasreaktionen im heißkalten Raum ermöglicht bei Anwendung geeigneter Absorptionsmittel die Herstellung von Zyanwasserstoff und Azetylen aus Methan[29]). Ein neuer Sicherheitssprengstoff besteht aus Ammonnitrat und Magnesiumnitrat; das Gemisch wird bei 100° in seinem Kristallwasser geschmolzen, und Sägespäne werden damit getränkt[30]). Kalkstickstoff wird durch Erhitzen von Kalziumkarbonat in einem Gasgemisch von Ammoniak und Kohlenoxyd unter Verwendung von Katalysatoren erhalten (DRP 467 479)[31]). Das sogenannte Ringverfahren zur Herstellung von Ätznatron und Soda beruht auf der Umsetzung von Kalkmilch mit Natriumfluorid; das als Nebenerzeugnis entstehende Kalziumfluorid geht wieder in den Kreislauf des Verfahrens[32]). Reines Molybdän-Metall wird durch Erhitzen von Molybdänoxyd mit feinen Kalziumspänen gewonnen[33]). Kalziummolybdat wird in dieser Form als Zusatz zum Stahl mehr und mehr angewandt und gewinnt dadurch erhöhte wirtschaftliche Bedeutung[34]). Kadmium hat sich als wirksames Rostschutzmittel erwiesen[35]). Es ist gelungen, durch Elektrolyse Beryllium in Stücken von über 1 kg Gewicht und von großer Reinheit zu erhalten; Berylliumbronzen geben einen ausgezeichneten Werkstoff für hochbeanspruchte Konstruktionsteile[36]). Rostschutzfarben mit Kautschukzusatz (Thermoprenen) haben sich beim Anstrich von Kühltürmen und in Salzbergwerken bewährt[37]). Durch ein abgekürztes Verfahren ist es gelungen, das schon lange bekannte Sulfopon (Kalziumsulfat und Zinksulfid) auch technisch herzustellen[38]).



Der Mischerraum einer Kunstseidenfabrik mit Rührwerken und Rohrleitungen

Wirtschaftliches

Die Welterzeugung von Stickstoffverbindungen wird 1928 auf 1,84 Mill. t N geschätzt, die deutsche auf 0,74 Mill. t N; der Weltstickstoffverbrauch im Düngejahr 1927/28 betrug 1,82 Mill. t, der deutsche 0,39 Mill. t. Die Welterzeugung von Superphosphat überstieg 1928 14 Mill. t, die deutsche 0,74 Mill t; im Düngejahr 1927/28 erreichte der deutsche Superphosphatverbrauch 0,725 Mill. t, d. i. annähernd die Hälfte der Vorkriegshöhe. Die Welterzeugung von Kunstseidengarn ist 1928 um 25 vH gegen 1927 gestiegen und erreichte rd. 170 Mill. kg; daran war Deutschland mit rd. 24 Mill. kg beteiligt (Steigerung gegen 1927 um 31,4 vH). Die deutsche Erzeugung von Motortreibstoffen beträgt etwa 320 000 t Benzol, 70 000 t synthetisches Benzin und 15 000 t Motorsprit. In Deutschland werden insgesamt etwa 1,5 Mill. t Steinkohlenteer erzeugt; davon entfallen 0,3 Mill. t auf Gaswerke. [B 3089] *Schaub*

') Münch. med. Wochenschr. Bd. 75 (1928) S. 1284; Pharmaz. ...n. Bd. 69 (1928) S. 687.
) Chem. Ztg. Bd. 52 (1928) S. 766.
') Chem. Fabr. Bd. 1 (1928) S. 386.
) „Kunststoffe" Bd. 5 (1929) S. 108.
) Chem. Ztg. Bd. 52 (1928) S. 924; Z. f. ang. Chem. Bd. 42 (1929) S. 31.
) Pharm. Zentralh. Bd. 70 (1929) S. 305.
Chem. Ztg. Bd. 52 (1928) S. 1001; Z. f. ang. Chem. Bd. 42 (1929)
) Z. f. ang. Chem. Bd. 41 (1928) S. 269.
) Z. f. ang. Chem. Bd. 41 (1928) S. 626.
') Z. f. ang. Chem. Bd. 41 (1928) S. 536.
') Chem. Ind. Bd. 52 (1929) S. 514.
') Chem. Fabr. Bd. 1 (1929) S. 209.
') Chem. Ztg. Bd. 52 (1928) S. 859.
') Chem. Ztg. Bd. 53 (1929) S. 285.
') Chem. Ztg. Bd. 53 (1929) S. 230.
) Chem. techn. Übers. Bd. 53 (1929) S. 43; Z. f. ang. Chem. Bd. 42 S. 608
) Metallbörse Bd. 19 (1929) S. 734.

29) Chem. Ztg. Bd. 52 (1928) S. 942.
30) Metallbörse Bd. 18 (1928) S. 2697.
31) Metallbörse Bd. 18 (1928) S. 2637.
32) Chem. Ztg. Bd. 53 (1929) S. 145.
33) Z. f. ang. Chem. Bd. 42 (1929) S. 2.
34) Z. f. ang. Chem. Bd. 42 (1929) S. 2.
35) Z. f. ang. Chem. Bd. 41 (1928) S. 435.
36) Chem. Ztg. Bd. 53 (1929) S. 417.
37) Chem. Fabr. Bd. 1 (1928) S. 382.
38) Chem. Ztg. Bd. 52 (1928) S. 785.

Faserstoffindustrie

Zellstoff

Die dauernde Steigerung des Zellstoffverbrauchs für die Herstellung von Papier und Kunstseide rechtfertigt die Ausschau nach Ersatzstoffen. Hierbei kommen u. a. verschiedene Grasarten in Betracht die schon fabrikmäßig verarbeitet werden[1]). Eine neuere Zellstoff-Entwässerungsmaschine mit filzlosen Pressen liefert sehr günstige Ergebnisse[2]). Die Ausscheidung der organischen Stoffe aus der bei Herstellung von Sulfitzellstoff anfallenden Ablauge ist bis jetzt noch nicht in befriedigender Weise gelöst[3]). Beim Bau der Laugentürme ist ein wesentlicher Fortschritt zu verzeichnen[4]).

Textilrohstoffe

Während im Jahr 1913 insgesamt 27 000 t Rohseide und 10 000 t Kunstseide verbraucht wurden, betragen die entsprechenden Zahlen vom Jahr 1927 schätzungsweise 42 000 t Rohseide und 130 000 t Kunstseide; davon sind etwa 88 vH Viskoseseide. Eine neuere Art der letzteren, die „Lilienfeldseide", zeigt hervorragende Festigkeitseigenschaften[5]). Die aus England stammenden Nachrichten über „künstliche Baumwolle" haben die Fachwelt stark interessiert. Die bisherigen Veröffentlichungen geben leider noch kein klares Bild[6]).

Spinnerei

Ein neuer, leicht verstellbarer Rost für Crighton-Öffner[7]) bietet wesentliche Vorteile. In der Jutespinnerei führt sich das Einkardensystem mehr und mehr ein[8]). Das gleiche gilt für den elektrischen Spinnflügelantrieb in der Bastfaserspinnerei[9]). Für die Überwachung der hohen Spindeldrehzahlen werden zeitsparende Geräte von verschiedenen Firmen hergestellt[10]). Der schon bekannte Kammstapelzieher für Baumwolle ist wesentlich verbessert worden[11]).

Weberei

Verbesserungen sind namentlich bei den Spulmaschinen zu verzeichnen[12]). Die revolverartige Lagerung der Haspel bei einer spindellosen Windemaschine[13]) ist beachtenswert. Die abgebildete, von deutschen Firma gebaute Höchstleistungs-Zettelma ermöglicht eine Arbeitsgeschwindigkeit von 40 500 m/min, wie sie bisher nur von einer amerikani Ausführung bekannt war.

Zu den bisher gebauten Schützenautomaten is neue Ausführung hinzugekommen. Die Gable maschine, deren Verwendung für Herstellung vo namageweben sich als besonders vorteilhaft erwiese ist in einfachster Weise zum Buntautomaten aus worden. Das Nicolet-Webverfahren und der Jab Rundwebstuhl erregen berechtigtes Interesse. Über zuletzt genannten Neuerungen hat der Verfasser a im November 1928 in Stuttgart abgehaltenen Textilt berichtet[14]), die eine Fülle von Anregungen bot.

Die Bestrebungen, die Einzelteile des Webstuhl verbessern, kommen in einem Vorschlag zur Herst genau richtiger Schlagexzenterflächen zum Ausdru Die Frage des Antriebes von zwei oder vier Webst durch einen Motor wurde auf eine neue, einfach gelöst[16]). Für die Musterung und namentlich die F zusammenstellung wird ein zweckentsprechend ge optisches Gerät gute Dienste leisten[17]).

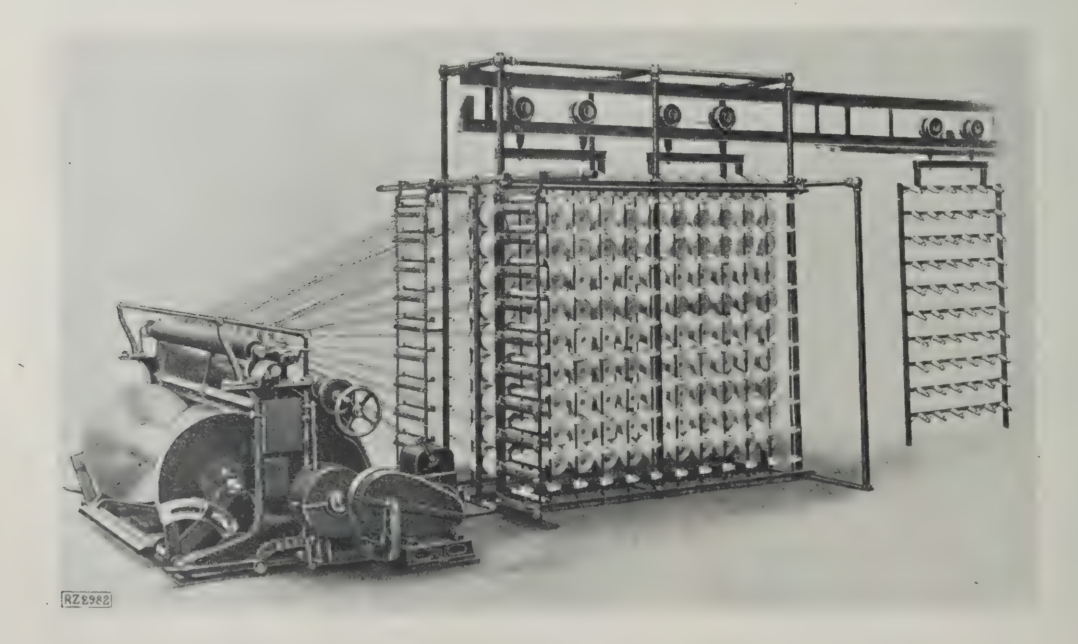
Strickerei und Wirkerei

Die Herstellung von Modestrickwaren mit lege- oder Intarsienmustern erforderte neue S maschinen mit nur einem Nadelbett. Die Must die anfangs durch Einlegen des Fadens mit der erfolgte, geschieht neuerdings mehr und mehr mechanische Verstellung der Fadenzuführungsapp so daß die Bedienung einfacher und die Leistung g wird. Die Rundstrickmaschinen werden jetzt auc Jacquardeinrichtung versehen. Die Maschenräde Rundwirkstühle wurden bezüglich der Führung de tinen und der Stellung der Führungskurve wese verbessert, so daß die Stühle ebenfalls leistungsfä sind. Die Nachteile der Maschenwaren, insbesonde Verziehen, soll durch den Kettenwirk-Webstuhl ver werden, der fortlaufend Web- und Maschenware erzeu

Ausrüstung

Für die Kunstseidenfärberei wird eine Spritzvorrichtung versehene Färbemaschine g die nach dem Färben auch zum Spülen sowie zum und Griffigmachen (Avivieren) benutzt werden

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 93.
[2]) „Wochenblatt für Papierfabrikation" Bd. 59 (1928) S. 91.
[3]) Desgl. S. 85.
[4]) „ Sondernummer 23 A S. 76.
[5]) „Seide" 33. Jahrg. (1928) S. 298.
[6]) Zeitschrift für die gesamte Textilindustrie (Z. f. d. g. T.) Bd. 31 (1928) S. 890 und Nr. 51. S. 10.
[7]) „Der Spinner und Weber" (Sp. u. W.) Bd. 46 (1928) Nr. 19 S. 1.
[8]) Desgl. Nr. 31 S. 1.
[9]) „Leipziger Monatschrift für Textilindustrie" (L. M. f. T.) Bd. 43 (1928) S. 139.
[10]) „Melliand Textilberichte" (Mell. Textilb.) Bd. 9 (1928) S. 535 u. 903 sowie L. M. f. T. Bd. 43 (1928) S. 297.
[11]) L. M. f. T. Bd. 43 (1928) S. 453.
[12]) L. M. f. T. Bd. 43 (1928) S. 240, 285, 372 und Fachheft III S. 138.
[13]) Mell. Textilb. Bd. 9 (1928) S. 18.
[14]) Z. Bd. 73 (1929) S. 285.
[15]) Sp. u. W. 46. Jahrg. (1928) Nr. 20 S. 3.
[16]) L. M. f. T. Bd. 43 (1928) S. 505.
[17]) Desgl. Fachheft 1 S. 19.
[18]) Mell. Textilb. Bd. 9 (1928) S. 828.



Höchstleistungs-Zettelmaschine; er von der Maschinenf W. Schlafhorst & München-Gladbach. Arbeitsgeschwindi bis 500 m/min.

…rch die Arbeit wesentlich einfacher wird[19]). Ein …r Werkstoff ermöglicht die Herstellung fugenfreier, …fester Behälter in einem Stück[20]).

…Die Vorteile des elektrischen Einzelantriebes[21]) zei… sich ganz besonders bei Zentrifugen, die jetzt … mit Druckknopfsteuerung, Zeitschaltung und elek…h betätigter Bremse ausgeführt werden[22]). Neuere …kenmaschinen zeichnen sich durch kleinen Platz- und …mebedarf bei großer Leistung aus[23]). Eine neuartige …maschine liefert Längsstreifen- oder Wellenstreifen-…[24]).

E. Mauz

[19]) „Seide" Bd. 33 (1928) S. 89.
[20]) Mell. Textilb. Bd. 9 (1928) S. 418.
[21]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 9 S. 313.
[22]) Mell. Textilb. Bd. 9 (1928) S. 650.
[23]) Desgl. S. 210, 355, 729 und 904.
[24]) Desgl. S. 205.

…uingenieurwesen

Brücken und Baukonstruktionen

…lemeines und Hochbau

…Das Bauwesen leidet nach wie vor unter der wirt…ftlichen Gesamtlage, die nicht als besonders hoffnungs…l gelten kann. Dazu kommt, daß der ungewöhnlich …e Winter 1929 die Besserung durch den milden Herbst … wieder vernichtet hat. Wegen Absatzmangels haben …ere Zementfabriken jetzt sogar ihren Betrieb …ießen müssen. Der Baubetrieb hat erst zwei Monate …är als gewöhnlich eingesetzt. Ende Februar waren … Angabe des Instituts für Konjunkturforschung nur …l der Bauarbeiter beschäftigt.

…Immerhin ist der Wohnungsbau aussichtsreicher als …strie- und Tiefbau. Es lagen 1928 mehr Planungen …m Vorjahre vor und private und öffentliche Mittel …n dafür einigermaßen verfügbar. Die Baufinanzierung …net damit, daß bei verringertem Geldbedarf der indu…ilen Erzeugung infolge ihrer schlechten Lage sich …Aussichten für sie bessern, indem sich die Finanz…stute mehr dem Wohnungsbau zuwenden wer…r während Sparkassen und Versicherungsgesell…ften zurückhalten. In der gewerblichen Bautätigkeit …en die Aufträge zurückgehen, wenn auch in der …ten Hälfte 1928 die Bauvorhaben über der Vorjahrs…i gestanden haben, auch sogar noch Anfang 1929. Da…n sind die öffentlichen Bauten infolge der gespannten …nzlage der öffentlichen Körperschaften im Rückgang. …t ist der Auftragbestand der Tiefbaufirmen befriedi…n, aber die Aussichten sind ungünstig.

…m Hochbauwesen ist die im vorjährigen Bericht er…hnte Reichsforschungsgesellschaft an der Arbeit, die …onstruktionen und deren Ausführung zu verbessern …zu verbilligen. Sie ist nach kurzer Arbeit durch eine …ung in Berlin schon an die breiteste Öffentlichkeit …ten, um die ganze Fachwelt zur Mitwirkung heran…zhen. Ingenieurtechnisch und volkswirtschaftlich kann …r noch keinen Erfolg feststellen. Die wissenschaft…e Durchdringung des ganzen Hochbauwesens ist eine …erung der Zeit, um die schädliche, auf Erfahrungen …nende Tätigkeit der Vergangenheit in bessere Bahnen …enken. Dazu ist ein besonderes Forschungsinstitut …t.

…abau

…n wirtschaftlicher Hinsicht ist ein nicht unerheb…r Rückgang gegen 1927/28 festzustellen, da bei der …rts erwähnten Zurückhaltung der Großindustrie und …tlichen Behörden, besonders aber der Reichsbahn, der …ragsbestand abnimmt. Auch die Preisstellung ist in…dessen niedrig. Einige der 1928/29 in Angriff genom…en oder vollendeten Bauwerke sind: Thomasschlacken…anlage und Stahlwerk für die Mannesmann-Röhren…e in Huckingen; Straßenbahn-Wagenhalle in Berlin…lottenburg; Gießhalle für das Stahlwerk Hoesch …ortmund; Großgarage Wertheim, Berlin; Umbau am …bahnhof Kottbuser Tor, Berlin; Kaufhaus Wertheim, …au. In Angriff genommen ist unter meiner Mitwir… der Neubau des Großkraftwerkes Westwerk an der Unterspree bei Siemensstadt in etwa gleicher Größe wie das im Osten Berlins gelegene Werk Klingenberg. Der Stahlbedarf für die Baukonstruktionen beträgt über 15 000 t.

Aus dem Brückenbau: Die Straßenbrücke Köln – Mülheim, s. Bildbl. 7, ist in Angriff genommen, die Erbauung einer Straßenbrücke über die Elbe bei Tangermünde steht bevor. Als große Stahlbauausführungen im Auslande sind solche für die Indische Staatsbahn, für Jugoslawien, Indochina und Holland erwähnenswert.

Eisenbetonbau

Eine Reihe bemerkenswerter Bauten wurde auch in diesem Berichtjahre ausgeführt oder vollendet. Im Brückenbau stellt die Lechbrücke bei Augsburg-Hochzoll mit ihren Kastenrippenbogen von 77 m Spannweite und nur $^1/_{12}$ Pfeil einen erfreulichen Fortschritt dar. Die wohl durch französische Bauten angeregte, theoretische Entwicklung der Massivbogenkonstruktionen ist hier mit Erfolg in die Praxis umgesetzt worden. Von den Brücken altbewährter Art seien erwähnt die Streckbrücke in Pirmasens, die bereits im vorigen Bericht[1]) als in der Ausführung begriffen aufgeführt wurde. Sie ist mit einem eingespannten Eisenbetongewölbe von 81 m Stützweite eine der weitestgespannten deutschen Massivbrücken. Ferner ist die Saalebrücke Könnern mit 71 m Stützweite als Vertreterin der Rippenbogen mit angehängter Fahrbahn und schließlich die neue Nagoldbrücke in Pforzheim, bei der eine Balkenstützweite von 44,4 m durch Anordnung eines Gegengewichtes erreicht wurde, erwähnenswert.

Im Hochbau sind wiederum einige Hochhäuser mit Eisenbetongerippe entstanden, und zwar in Breslau, Bremen, Leipzig und Stuttgart. Der neue Hafenspeicher in Stettin[2]) hat die wohl bisher umfangreichste Ausführung von Pilzdecken in Deutschland (50 000 m²). Bei der Errichtung mehrerer Zentralkokereien[3]) im rheinisch-westfälischen Industriegebiet wurde der Eisenbetonbau nach den günstigen Erfahrungen in älteren Anlagen wieder ausgedehnt angewendet. Ein Kohlenbunker bei Arenberg erhielt das bisher für Deutschland höchste Fassungsvermögen von 10 000 t. Die Schalenbauweise Zeiß-Dywidag wurde in Theorie und Ausführung weiterentwickelt. In den Großmarkthallen Frankfurt a. M. und Leipzig[4]) finden wir zwei bedeutende Beispiele dafür. Die bereits im vorjährigen Bericht erwähnte Frankfurter Halle wurde 1928 dem Verkehr übergeben. Mit einer frei überdeckten Hallenfläche von 220×50 m² ist sie eine der größten Hallen im Massivbau. In Leipzig konnte inzwischen die erste der drei 75 m überspannenden Kuppeln, der weitestgespannten Massivkuppeln der Welt, ausgerüstet werden, s. Bildbl. 7.

Auch im Auslande konnten deutsche Unternehmungen den hohen Stand der Beton- und Eisenbetonindustrie zur Geltung bringen. Erwähnt seien die Hafen- und Kraftwerkanlagen in Buenos Aires[5]) und das Shannonwerk in Irland[6]). [B 3036] *Karl Bernhard*

[1]) Z. Bd. 72 (1928) S. 798.
[2]) Hierüber erscheint demnächst ein Aufsatz in dieser Zeitschrift.
[3]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 1821.
[4]) Über beide Hallen erscheint hier demnächst je ein Aufsatz.
[5]) Vergl. a. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 21 S. 735.
[6]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 1381 u. 1901.

Erd- und Wasserbau

Erschwernisse

Der deutsche Wasserbau befindet sich zur Zeit in einer Art Krise. Es zeigt sich ein mit Hindernissen belastetes Bauwesen, veranlaßt vor allem durch die geldliche Bedrücktheit Deutschlands, durch die Abneigung vieler wirtschaftlicher Kreise gegen den Bau von Kanälen und durch den Wettbewerb anderer Verkehrsmittel, besonders der Eisenbahnen. Einige der großen wasserbaulichen und Schiffahrtsunternehmungen sind dadurch ganz zum Stillstand gekommen, z. B. der Masurische Seenkanal, bei anderen, wie bei der Neckarkanalisierung, haben angefangene Bauabschnitte jahrelang stillgelegen, noch andere ziehen sich ins Ungewisse hin.

Im Jahre 1928 waren die von der Reichsregierung zur Verfügung gestellten Geldmittel mit 75,35 Mill. *RM* für den ordentlichen und 54,38 Mill. *RM* für den außerordent-

lichen Haushalt für die Binnen- und Seewasserstraßen wesentlich kleiner als im Vorjahr, und der gegenwärtige Haushalt 1929 hat eine weitere Einschränkung und Lähmung gebracht. So nimmt der Bau des Mittellandkanales, des Donau – Main-Kanales und der Neckarkanalisierung nur einen schleppenden Fortgang. Das Schiffshebewerk von Nieder-Finow[1]), das nach jahrzehntelangen Vorbereitungen zu einem der ganz großen Ingenieurwerke heranzureifen sich bemüht, droht in seinen Gründungen stecken zu bleiben.

Bauten für den Verkehr

Immerhin hat der Lebens- und Schaffenswille der deutschen Ingenieure und der Bauverwaltungen einige Bauanlagen im letzten Jahre weiter- oder zum Abschluß gebracht: die bedeutende Binnenschiffahrtsschleuse bei Anderten[2]) (Hindenburgschleuse, s. Bildbl. 7), die Schaffung von 8 m tiefem Fahrwasser im Königsberger und im Stettin – Swinemünder Seekanal, den Hindenburgdamm zur Anschließung der Insel Sylt an das Festland[3]), der als Beweis seiner Festigkeit die schweren Sturmfluten vom November 1928 gut überstanden hat. Das Kachlet-Kraftwerk in der Donau[4]) ist in Betrieb genommen und hat die Eisgefahren des letzten harten Winters ohne Schaden ausgehalten. Die Erweiterungsbauten am Oder – Spree-Kanal und der Kanal Wesel – Datteln sind im wesentlichen fertiggestellt. Begonnen ist der Bau des Staubeckens von Ottmachau[5]) usw.

Die Seehäfen wurden erweitert in Harburg-Wilhelmsburg durch Ausbau einer Kali-Umschlaganlage[6]), in Hamburg durch neue Hafenbecken und Schuppenbauten. In Bremerhaven legte man den Grundstein zu der 350 m langen Nordschleuse für die Aufnahme der neuen Ozeanschnelldampfer „Bremen" und „Europa". Ein bedeutsamer organisatorischer Vorgang des letzten Jahres ist der Zusammenschluß von Preußen und Hamburg zu einer Hafengemeinschaft für den Ausbau des Gebietes der unteren Elbe bei Hamburg für Verkehrszwecke der Seeschiffahrt, woraus das beste für die zukünftige Entwicklung unseres großen Nordseehafens zu erwarten ist.

Anlagen für Wasserkraftnutzung

Die ertragversprechenden Werke der Wasserkraftwirtschaft sind, wie naturgemäß, stärker gefördert worden als die in privatwirtschaftlichem Sinn überwiegend mit Zuschuß arbeitenden Betriebe des Wasserstraßenverkehrs. Eine Reihe von Werken ist ins Leben gerufen und ihre Verwirklichung begonnen oder gefördert. Im Elbe- und Harzgebiet sind u. a. die großen Sperren an der oberen Saale zu nennen, deren endgültige Finanzierung gesichert erscheint, der Söse-Staudamm im Südwestharz (50 m Höhe), die eigenartige Pumpspeicheranlage von Niederwartha bei Dresden (Staudamm 42 m hoch) für die Spitzendeckung der Überlandversorgung in Sachsen.

Aus dem Wesergebiet sei erwähnt das Pumpspeicherkraftwerk an der Edertalsperre. Im Ruhrgebiet schreitet der Bau des Sorpedammes (57 m hoch) ebenso wie die vereinigte Anlage für Pumpenspeicherung und Flußklärung von Hengstey rüstig fort, und die Stauweiheranlage an der Stever für das nordwestfälische Wasserwerk zu Gelsenkirchen nähert sich der Vollendung.

Im Schwarzwald ist das Schluchseewerk zur Ergänzung der Rheinkraft in Angriff genommen, und der Bau des Großkraftwerkes Ryburg-Schwörstadt[7]) auf der deutsch-schweizerischen Rheingrenze wurde fortgesetzt. Das gleiche gilt von den bayerischen Werken, u. a. dem weiteren Ausbau der Mittleren Isar[8]) und der Erweiterung der Leitzachwerke. In der Nordeifel sind an der Rur große Speicheranlagen für Wasserversorgung, Landeskultur und Kraftgewinn der Verwirklichung nähergebracht[9]). Das Kraftwerk Steinhelle (Westfalen) mit 77 m Gefäll und zwei Tagesweihern kam in Betrieb.

[1]) Z. Bd. 71 (1927) S. 787; vergl. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 13 S. 417.
[2]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1457. [3]) Z. Bd. 72 (1928) S. 48.
[4]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1137.
[5]) „Bautechnik" Bd. 7. (1929) Nr. 5 S. 61 u. f.
[6]) Z. Bd. 72 (1928) S 1286. [7]) Z. Bd. 72 (1928) S. 801.
[8]) VDI-Nachrichten 1928 Nr. 3, Wasserkraftjahrbuch 1927/28 S. 8.
[9]) Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 49, (1929) Nr. 16 S. 255.

Straßenbau

Unter dem Schicksal einer starken Einsc kung seiner Unternehmungen leidet bedauerli weise auch der deutsche Straßenbau, dessen großz Pläne auf den Ausbau eines Kraftwagen-Straßennetz Pläne von höchster Verkehrsbedeutung — nicht we lich über einzelne Versuchstrecken und die Untersuc von Bauverfahren, Baustoffen und Maschinen hi gekommen sind[10]).

Das wissenschaftliche Versuchswesen

weist einen erfreulichen Fortschritt auf. Zur wei Klärung, u. a. über die Formgebung der Querschnitt inneren Spannungen, die zulässige Baustoffanstren und viele Einzelheiten ist ein Talsperrenausschuß Deutschen Nationalen Komitee der Weltkraftkonf aus Vertretern des Reiches, der Länder und des schen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbande gründet worden[11]). Ein weiterer Schritt auf diesem ist die gegenwärtige Umarbeitung der „Preußischen leitung für Bau und Betrieb von Sammelbecken", die malig im Jahre 1907 erlassen wurde. Die Erfahru einer langen starken Entwicklung in aller Welt s darin zum Niederschlag gebracht werden.

Bisher hat man im Wasser- wie im Erdbau vie allein nach Erfahrung gearbeitet. Es scheint, daß ge wärtig neue wissenschaftliche Grundlagen gescha werden, auf denen sich möglicherweise andere Baufo entwickeln werden. Im Erdbau werden durch forschung der physikalischen und chemischen E schaften des Bodens und der Wasserbewegung im reich, in Rohrleitungen und in Rohrabschlüssen Erk nisse gewonnen für die Errichtung von Erdbauwe insbesondere von Staudämmen von bisher bei uns bekannter Höhe, und für die Beurteilung der Standsi heit von Böschungen, in tiefen Einschnitten und an h Dämmen. Dadurch wird auch die bisher von ma Seite als nicht durchführbar bezeichnete Berechnung Querschnitte solcher hohen Dämme auf Stand- und sicherheit verläßlicher. Es ist dies ein großes Feld Versuchsanstalten der Staaten und der Technischen schulen.

Neuerdings ist vom Reich in Verbindung mit Pre und der Deutschen Reichsbahngesellschaft eine „Deu Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik" begr worden. So sehr dies auch an sich zu begrüßen is sollte man sich doch davor hüten, daß nicht durch Ne einanderwirken zu vieler gleichartiger Anstalten splitterung eintritt und doppelte Arbeit geleistet unter der wir ja in Deutschland schon genügend le

Im Seebau sind es die Strömungen des Me die auf die Umgestaltung der Küste einwirken, z. B Anlage von Häfen, Einpolderungen usw., und im Fl bau die Einwirkung der fließenden Welle auf die bildung der Betten für die Niedrigwasserregelung. man durch Versuche erforscht. Der Schiffbau be sich um neue wirtschaftliche Formen für den Bau die Vereinheitlichung der Binnenschiffe[12]).

Ausland

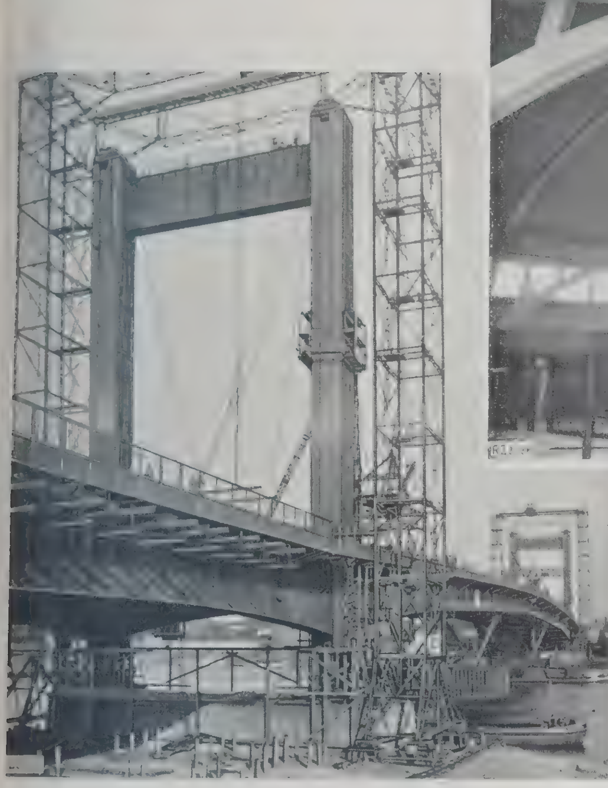
Das Ausland, das nicht unter den Einwirku eines unglücklichen Krieges steht und zum Teil im sitze großer Geldmittel ist oder aus unsern Tribut lungen schöpfen kann, entfaltet ein umfangreiches schaftliches Schaffen im Bauwesen. Es seien nur ei besonders hervorragende Unternehmungen und wichtige Vorgänge erwähnt; ein Anspruch auf Lüc losigkeit kann mangels Raum nicht erhoben werde

Im benachbarten Holland sei der Regelu arbeiten an der Unteren Maas und des Durchstiches Rhein bei Nymwegen gedacht, die das neu erschlos Kohlengebiet in Limburg über Rotterdam an den verkehr und an den Rhein anschließen. Der Hafen Amsterdam wird gefördert durch den Bau der n Seeschleuse bei Ymuiden[13]), die in diesem Jahre fe

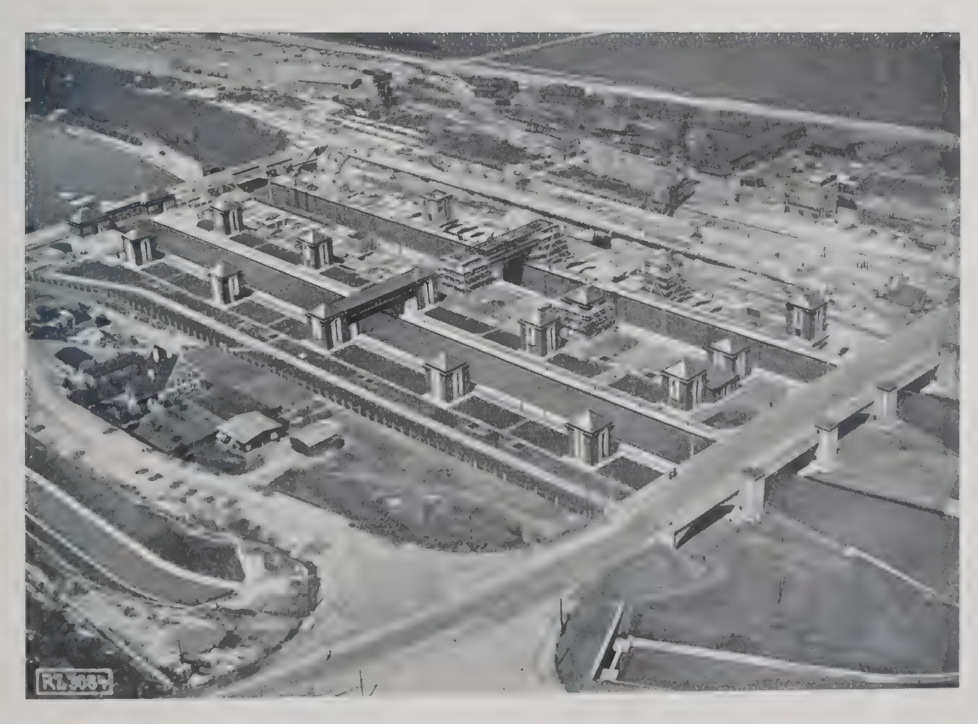
[10]) Z. Bd. 72 (1928) Nr. 19, Fachheft Straßenbau, ferner S. 280,
[11]) Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 49 (1929) Nr. 3 S. 45.
[12]) Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 49 (1929) Nr. 20 S. 324.
[13]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 22 S. 741.

Jahresschau der Technik 1928/29

Innenansicht einer Kuppel der Zentralmarkthalle Leipzig.



Hängebrücke Köln-Mülheim.
Harkort, MAN, Union-Dortmund
Bauzeit 1928/29.



Luftbildaufnahme der Hindenburg-Schleuse.

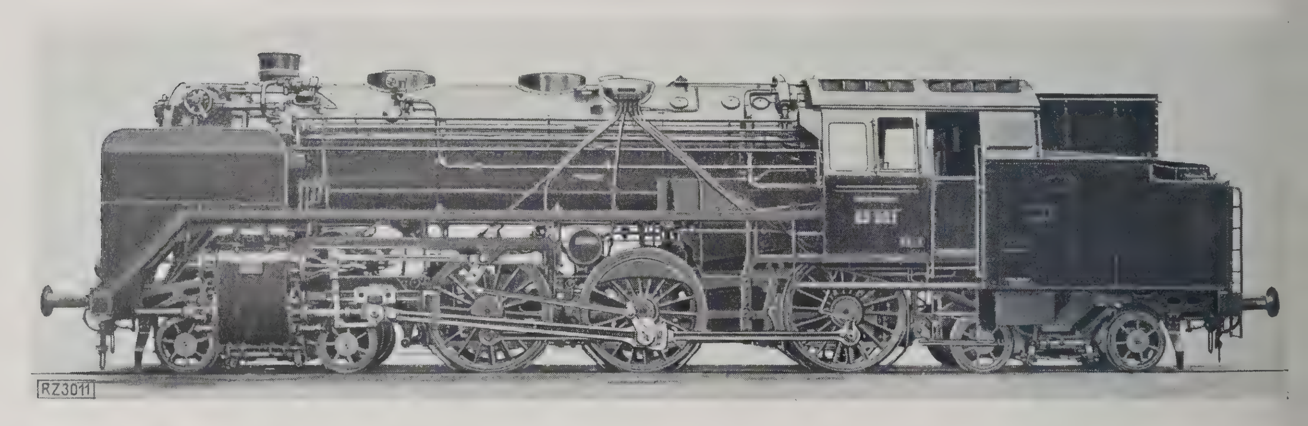
Jahresschau der Technik 1928/29



Das Luftschiff LZ 127 „Graf Zeppelin“.



Das Großflugboot „Rohrbach-Romar“.



2 C 2-Tenderlokomotive Reihe 62 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.
Erbaut von Henschel & Sohn, Kassel.



Doppelschrauben-Motorschiff „St. Louis“ für 1183 Fahrgäste und 10 000 t Ladung.
Erbaut vom Bremer Vulkan, Vegesack, für die Hamburg-Amerika-Linie.



…e neue Eisen-…nbrücke über …ie Norderelbe.

…llt werden soll, und von Kanälen nach dem Rhein. …Trockenlegung der Zuidersee[14]), dieses Kulturwerkes …ersten Ranges, schreitet fort.

Im Elsaß wird der große Rhein-Seitenkanal mit … Bau des Kraftwerks Kembs[15]) unterhalb Basel be-…nen. Bedeutende Wasserkräfte in den Pyrenäen sind …den elektrischen Betrieb der französischen Südbahn …ebaut[16]). Der neuere französische Talsperrenbau … die Monopolstellung der Schwergewichtsmauer, die … in Frankreich bisher inne hat, beseitigen und …Bogenform fördern[17]). In Spanien sind große mit …tanlagen verbundene Talsperren in Angriff ge-…men, von denen die Speicherung von 350 Mill. m³ im …lula (Guadalquivir) und das Kraftwerk Millares am …r (80 000 PS) hervorgehoben seien[18]).

Von neuen schweizerischen Werken seien …ihnt: Klosters Kublis[19]) bei Davos (85 000 PS) und …Grimsel-Talsperre mit 106 m Gefälle, 100 Mill. m³/s …sermenge, Vollausbau auf 250 000 PS — kühn im Bau … in seiner Wirtschaft. In Tirol ist das Gampadel-…k an der Ill fertiggestellt und das Vermunt-Werk in …rlberg für 700 m Gefälle, 90 000 kW, mit 50 m hoher …perre, zurzeit im Bau[20]). Bedeutende Planungen sind … im Gange, u. a. von der AEG in Verbindung mit … Landesregierung des Landes Salzburg: ein Kraft-… in den Hohen Tauern mit Talsperren, das 6,6 Mil-…en kWh im Jahr liefern soll. Das Absatzgebiet dieser …serreichischen Werke wird überwiegend in …tschland liegen.

Italien und die skandinavischen Länder ent-…eln eine lebhafte Tätigkeit auf dem Gebiet der …serwirtschaft: In Italien sind aus der letzten Zeit …rwähnen die Werke Liro Inferio (100 000 kW), Po-… am Gardasee (Jahresleistung bis 250 Millionen …), ferner am Reno in Mittel- und im Silagebiet in …talien. Landeskulturarbeiten sind am Po und Tessin …ange[21]).

Das Wasserkraftwerk Wolchowstroi bei Leningrad …ußland (80 000 PS) konnte 1927 zum Teil in Be-… genommen werden[22]). Der Bau des Kraftwerkes …Dnjepr, das als das größte Europas bezeichnet wird, … fortgesetzt. Als ein bedeutsamer Plan ist die …alverbindung zwischen Wolga und Don der Öffent-…keit bekanntgegeben. Dieser für Schiffahrt und …serkraftgewinnung vorgesehene Kanal wird den …ischen See an die große Weltstraße anschließen.

Auch in Amerika ist man im Talsperrenbau be-…t, die Bogenform im vermehrten Umfange zu ver-wenden[23]). Von der großen Fülle der Neuschöpfungen sei nur weniges erwähnt. Die Pumpenspeicherung für Spitzenstromerzeugung gewinnt auch dort größere Bedeutung. Von der Versuchstalsperre liegen einige weitere Ergebnisse vor[24]). Es ist erfreulich, daß auch deutsche Unternehmungen in Amerika ein Feld der Betätigung finden. So ist im Jahre 1928 das von der AEG errichtete Kraftwerk Electriona der Compania Nacional Hydro-Electrica (Costa Rica) mit fast 80 m Gefälle in Betrieb gekommen. [B 3084] *E. Mattern*

[14]) VDI-Nachrichten 1928 Nr. 4, Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 49 (1928) … S. 163. Eine ausführliche Veröffentlichung über das Zuiderseewerk …int demnächst auch in dieser Zeitschrift.
[15]) Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 49 (1928) Nr. 15 S. 243.
[16]) „Deutsche Wasserwirtschaft" Bd. 23 (1928) S. 188.
[17]) Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 49 (1929) Nr. 3 S. 42.
[18]) „Wasserkraft und Wasserwirtschaft" Bd. 23 (1928) S. 307.
[19]) Schweiz. Bauz. Bd. 92 (1928) S. 275.
[20]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 24 S. 827.
[21]) „Deutsche Wasserwirtschaft" Bd. 23 (1928) S. 178, „Bautechnik" … (1928) S. 623 und Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 46 (1926) S. 52.
[22]) ETZ Bd. 49 (1928) S. 1144.
[23]) Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 49 (1929) Nr. 3 S. 43 u. Nr. 8 S. 119.
[24]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 14 S. 474.

Verkehrswesen

Eisenbahnwesen — Bau und Betrieb

Allgemeine Lage

Das Jahr 1928 war für den Bau und Betrieb der Eisenbahnen Deutschlands ein Jahr der ruhigen Fortentwicklung: Theoretisch wurde fleißig weitergearbeitet, namentlich auf den Gebieten des Oberbaues und der Brücken, der Sicherungsanlagen und der Bahnhöfe, ferner der Betriebs- und Verkehrsabwicklung und der Wirtschaftsführung. Praktisch konnte aber leider nicht das geleistet werden, was notwendig gewesen wäre, da es hierzu an Geld fehlte. Die Folgen der Belastung der Reichsbahn mit politischen Ausgaben zeigen sich immer stärker. Hierzu kommt der Wettbewerb der anderen Verkehrsmittel, die überdies unmittelbar und mittelbar Zuschüsse der öffentlichen Hand erhalten. Wettbewerb ist notwendig, aber auf gleicher Grundlage, und vorhandenes Lebensfähiges muß erhalten werden (wobei hauptsächlich an die Binnenschiffahrt zu denken ist). Zuschüsse sind nur für den Luftverkehr zulässig und diesem müssen sie gewährt werden.

Unter- und Oberbau

Die baulichen Anlagen der Reichsbahn konnten wegen Mangel an Mitteln leider nicht so erhalten und erneuert werden, wie es im wirtschaftlichen Interesse notwendig gewesen wäre; im allgemeinen mußte man sich auf die Erhaltung der Betriebsicherheit beschränken. Beim Oberbau konnten leider nur 3100 km durchgehender Hauptgleise vollständig erneuert werden. Das entspricht aber nur dem normalen Umfang; es sind also keine Rückstände aus dem Krieg aufgearbeitet worden. Für die Strecken der FD-Züge ist mit der Einführung der 30 m-Schiene und dem Schweißen der Stöße begonnen worden. Mit der Erneuerung der Weichen wurde etwas zurückgehalten, weil die neuen Reichsbahnweichen noch nicht in genügender Zahl zur Verfügung standen.

Auch bei den Brücken mußte mit der Erneuerung leider stark zurückgehalten werden; kleine eiserne Brücken wurden vielfach durch Walzträgerdecken ersetzt; der Rostschutz wurde verbessert, dem hochwertigen

Baustahl wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Bei Steinbrücken und den Widerlagern wurde von Spritzbeton und Ausspritzungen Gebrauch gemacht. Der Umbau der drei Rheinbrücken bei Ludwigshafen, Speyer und Germersheim wurde vorbereitet.

Neubauten

Größere Neubauten konnten infolge des Kapitalmangels kaum in Angriff genommen werden; der Ausbau der Rhein-Ruhr-Bahnen hat nur an den dringlichsten Stellen begonnen. Die schon im Gang befindlichen Strecken- und Bahnhofbauten hat man, soweit die Mittel es gestatteten, weitergeführt; die wichtigsten neu eröffneten Strecken sind: Mikultschütz – Bryunek (Oberschlesische Grenzbahn), Verden – Rothenburg, ferner Preußen – Münster (Fortsetzung der Strecke Dortmund – Preußen bis nach Münster), und Klosterreichenbach – Raumünzach. Dazu ist hier die vollständige Durchführung des elektrischen Betriebes der Berliner Stadt- und Ringbahn zu erwähnen.

Sicherungsanlagen

Die Signal- und Sicherungseinrichtungen wurden verbessert und ergänzt; auf den Bahnhöfen, die noch keine Stellwerke für Weichen und Signale haben, wurden die Umbauten begonnen. Auf der Berliner Stadtbahn wurde ein neues selbsttätiges Signalsystem eingeführt, und zwar mit Licht-Taglichtsignalen[1]). Die Versuche mit den Fahrsperren zur Verhütung des Überfahrens von Haltesignalen wurden fortgesetzt. Selbsttätige Stellwerke, die den Verschiebedienst wesentlich beschleunigen, wurden mehrfach hergestellt. Überwege in Schienenhöhe wurden mit den neuerdings vorgeschriebenen Warnkreuzen ausgerüstet.

Insgesamt ein Jahr tüchtigster Arbeit, die aber überall infolge der Geldknappheit gelähmt wurde! Wann wird man endlich — zum Segen des deutschen Volkes! — der Deutschen Reichsbahn die drückenden „politischen Lasten" abnehmen? [B 3130] *Blum*

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 894.

Eisenbahnfahrzeuge

Die Lage der deutschen Lokomotivindustrie ist im Laufe der Jahre immer schwieriger geworden. Der Lokomotivbedarf aller Staaten der ganzen Welt ist wesentlich kleiner als die Leistungsfähigkeit der Bauanstalten. So sind in den Vereinigten Staaten von Amerika in einem seit Jahrzehnten nicht erreichten Tiefstand 1928 nur 603 Lokomotiven bestellt worden. Unsrer Industrie fehlt es deshalb an Auslandaufträgen zum Ausgleich für die fehlenden Bestellungen der Deutschen Reichsbahn. Diese selbst hat mehr Güterzuglokomotiven als nötig und verbraucht die geringen verfügbaren Mittel zur Verstärkung des Oberbaues und der Brücken.

Neue Dampflokomotiven des In- und Auslands

Die neuen Baumuster der Reichsbahn sind nur in geringer Zahl erschienen. Es sind das die 2 C 2-Tenderlokomotive Reihe 62[1]), die drei- und vierachsigen Verschiebelokomotiven Reihe 80 und 81 und die 1 D 1-Tenderlokomotive Reihe 86. Mit den früheren Reihen 01, 02, 43, 44, 87 hat die Reichsbahn zehn vereinheitlichte Lokomotivgattungen, die in einer Weise aus festgelegten Konstruktionsteilen aufgebaut sind, wie es früher noch niemals geschehen ist.

Von großen Dampflokomotiven des Auslandes sind ferner neu und bemerkenswert: eine 2 D 2-Tenderlokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn für den Vorortverkehr von Paris und Nizza, eine 2 D 2-Personenzuglokomotive der New York-Central-Bahn, bei der Nord-Pacific-Bahn eine 1 D + D 2-Vierlings-Malletlokomotive von 323 t Dienstgewicht und auf der Südafrikanischen Staatsbahn auf 1067 Spur eine 2 D 1 + 1 D 2-Garrattlokomotive und 2 D 1-Drillingslokomotive. Die London-Midland-Schottland-Bahn hat in dem Ehrgeiz, von London bis Edinburg (640 km) ohne Aufenthalt zu fahren, einige Tender mit Durchgang für die während der Fahrt abzulösende Mannschaft versehen.

Die Turbolokomotive von Maffei steht auf bayrischen Strecken im regelmäßigen Dienst. Nydquist & Holm haben

[1]) s. Bildbl. 8.

eine Ljungström-Turbolokomotive nach Argentinie
liefert. Die Maschinenfabrik Winterthur hat eine
Hochdruck-Kolbenlokomotive von 60 at ohne Konden
herausgebracht.

Diesel- und elektrische Lokomotiven

Die bisher stärkste Diesellokomotive aus zwe
heiten, Achsanordnung 2 D 1, von je 1330 PS hat d
nadische Landesbahn in Dienst gestellt. Die Kraft
wie fast in ganz Amerika, elektrisch übertragen, w
aber nicht geschlossen werden darf, daß damit di
gültig beste Form gefunden ist.

Im Bau von Elektromotiven hat die Deutsche R
bahn gegenüber dem Vorjahre keine neueren Ba
herausgebracht[2]). Bemerkenswert ist die große 1 Co +
Güterzuglokomotive Reihe 201 der Lötschbergbahn,
sechs Treibachsen je von einem waagerecht angeor
Zwillingsmotor angetrieben werden. Ihre Gesamtstu
leistung beträgt rd. 4500 PS. [B 3011] *F. Mei*

[2]) Ausführlich über den Stand der elektrischen Zugförder
In- und Ausland berichtet Heft 20 dieser Zeitschrift vom 18. M
das als Fachheft elektrische Bahnen erschienen ist.

Kraftfahrzeuge

Wirtschaftslage

Für die deutsche Automobilindustrie war das
1928 im ganzen wenig ersprießlich, wie man an de
schäftlichen Niedergang der großen deutschen Fab
erkennt. Die zweifellos vorhandenen technischen
schritte haben eben die Einbußen nicht wettmachen
nen, die der Absatz durch den Wettbewerb des A
des auf dem Weltmarkt und namentlich auch im I
erlitten hat und noch weiter erleidet. Das gilt
streng genommen, nur für Personenkraftwagen,
der Bau und die Verwendung von schweren Last
wagen, Omnibussen und namentlich Motorfahrräder
heute in Deutschland noch nicht so großen Umfang er
daß diese Zweige das wirtschaftliche Ergehen de
samten deutschen Automobilindustrie entscheidend b
flussen könnten. Mit der Überlegenheit der ameri
schen Personenkraftwagen infolge der vorteilha
Erzeugungsbedingungen amerikanischer Fabriken
man bei uns auch fernerhin zu rechnen haben. D
Erkenntnis ist es wohl in erster Linie zuzuschreiben
sich die Firma Opel entschlossen hat, ihr Unterne
an die General Motors Corp. zu verkaufen[1]). Eine
serung der Lage der deutschen Automobilindustri
daher nur zu erwarten, wenn es gelingt, die noch de
gebliebenen Unternehmungen unter einheitliche Le
mit beschränktem Programm der Großerzeugung zu
gen oder unter Abbau der Erzeugung von Personenk
wagen die noch lebensfähigen übrigen Zweige au
Mehrfaches ihres heutigen Umfanges zu entwickeln.

Ausstellungen

Daß die unbefriedigende Lage der deutschen K
wagenindustrie in der Tat nur durch wirtschaftliche
nicht durch technische Ursachen bedingt ist, konnte
am besten gelegentlich der Internationalen A
mobilausstellung Berlin 1928 erkennen,
wohl das bemerkenswerteste Ereignis des Jahres
darstellt[2]). Diese Ausstellung bot eine treffliche Gel
heit, deutsche Erzeugnisse der Automobilindustrie
zahlreich vorhandenen ausländischen zu vergleichen.
lieferte den Beweis dafür, daß die deutschen Kons
tionen von Personenwagen hinsichtlich der technis
Anforderungen, die an sie gestellt werden, den Verg
mit entsprechenden Konstruktionen des Auslandes d
aus aufnehmen können. Darüber hinaus haben sich
den Gebieten der Lastkraftwagen, Omnibusse und K
fahrräder deutsche Konstruktionen solchen des Au
des, soweit sie vertreten waren, sogar als überlege
wiesen. Die internationalen Ausstellungen im Ausla
bei denen einzelne deutsche Firmen vertreten w
haben, wie Berichte auch in ausländischen Fach
schriften zeigten, dieses Urteil voll bestätigt.

[1]) VDI-Nachrichten Nr. 12 vom 20. März 1929.
[2]) VDI-Nachrichten Nr. 45 vom 7. November 1928.

onenkraftwagen

Als wichtigste Neuerung des Jahres 1928 ergibt sich der Übergang vieler Fabriken, darunter auch der ler-Benz-A.-G., zum Bau von Achtzylinder-oren für Leistungen, bei denen man sich vordem mit Sechszylindermotoren begnügt hatte. Diesem en nach Vermehrung der Zylinder entspricht das ringen des Sechszylindermotors in das Gebiet bis zu 2 l Gesamthubraum, das bislang vom Vierzylinder-r ausschließlich beherrscht wurde. Diese Entwick-, mit der die Horchwerke schon im Jahre 1927 be-ren hatten, ist durch ähnliche Fortschritte des Aus-es bedingt und bedeutet ohne Zweifel eine Verbesse-n der Fahrzeuge infolge des ruhigeren Laufens und gleichförmigeren Drehmoments der Motoren mit rer Zylinderzahl. Vielleicht ist aber gerade dieses en, es in bezug auf technische Vollkommenheit des onenwagens dem Auslande gleichzutun mit seinem ellen Wechsel der Bauarten und den hohen Kosten Versuche der Grund für die geschäftliche Bedrückung deutschen Kraftwagenindustrie. Das gleiche könnte sagen mit Bezug auf die Ausrüstung der Motoren Zubehör, wie Öl- und Luftreiniger, Temperatur-er usw., die zwar sehr zweckmäßig sind, aber die se steigern, also nicht absatzfördernd wirken.

Zur langumstrittenen Frage der Leichtmetall-ben hat kürzlich eine Schrift von *G. Becker*[3]) einen rag gebracht, worin auf Grund von Messungen über Einfluß der Wärmeausdehnung auf das Kolbenspiel chtet und festgestellt wird, daß nur Leichtmetall-len mit Einlagen aus hochhaltigem Nickelstahl son-Invar-Kolben) die Bedingung erfüllen, daß das auspiel von 0,05 mm bei allen Belastungen des Mo-r gleich bleibt. Allerdings erstrecken sich die Mes-ren nur auf wenige Bauarten von Kolben aus Guß-n und Leichtmetall. Ihr größter Wert liegt somit er Angabe eines verläßlichen Meßverfahrens und in Anregung, die Untersuchungen auch auf andre enarten auszudehnen.

Beachtung verdient der Fortschritt, den die kleinen, ellaufenden Zweitaktmotoren ihrer Verbindung mit legebläsen verdanken. Nach den Ergebnissen, bis jetzt die Anwendung des Zweitaktmotors bei dem nkraftwagen der Zschopauer Motorenwerke geliefert t scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, auf em Wege zu einem verhältnismäßig leistungsfähigen billig herstellbaren Motor zu gelangen, dessen nsdauer auch mittleren Ansprüchen genügen könnte.

were Kraftwagen

Der Verkehr mit Kraftomnibussen auf Landstraßen heute einen so großen Umfang erlangt, daß dieser tbewerb den Eisenbahnen fühlbar wird. Dieser Fort-itt des Kraftverkehrs ist neben der Verbesserung der dstraßen in hohem Maß auch der Verbesserung der zeuge zu verdanken, unter denen die Anwendung Luftreifen und der Bau der Wagenkasten aus Stahl die wichtigsten sind. Diese Merkmale insbesondere n es möglich gemacht, die Geschwindigkeiten auf r Strecke ohne Beschwernis für die Insassen und Gefahr für die Lebensdauer der Fahrzeuge erheb-zu steigern. Im Zusammenhang hiermit hat sich die sonstige Bauart des Fahrgestells erheblich der Personenkraftwagen genähert.

Nach den vorliegenden Erfahrungen beschränkt sich Verwendbarkeit geeigneter Kraftomnibusse durchaus t auf kurze Strecken, die den Verkehr den Halte-ten der Eisenbahnen zuleiten. Vielmehr steigt die der Linien, die 100 km und mehr Länge haben und vorhandener guter Eisenbahnverbindungen mit Ge-n betrieben werden.

Dieses Ergebnis kann man nicht ausschließlich durch Vorliebe der Fahrgäste für das neuartige Fahrzeug lären; es liefert vielmehr den Beweis dafür, daß der ftomnibus auch im Fernverkehr gegenüber der enbahn Vorteile bieten kann. Aus dieser Erkenntnis folgt aber die zwingende Notwendigkeit, dem Kraftomnibus im Rahmen derjenigen Verkehrsaufgaben den gebührenden Platz einzuräumen, die bis jetzt ausschließlich den Eisenbahnen vorbehalten waren. Dies kann geschehen, ohne den Ertrag der vorhandenen Eisenbahnen zu schmälern; denn es ist lange bekannt, daß die Beförderung von Personen für die Eisenbahnen bei weitem nicht so gewinnbringend ist, wie die Beförderung von Gütern.

Von den baulichen Neuerungen des vergangenen Jahres auf diesem Gebiet verdient das Wiederaufleben der Versuche in der Anwendung des Vorderachsantriebes[4]) hervorgehoben zu werden. Diese Versuche verdanken ihr Entstehen hauptsächlich dem Wunsch, das Fahrgestell von Teilen des Antriebes möglichst frei zu machen, tief durchgekröpfte, feste Hinterachsen verwenden und dementsprechend tiefgebaute Wagenkasten aufsetzen zu können. Dies erhöht die Bequemlichkeit der Fahrgäste beim Ein- und Aussteigen und verbessert die Kippsicherheit bei hohen Geschwindigkeiten. Auch bei Lastkraftwagen und namentlich bei allerhand Nutzfahrzeugen kann es Vorteile bieten.

Weitere Fortschritte baulicher Art sind der Einführung von Schneckengetrieben[5]) bei Dreiachsfahrzeugen zu verdanken, die sich allmählich auch in Deutschland zu bewähren scheinen. Verbesserte Abfederung verspricht ferner die Verwendung von Schwingachsen bei solchen Fahrzeugen, die auch schon mehrfach versucht worden ist.

In der Erwägung, daß das Gewicht eines Kraftwagens in noch viel höherem Maße als bei Schienenfahrzeugen die Fahreigenschaften verschlechtert, kann man den Schluß ziehen, daß das Ziel der baulichen Entwicklung der Kraftomnibusse die organische Verbindung des Fahrgestells mit dem Wagenkasten sein dürfte, derart, daß der aus Stahl hergestellte Wagenkasten die Stelle des Rahmens der üblichen Fahrzeuge übernimmt und alle Teile des Antriebes unmittelbar am Wagenkasten angebracht werden. Von solchen Bauarten, die man in Amerika bereits versucht hat, kann man eine erhebliche Ersparnis an Fahrzeuggewicht, berechnet auf den Sitzplatz, erwarten.

Auf der andern Seite deuten die Erfahrungen des Auslandes darauf hin, daß sich das Schwergewicht der Erzeugung von Lastkraftwagen immer mehr nach der Seite der schnellfahrenden Lieferwagen für 1,5 bis 2,5 t Nutzlast hin verschieben dürfte, deren Fahrgestelle fast vollständig aus Teilen von Personenwagen zusammengestellt werden können. Das erklärt sich daraus, daß die Voraussetzungen für die Ausnutzung eines kleineren Lieferwagens viel häufiger eintreten als Betriebsverhältnisse, die Lastkraftwagen von 4 bis 6 t Nutzlast wirtschaftlich zu verwenden gestatten. [B 3154]

A. Heller

[4]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 3 S. 85.
[5]) Z. Bd. 72 (1928) S. 527.

Schiff- und Schiffsmaschinenbau

Schiffbau

In der Formgebung des Schiffskörpers sind im vergangenen Jahre keine Neuerungen zu verzeichnen gewesen, abgesehen von der Ausführung des bulbförmigen Vorstevens der beiden für den Norddeutschen Lloyd im Bau befindlichen Schnelldampfer „Bremen“ und „Europa“. Durch Versuche in der Schlepprinne ist festgestellt worden, daß der Widerstand des Schiffes durch diese Bulbform nicht verringert wird, dagegen dürfte das Vorschiff bei schwerem Wetter auf dem Nordatlantik und bei der großen Durchschnittsgeschwindigkeit, mit der das Schiff fahren soll, weniger tief eintauchen. Die Ergebnisse der ersten Schiffe mit der *Maier*-Form dürften in Kürze vorliegen.

Schiffsmaschinenbau

Auch auf diesem Gebiete sind im vergangenen Jahre keine grundlegenden Neuerungen zu verzeichnen gewesen. Bei Dampfanlagen geht man allgemein zu höheren Drücken über, so hat z. B. der kürzlich in

[3]) Leichtmetallkolben. Berlin 1929. M. Krayn. 48 S. m. 26 Abb. Pr.

Dienst gestellte Dampfer der Holland-Amerika-Linie „Statendam“ Babcock- und Wilcox-Kessel mit 28 at Betriebsdruck erhalten. Ebenso werden die vier Schiffe der Albert-Ballin-Klasse der Hamburg-Amerika-Linie bei ihrem Umbau mit Wasserrohrkesseln mit engen Rohren und oberen und unteren Trommeln für 28 at Betriebsdruck ausgerüstet. Die Speisewasservorwärmung treibt man stufenweise durch Abdampf der Hilfsmaschinen und Anzapfdampf von den Hauptmaschinen bis zur Höhe der Kesselwassertemperatur. Die Luftvorwärmung durch Abgase hat durch Verwendung der neuen Plattenluftvorwärmer eine erhebliche Steigerung erfahren. In Verbindung mit diesen werden im Schornstein Saugzuggebläse, durch Turbinen oder elektrisch angetrieben, angeordnet. Die früher allein üblich gewesenen Gebläsemaschinen dienen jetzt nur dazu, die Luft durch die Plattenvorwärmer bis in die Feuerung zu bringen, so daß über dem Rost, bei Ölfeuerung in der Feuerung, ein schwacher Unterdruck herrscht.

Für die Verbrennung von Kohlen hat die mechanische Feuerung, Bauart Deutsche Werft-*Axer*, nicht den gehegten Erwartungen entsprochen. Nach den vorliegenden Erfahrungen ist diese Art Feuerung nur bei kleinen Schiffen angebracht, die Kessel mit zwei Flammrohren haben, die sämtlich in einer Reihe liegen. Bei solchen Kesselanlagen wird diese Feuerung noch vorteilhaft verwendet werden können, und es werden auch Heizer zu sparen sein. Auf holländischen Schiffen wurden Unterschubroste (underfeed stokers) eingebaut, doch sind diese nur dort verwendbar, wo immer dieselbe, für diese Art Feuerungseinrichtung besonders geeignete Kohlensorte an Bord genommen werden kann. Der Raupenrost wird gegenwärtig auf einem Schiff des Norddeutschen Lloyd versuchsweise eingebaut. Weitere Versuche an Bord dürften demnächst folgen.

Die Kohlenstaubfeuerung ist im vergangenen Jahr auch auf zwei englischen Schiffen eingebaut worden, und es scheint, als ob das System *Buel-Howden* auf D. „Hororata“ sich bisher am besten bewährt hat. Auf diesem Schiff sind zwei Kesselräume vorhanden, die mit je drei Kesseln mit insgesamt zwölf Feuern ausgerüstet sind; hiervon sind zunächst die Kessel des einen Raumes mit Kohlenstaubfeuerung versehen worden. Die Berichte über den Betrieb mit dieser Feuerung lauten so gut, daß in Aussicht genommen worden ist, auch den zweiten Kesselraum mit Kohlenstaubfeuerung zu versehen. Es soll auch auf einem Schiff des Norddeutschen Lloyd ein Kessel versuchsweise für Kohlenstaubfeuerung, System AEG - Clarke, Chapman & Co., eingerichtet werden, um weitere Erfahrungen mit dieser zu sammeln; ebenso plant die Hamburg-Amerika-Linie den Einbau einer Versuchsanlage auf einem größeren Dampfer.

Im übrigen werden die Versuche zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei Dampfanlagen fortgesetzt. Brown, Boveri & Cie. haben eine neue Anordnung von Abdampfturbinen, die zusätzlich zu Kolbenmaschinen verwendet werden können, herausgebracht; ebenso beschäftigen sich die Howaldtswerke, Kiel, mit dieser Frage. In Schweden und neuerdings auch in Deutschland wird zu dem genannten Zweck ein Verfahren angewendet, das als „Simplex“-Hochleistungsverfahren bezeichnet wird. Dieses wird bei den vorhandenen Anlagen mit schlechtem Wirkungsgrad benutzt und besteht in der Hauptsache darin, daß in die Zylinderkessel Bleche eingebaut werden, die einen zwangläufigen Wasserumlauf und eine bessere Wärmeübertragung ermöglichen. Die Dampfverbraucher erhalten meistens einen neuen Hochdruckzylinder mit Ventilsteuerung, dem ziemlich am Hubende Anzapfdampf zur Vorwärmung des Speisewassers entnommen wird. Es sollen mit diesem an sich einfachen und für den Einbau wenig Kosten verursachenden Verfahren Brennstoffersparnisse bis zu 20 vH erzielt worden sein.

Im vergangenen Jahre sind die ersten großen doppeltwirkenden Schiffsdieselmotoren mit kompressorloser Einspritzung in Dienst gekommen, die bereits im Jahre vorher bei der AEG ausgearbeitet waren[1]). Ganz neuerdings ist man auch dazu übergegangen, schnellaufende Dieseldynamo 1000 U/min versuchsweise an Bord einzubauen.

Im Hilfsmaschinenbetrieb bürgert auch bei Dampfschiffen der elektrische Antrieb mehr ein, und man geht neuerdings hierbei so wei im Hafen die Kesselanlage gänzlich abgestellt un gesamte Hilfsmaschinen- und Schiffsbetrieb, gespeis Dieseldynamos, elektrisch betrieben wird. [B 28
G

[1]) s. Z. Bd. 72 (1928) S. 1693.

Luftfahrt

Politische Einflüsse

Das Jahr 1928 brachte keine politischen Ereig die die deutsche Luftfahrt nachhaltig beeinflußt Wirtschaftspolitisch sind die 19te Tagung der Interna Air Traffic Association (IATA) in Warschau und Berlin abgehaltene 26. Internationale Luftfahrt-Kon erwähnenswert. Auf der ersteren stand der zwische Deutschen Reichsbahn und der Deutschen Luft-Hansa schlossene Vertrag über den vereinigten Flug-Eisen Verkehr im Mittelpunkt der Beachtung. Die zweite anstaltung befaßte sich mit Fragen des praktischen verkehrs, des Funk- und Wetterdienstes.

Kurz nach dem Todessturz des französischen Ha ministers, dem auch die Luftfahrt unterstand, Frankreich im September ein selbständiges Luftm rium und folgte damit dem Beispiel Englands und It

Luftfahrzeugbau

Die Entwicklung des deutschen Verkehrsflugzeu war durch weitere Steigerung der Flugleistungen un Bequemlichkeit der Fluggastunterbringung gekennzei Das Flugzeug BFW-M 20 der Bayerischen Flugzeugw A.-G., Augsburg, mit 500/750 PS Antriebleistung 4,5 t Fluggewicht sowie das Flugboot Romar der Roh Metallflugzeugbau-G. m. b. H., Berlin, mit 1500/2 Antriebleistung und 19 t Fluggewicht wurden in gestellt[1]).

Das Junkers-Flugzeugwerk, A.-G., Dessau, feie Frühjahr die Vollendung seines 1000sten Flugzeuge im Bau befindliche Baumuster J 38 des gleichen W das mit 2500 PS Antriebleistung, auf vier Motoren v und bei voraussichtlich 18 t Fluggewicht 30 Flu über weite Strecken befördern soll, wird im Lau Jahres 1929 fertiggestellt.

Bei der Dornier-Metallbauten-G. m. b. H., Fried hafen, wurde der Bau des mit etwa 5500 PS Antr stung, auf 12 Motoren verteilt, und etwa 50 t Flugg zur Zeit größten Flugbootes der Welt weitergeführt Fertigstellung ist ebenfalls in diesem Jahre zu erw

An der 11. Internationalen Luftfahrt-Ausstellung in nahm die deutsche Luftfahrt-Industrie zum ersten M dem Kriege teil[2]). Dieser Ausstellung folgte im O in Berlin die Internationale Luftfahrt-Ausstellung Hier legte der deutsche Flugzeugbau Zeugnis seines nens ab. Das Ausland hatte die Ila gut beschickt. Laien und Fachleute bot die Ausstellung viel Wissen tes, zumal der deutsche Metallflugzeugbau vorbildlich wicklungsdarstellungen für seine Erzeugnisse ge hatte. Sorgfältiges Eindringen in die technischen gaben des Flugzeug- und Motorenbaus führte zu de kenntnis, daß das reiche Ausland mit seinen großen mitteln nach vielen Richtungen Deutschland vora Diejenigen, die es angeht, werden hieraus ihre Folger zu ziehen haben.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika die Entwicklung der Luftfahrzeug-Industrie eine w ungeahnte Vervielfachung.

Luftschiffahrt

Das im Spätsommer fertiggestellte Luftschiff L „Graf Zeppelin“, bestand bei seiner ersten Amerika vom 11. bis 15. Oktober 1928 in stürmischem Wetter eine

[1]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 18 S. 597. [2]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1409.

tungsprobe. Die Rückfahrt ging zum Teil unter ch ungünstigen Bedingungen vonstatten.

n England nähert sich der Bau der beiden großen luftschiffe R 100 und R 101 seinem Abschluß. Die Schiffe erhalten einen etwa 1½mal größeren Gas- als das Luftschiff LZ 127. Die ersten Fahrten sind ie Mitte des Jahres 1929 zu erwarten.

urch einen Fehler in der Schiffsführung strandete rühjahr bei Spitzbergen das italienische halbstarre ifchiff „Italia". Mehrere Mitglieder der Besatzung sowie r Bergungsmannschaften (Amundsen) verloren bei dem ungswerk ihr Leben. Flugzeuge deutscher Bauart be- ligen sich erfolgreich am Rettungswerk.

orenbau

em Junkers-Motorenbau, G. m. b. H., Dessau, gelang den die Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit s Luftverkehrs steigernden Schwerölflugmotor nach hlanger Arbeit zur Vornahme von Flugversuchen zu machen. Die ersten Flüge wurden zu nn des Jahres 1929 durchgeführt. Erfolge in dieser ung hatte auch die Packard Co., eine der größten orenfabriken der Vereinigten Staaten von Amerika, t Mitarbeit des deutschen Flugzeugbauers Dipl.-Ing. *ner.*

er Bau starker luftgekühlter Motoren wurde sowohl n Siemens & Halske, A.-G., Flugmotorenwerk Span- u nach bewährtem französischen Muster, als auch von n Bayerischen Motoren-Werken, A.-G., München, nach reichen amerikanischen Motorenmustern aufgenom- Diese Schritte sind zu begrüßen, da es in den Zeiten s Darniederliegens der deutschen Luftfahrt unmöglich diese bereits bewährte Richtung der Motorenentwick- n zu verfolgen.

tverkehr

ie Ergebnisse des deutschen Luftverkehrs erfuhren n weitere Steigerung. Bei einer Jahresleistung von über ill. km wurden im ganzen über 110 000 Fluggäste, 0t Güter und 485 t Post befördert.

ls Vorarbeiten zu weitspannenden Luftverkehrs- ken wurden zahlreiche Weitflüge durchgeführt. Den e Männern *Köhl, Fitzmaurice* und *v. Hünefeld* gelang lem Junkers-Flugzeug W 33 mit einem 280 PS leisten- n Junkers-Motor am 12. und 13. April 1928 die erste Ost- e-Überquerung des Atlantischen Ozeans[3]). Planmäßige ische Vorbereitung verhalf diesem Wagnis unter s aussichtslosen Witterungsbedingungen zum Erfolg. gleichen Zeit beendeten die französischen Flieger *es* und *Le Brix* ihren gegen Ende des Jahres 1927 be- enen Flug um die Welt. In 348 Flugstunden und eilstrecken hatten sie 58 410 km zurückgelegt.

Wenige Tage nach Durchführung des deutschen Ost- e-Fluges überquerten die Amerikaner *Wilkins* und *son* von Alaska kommend den Nordpool und landeten pitzbergen. Ferner konnten Amerika und Australien eich die erste Überquerung des Stillen Ozeans für sich nspruch nehmen. Die Australier *Kingsford-Smith* und und die Amerikaner *Lyon* und *Warner* legten in einem motorigen Fokker-Flugzeug die 12 350 km betragende fernung zwischen Nordamerika und Australien in drei itrecken innerhalb einer Woche zurück.

Eine Höchstleistung im Weitflug vollbrachten die Ita- r *Ferrarin* und *del Prete*, die 7666 km in ununterbro- em Fluge von Rom nach Brasilien zurücklegten. Der zuvor von ihnen aufgestellte Rekord im Dauerflug e Nutzlast) von 58 h 37 min konnte mit 65 h 25 min er an Deutschland gebracht werden.

Die für den Weitstrecken-Luftverkehr wichtige Betrieb- übernahme in der Luft wurde besonders in den Ver- ten Staaten von Amerika weiter entwickelt. In Europa le Belgien auf diesem Gebiet eine Welthöchstleistung h einen Flug von über 60 h auf.

Der Italiener *De Bernardi* konnte seine im Jahre 1927 estellte Geschwindigkeitshöchstleistung auf 512 km/h ssern.

³) Z. Bd. 72 (1928) S. 575 und 1435.

Segelflug

Im Rhön-Segelflug-Wettbewerb des Jahres 1928 wurde erneut gezeigt, wie außer dem durch Bodenerhebungen be- dingten Aufwind die durch thermische Einflüsse hervor- gerufenen Luftströmungen überlegt ausgenutzt werden können[4]). *Nehring* trieb die Welthöchstleistung im Strecken- flug auf 72 km, *Dittmar* erhob sich 775 m über die Ab- flugstelle. [B 3120] *Hoff*

⁴) Z. Bd. 72 (1928) S. 1879.

Elektrisches Nachrichtenwesen

Fernsprech- und Telegraphenwesen

Die Umwandlung der Handfernsprechämter in voll- selbständige Fernsprechämter, namentlich in Berlin, ist wesentlich fortgeschritten. Am 10. August 1928 wurde der Fernsprechverkehr Deutschland – Spanien eröffnet. Im September 1928 tagte in Brüssel die Welttelegraphen- konferenz, die sich u. a. mit der Vereinheitlichung des Telegraphenschlüssels befaßte[1]), der seither die Worte mit je 10 und 5 Buchstaben umfaßte. Es wurde eine Teilrege- lung erzielt, indem man sich vorläufig auf zwei Klassen einigte, eine Klasse A, die 10-Buchstaben-Wörter mit voller Normalgebühr, und eine Klasse B, die 5-Buchstaben-Wörter mit zwei Drittel der Normalgebühr umfaßt. Am 1. Januar 1929 trat in Deutschland das Gesetz über das Fern- meldewesen in Kraft, das der neuen Entwicklung Rech- nung trägt. Das Gesetz enthält vor allem verschärfte Bestimmungen über die Störung des Fernsprech-, Tele- graphen- und Funkbetriebes.

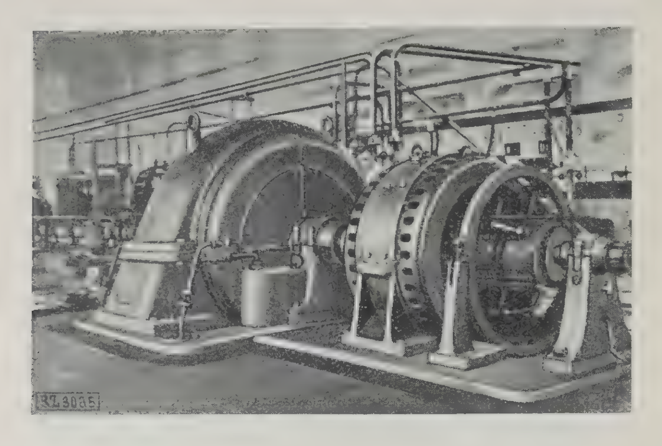
Die Bildtelegraphie wurde auf der Linie Berlin – Wien aufgenommen. Die Übernahme auf andere internationale Linien wurde vorbereitet[2]). In England ist der Kampf zwischen „Draht" und „Drahtlos" entbrannt und führte zur Bildung des Marconi-Kabeltrustes mit der Eastern Telegraph Co.[3]). Damit gehen die Staatskabel in Privat- besitz über, während die englische Regierung die Mar- coni-Strahlsender dem Trust auf 25 Jahre vermietet.

Funkwesen

Im November 1928 trat in Washington die internatio- nale Funk-Weltkonferenz zusammen, um die Funk- sender nunmehr endgültig abzuschaffen und eine inter- nationale Welleneinteilung vorzunehmen. Als besonders bemerkenswert ist zu verzeichnen, daß nunmehr auch den Kurzwellenliebhabern bestimmte Wellenlängen inter- national zugewiesen wurden. Der im Mai und Juni 1928 in Lausanne tagende Weltrundfunkverein nahm eine Reihe neuer europäischer Sendergesellschaften und eine afrikanische auf und teilte den Langwellen-Rundfunk- sendern neue Wellenlängen zu. Im April 1929 hielten 27 europäische und 3 außereuropäische Staaten, 8 Welt- telegraphengesellschaften, die Union International de Radiophonie und die Internationale Flugkommission in Prag eine Tagung ab, als deren wichtigstes Ergebnis auf dem Funkgebiet eine neue Wellenverteilung angenommen wurde, die den Abstand der Telephoniesender von 9000 Hertz beibehält, aber eine Einschränkung der Sender- zahl (Verweis auf Gleichwellenbetrieb!)[4]) vorsieht.

Auf dem Gebiet der Funkentelegraphie und -telephonie sind neue internationale Verkehrsver- bindungen, besonders in den Vereinigten Staaten von Amerika, aber auch in Europa mit dem Fernen Osten ge- schaffen worden. In fast allen Kulturstaaten wurden Kurzwellensender höchster Wellenkonstanz (Quarzkristall- und Frequenzwandleranlagen) mit bemer- kenswerten Leistungen (bis zu 20 kW mit wassergekühl- ten Röhren) für Telephonie und Telegraphie gebaut. Von Holland aus konnte einwandfreier Fernsprechbetrieb mit Java aufgenommen werden. Am 29. April 1928 wurde versuchsweise, am 21. Dezember öffentlich der drahtlose

¹) „Der Funker" Bd. 8 (1929) Nr. 3 S. 57.
²) *Dr. P. Arendt*, Bildtelegraphenbetrieb über Leitungen, Siemens & Halske, A.-G., — *A. Neuburger*, „Sendung" Bd. 6 (1929) Nr. 19 S. 299. — *Fr. Turzek*, Bildtelegraphie nach dem System Siemens-Karolus-Telefunken, Mittlg. aus d. Zentrallabor. Siemens & Halske.
³) „Der Funker" Bd. 8 (1929) Nr. 3 S. 58.
⁴) *Noack*, Radio-Woche, Wien, 6. Bd. (1928) S. 137.



650 kW-Hochfrequenzmaschine in Nagoya (Japan). Gebaut von Telefunken.

Telephonieverkehr Deutschland – Argentinien eingeführt. Der Strahlfunkverkehr, der von *Marconi*[5]) in England stark gefördert worden war, wurde auch in Deutschland eingeführt, u. zw. mit Paralleldrahtantennen, die mit 90° Phasenverschiebung arbeiten (z. B. in Nauen).

Auf dem Gebiet der Ultrakurzwellen gelang es *Esau*[6]), *Faßbender, Kohl*[7]) und amerikanischen Forschern mittels 3 m langen Wellen medizinische Heilerfolge und eine starke Bodenstrahlung zu erzielen, so daß vielleicht diesen Wellen eine große Bedeutung zukommt. *Faßbender*[8]) untersuchte die Eignung der Ultrakurzwellen für den Nachrichtenverkehr mit Flugzeugen.

Die Internationale Luftfahrtausstellung (Ila) zeigte die Entwicklung der funkentelegraphischen Nachrichtenübermittlung im Luftverkehr, wo der Kurzwellensender Eingang gefunden hat. In Deutschland wurde eine Zentralstelle für Flugsicherung geschaffen, die dem Verkehrsministerium unmittelbar unterstellt wurde und die u. a. die sehr wichtige Aufgabe hat, den gesamten Nachrichtenbetrieb im Luftverkehr zu leiten.

Im Schiffsfunk hat man sich u. a. mit der Durchbildung selbsttätiger Notrufempfänger[9]) befaßt.

Der Bildfunk als solcher hat noch nicht den Eingang gefunden, den man erwartet hatte. Das liegt nicht daran, daß die Bildfunkgeräte selbst noch nicht den nötigen Reifegrad erreicht haben, sondern daran, daß nur Kurzwellen zur Bildübermittlung in Betracht kommen und deren Betriebsverhältnisse noch nicht so geklärt sind, daß ein einwandfreier drahtloser Bilddienst möglich ist. Höchstens im Rundfunk war mit starken Sendern ein völlig befriedigendes Ergebnis zu erzielen. In Deutschland, Österreich, Frankreich, Polen, Italien, England und Dänemark wurde, z. T. noch versuchsweise, der Bildfunk eingeführt nach dem Fultograph-Verfahren.

Das Jahr 1928 hat das „Fernsehen" gebracht, wenn auch von einer Vollkommenheit noch keine Rede sein konnte. In Europa machten hauptsächlich drei Verfahren von sich reden: Das des Engländers *Baird*[10]), des Ungarn *v. Mihaly*[11]) und des Deutschen Prof. *Karolus* (Telefunken)[12]). Doch arbeitet man auch in Frankreich (*Bélin*[12a])) auf diesem Gebiet mit Erfolg.

Im Rundfunk hat die Rundfunkhörerzahl überall zugenommen, und zwar — soweit es sich feststellen ließ — in Deutschland um 37,5 vH; England um 8,5 vH, Schweden um 16,2 vH; Österreich um 11,6 vH; Dänemark um 34 vH; Tschechoslowakei um 6,8 vH; Ungarn um 102 vH; Polen um 60 vH; Finnland um 104 vH; Schweiz um 19 vH; Norwegen um 0 vH; Italien um 24 Lettland um 42,7 vH; Estland um 55 vH; Litaue 113 vH. Die Gesamthörerzahl ist in Europa um 21 von 5 897 000 auf 7 163 000, gestiegen. In den B ländern gewinnt der Rundfunk langsam an Ausdeh auch in den afrikanischen Ländern gewinnt er Ein

An technischen Neuerungen für den Rundf brachte das Jahr 1928 u. a. die End-Lautsprecher Wechselstrom- und Schirmgitterröhren, Neutrodyn fänger mit Einknopfbedienung, die man durch ape sche Vorröhren-Antennenkopplung erreichte; hochw elektromagnetische (Exponential- und Sektorpho men) und elektrostatische (Differential-) sowie el dynamische Lautsprecher, ferner die Abstrahlwan den Lautsprecherbetrieb zur Verhinderung des Zu schlagens der Tonwellen tiefer Frequenzen. [B 30

Noa

[5]) The Marconi Short Wave Beam System, Pamphlet Nr. 242, Marconi's Wireless Tel. Comp. Ltd. London.

[6]) *Noack*, Z. Bd. 72 (1928) S. 1645.

[7]) *Kohl*, ',Forschungen und Fortschritte,' Bd. 5 (1929) Nr. 13 S. 148.

[8]) *Eisner, Faßbender* und *Kurlbaum*, Z. f. Hochfrequenztechnik Bd. 31 (1928) S. 109 u. Bd. 31 S. 141.

[9]) *Noack*, „Forschungen u. Fortschr." 4. Jahrg. Nr. 34 (1928) S. 362.

[10]) Television, London: Bd. 1 (1928) Nr. 2 S. 19; Nr. 3 S. 34; Nr. 4 S. 9; Nr. 5 S. 5 u. 20; Nr. 6 S. 9 u. Nr. 7 S. 20.

[11]) *Schlesinger*, Funkschau 4. Märzheft 1929 S. 89 u. 90 u. *Noack*, Radio-Umschau (1929) Nr. 15 S. II.

[12]) *Neuburger*, Television-London Bd. 1 (1928) N. 8. — *Noack*, Deutscher Rundfunk in der Tschechoslowakei Bd. 4 (1929) Nr. 20 S. 2.

[12a]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1555.

[13]) *Noack*, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 3 S. 95.

Gesundheitsingenieurwesen

Kommunale Technik

Die ausschlaggebende Bedeutung des Gesund ingenieurwesens für die Gestaltung des öffentliche bens hat sich im Bewußtsein der Allgemeinheit in erfreulichem Maße durchgesetzt und unter ande den großen Fachausstellungen „Die technische Sta Dresden[1]) und neuerdings „Gas und Wasser" in Be ihren beredten Ausdruck gefunden.

Wasserversorgung

Der Wasserbedarf[2]) ist weiter gestiegen, so zahlreiche Erweiterungen bestehender Anlagen genommen werden mußten. So hat z. B. in Barme vorjährige Wassermangel zur Erweiterung des W werkes geführt. Die Erweiterung der Hamb Wasserwerke durch die Inbetriebnahme des G wasserwerks Curslack ist ein weiterer Schritt zur lösung der Hamburger Wasserversorgung von der Viele Städte haben mit großen Schwierigkeiten i Wasserversorgung ihrer Bevölkerung zu kämpfe habt. Die grimmige Kälte und der starke Frost sow verringerten Zuflüsse waren zum Teil die Ursachen Schwierigkeiten. Chemnitz (Talsperrenversorg Altona, Magdeburg — beide mit Elbwasserversorgu ferner Delitzsch, litten sehr darunter. Die Verfahre Auftauens vereister Wasserleitungen wurden sehr bessert. Bemerkenswert sind die Vorarbeiten der Paris für eine großzügige Erweiterung ihrer W versorgung. Die Entwicklung der Gruppenwasserv gungen[3]) schreitet fort. Bemerkenswert sind die sischen Pläne von Gruppenwasserversorgungen, i sonderen auf der Grundlage von Talsperrenwasser. Talsperre Lehmühle wird eine große Anzahl sächsi Ortschaften mit Wasser versorgen und den St Dresden und Freiberg die Möglichkeit der Deckun sich mehr und mehr steigernden Verbrauches g Die Städte Merseburg, Leipzig und Halle lassen Planung einer mitteldeutschen Wasserversorgung stellen. Die Kenntnis über die Grundwasserbildung die Ergiebigkeit der Grundwasserfassungen wurde wertvolle Veröffentlichungen bereichert[3]). Die nehmende Verwendung von Oberflächenwasser z zur Vervollkommnung der Wasserreinigung[4]). Der einer Trinkwasserleitung in Eisenbeton und eines Dü durch die Elbe für die Sicherung der Wasserverso von Dresden sind sehr beachtlich.

In vielen Fällen hat sich eine Vorchlorung des wassers und eine geringe Nachchlorung des Reinwa als zweckmäßig eingeführt. Auch bei der Abwa reinigung wird das Chloren in steigendem Ma folgreich angewandt zur Beseitigung von Ger belästigungen, zum Verzögern der Fäulnis und zum keimen des Abwassers.

[1]) Vergl. a. VDI-Nachrichten Nr. 21 vom 23. Mai 1928.

[2]) Vergl. a. VDI-Nachrichten Nr. 13 vom 27. März 1929.

[3]) Vergl. a. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 16 S. 548.

[4]) Vergl. a. Z. Bd. 73 (1929) Nr. 16 S. 553.

…ewesen

Auf dem Gebiete des Badewesens hat sich der außer…entlich hohe praktische Wert der Verbindung von …anstalten mit Fernheizwerken bestätigt. Gerade in …er Verbindung kann ein wirtschaftlich sehr bedeut…er Spitzenausgleich in der Leistung herbeigeführt …den. Während z. B. in den Nachtstunden der Wärme…rf der an das Fernheizwerk angeschlossenen Zentral…ungen in der Hauptsache ruht, kann die zur Er…ung des Badewassers erforderliche Wärme störungs… und billig in den Dampfkesseln erzeugt werden. … in den frühen Morgenstunden der Bedarf der Zentral…ungen ein, so kann die Wärme diesen zugeführt …den. Da der Hauptwärmebedarf in den meisten Bade…alten erst in den Nachmittagstunden einsetzt, der …mebedarf der Zentralheizungen zu dieser Zeit aber … abfallende Kurve aufweist, so kann auch hierdurch …ler die Wirtschaftlichkeit günstig beeinflußt werden.

Neben den Hallenschwimmbädern hat sich auch die …l der Freiluftbäder noch wesentlich vermehrt. In …in soll das im Bau befindliche Volksbad Gartenstadt … größte Schwimmbecken in Europa erhalten. In allen …vimmbädern hat sich die Chlorung des Badewassers … Vermeidung von Ansteckungen durchgesetzt.

…asserreinigung

Die Lehrmeinungen über das Ausfaulen von Ab…serschlamm wurden durch wertvolle Untersuchungen …entwickelt. Auch die Gewinnung und Verwertung … Faulgases weist Fortschritte auf. Neben einigen An…n der Emscher Genossenschaft und des Ruhrver…les sind jetzt die Kläranlagen in Halle und Stuttgart … Gasgewinnungsanlagen vollständig versehen. Die …lgasgewinnung in Nürnberg ist im Bau. Versuchs…e haben Berlin und München auf einem Teil der Klär…ngen die Faulgasgewinnung eingerichtet. Das …ammbelebungsverfahren hat weite Verbreitung ge…den. Erwähnt seien die Anlagen Berlin-Waßmanns…o[5]), Leipzig, Stuttgart, Waldenburg …hles. Tauchkörperanlagen sind an …en Stellen mehr oder weniger ver…sweise in Betrieb. Die Schwierig…en bei der Wahl der Füllstoffe … noch nicht überwunden. Die Ver…ung des Abwassers und des Ab…serschlammes sowie der übrigen …tischen Abfallstoffe zeigt keine …schritte.

Die Fortschritte im Kanalbetrieb … durch verstärkte Verwendung von …chinen und Motorfahrzeugen, ins…ondere Elektrokarren an Stelle der …darbeit gekennzeichnet. Diese Ent…klung ist noch nicht abgeschlossen.

[5]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 75.

Straßenreinigung und Müllbeseitigung

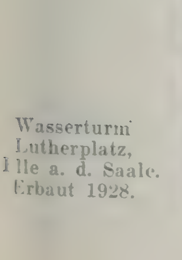
Bei fortschreitender Mechanisierung haben sich unter den Motorfahrzeugen bestimmte auf den Verwendungszweck zugeschnittene Bauarten weiterentwickelt. Das Aufsammeln des Straßenkehrichts wird künftig in starkem Maße eingeschränkt werden durch Verwendung der hier abgebildeten selbstaufnehmenden Kehrmaschine[6]), die sich in mehreren Bauarten eingeführt hat, u. a. in Berlin, Wien, Köln und Halle. Bei den Sprengwagen sind Versuche mit neuen Düsenformen im Gange. Auf dem Gebiete der Schneebeseitigung sind die Versuche mit Schneeschmelzmaschinen mit gutem Erfolg fortgeführt worden. Für den Sandstreudienst haben sich besondere Selbstfahrer und Kleinfahrzeuge herausgebildet.

Im Müllabfuhrwesen macht sich die Neigung bemerkbar, eine Verbindung des Wechsel- und Umleertonnenverfahrens anzuwenden. Dies vereinigt mit den gesundheitlichen Vorzügen der Abholung der geschlossenen Wechseltonnen aus dem Stadtinnern die billigere Abholung durch Umleerfahrzeuge in den Außenbezirken, wo die Fahrtstrecken zwischen den einzelnen Abholungsstellen länger sind. Die Umleerfahrzeuge sind wesentlich verbessert. Schwierig wird die Müllbeseitigung dort, wo mit zunehmender Ausfüllung der Ablagerungsmöglichkeiten die Ablagerungsplätze zu weit aus dem Stadtgebiet hinausrücken. Eine glückliche Lösung bietet hier oft die Verwendung der Müllverbrennung mit der Städteheizung, wofür die neue Züricher Anlage ein gutes Beispiel bietet. Diese Verbindung wird auch an solchen Stellen noch vorteilhaft durchführbar sein, wo der Wärmewert des Mülls ungünstiger als in Zürich ist. Man wird hier mit geeignetem Zusatzstoff das Fehlende ersetzen und die Erzeugung von Kunststeinen vorteilhaft betreiben können. Die neue Müllverbrennungsanstalt der Stadt Köln ist bereits im Betriebe. Sie arbeitet ohne die erwähnte Verbindung mit einem Fernheizwerk.

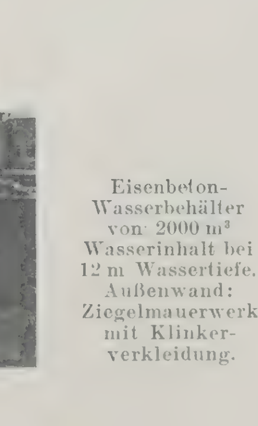
Bekämpfung von Staub und Abgasen

Die Maßnahmen zur Staubbekämpfung[7]) gehen mehr und mehr dahin, durch geeignete Wahl der Werkstoffe die Entstehung des Staubes zu verhüten, oder ihn doch mindestens sofort bei der Entstehung zu beseitigen. Das Verfahren, den Staub abzusaugen, hat sich vom größten Industriebetrieb bis in den kleinsten Haushalt allgemein durchgesetzt. Die Wahl von Baustoffen, die eine Staubbildung nicht in Erscheinung treten lassen, hat vor allem im Straßenbau steigende Bedeutung erlangt. Hier finden neben Betonstraßen steigende Verbreitung Fugen-

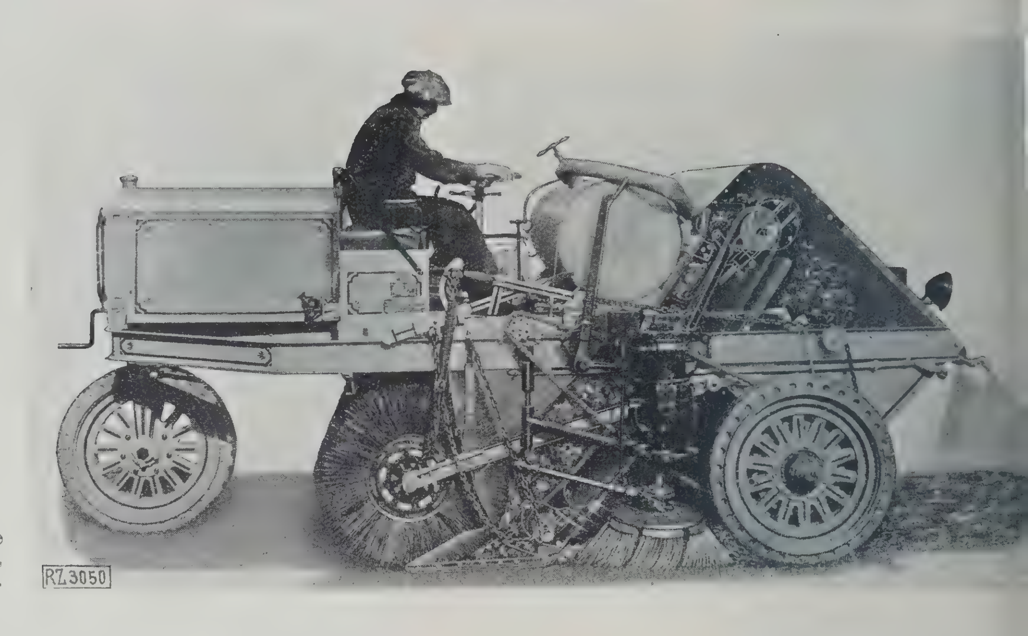
[6]) Hierüber erscheint demnächst ein Aufsatz in dieser Zeitschrift.
[7]) Vergl. a. Z. Bd. 72 (1928) S. 1385 und 1924.



Wasserturm Lutherplatz, …lle a. d. Saale. Erbaut 1928.



Eisenbeton-Wasserbehälter von 2000 m³ Wasserinhalt bei 12 m Wassertiefe. Außenwand: Ziegelmauerwerk mit Klinkerverkleidung.



Selbstaufnehmende Kehrmaschine, Bauart Elgin. RZ 3050

ausgüsse und bituminöse Beläge, vor allem Walzasphalt, Kaltasphalt, Teerungen und Straßenölungen, denen man sogar eine gewisse Bindekraft fremden Staubes zusprechen kann. Die Waschbarkeit der meisten dieser Straßendecken unterstützt die Staubbekämpfung wesentlich. Daneben benutzt man auch Sprengmittel, wie z. B. Laugen. Der Zwang zur Einführung von Gummi- und Luftbereifungen für schwere Kraftfahrzeuge und Anhänger trägt zur Staubbekämpfung und Verringerung des Straßenlärmes bei.

Zur vollen Wirksamkeit gelangen die staubfeindlichen Straßenbeläge erst dann, wenn sie in ganzen Wohnvierteln in ununterbrochener Kette durchgeführt sind und nicht dazwischenliegende wassergebundene Schotter- oder fugenoffene Pflasterstrecken ihre Wirksamkeit beeinträchtigen. Schließlich trägt auch das Flächenaufteilverfahren, das den Industrie- und Gewerbebetrieben besondere zur Windrichtung günstig gelegene Stadtteile zuweist, dazu bei, neben den Grünvierteln auch die Wohnviertel wenigstens vom gewerblichen Staub, von Rauch und Ruß freizuhalten.

Infolge der ständig wachsenden Zunahme der Verbrennungsmotoren einerseits und infolge der starken allgemeinen Industrialisierung anderseits wurden die Forderungen nach Verringerung der Schädigungen durch Abgase immer lebhafter und berechtigter. Die Vergasung von erheblichen Teilen der Stadt Halle durch die Abgase einer vor ihren Toren liegenden Braunkohlenschwelerei hat die Beachtung weiter Kreise gefunden. Den Bemühungen der Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene ist es zu danken, daß die Feststellungen über das Vorhandensein von schädlichen Gasen mehr noch als bisher auf wissenschaftlicher Grundlage aufgebaut werden.

Die immer stärker werdende Einführung des elektrischen Betriebes hat die Reinhaltung der Luft ebenso gefördert wie die Zusammenfassung der Verbrennungsstellen durch Zentralheizungen, Fernheizwerke, Städteheizungen und die Gasfernversorgung aus Großgasereien. Die Fortschritte beruhen einmal auf Verbesserungen in der Verbrennungstechnik, die bei der Zusammenfassung in großen Werken in weit höherem Maß anwendbar sind als bei Einzelfeuerungen, zum andern in der Verlegung der Brennstellen in minder dicht besiedelte Gebiete. Aus dem Gebiet der Abgasreinigung hat besonders das Abfangen feinster Teilchen aus den Abgasen mittels Elektrizität Fortschritte zu verzeichnen.

Stadtheizung

Der vergangene, außerordentlich strenge Winter hat die Vorteile und Nachteile der Stadtheizung deutlich erkennen lassen. Entstammt der im Fernheizwerk verfeuerte Brennstoff der näheren Umgebung, so konnte mit Sicherheit auf eine günstige Brennstoffversorgung gerec
werden, und es zeigte sich, daß die Stadtheizung der
Koks befeuerten Einzelheizung vorzuziehen war. V
aber größere Entfernungen für den in der Fernheizun
verfeuernden Brennstoff zu überwinden waren, so g
meistens auch hier die Brennstoffversorgung infolge
durch den Schneefall erschwerten Beförderungsverhält
ins Stocken.

Die viel umstrittene Frage, ob Frischdampf, Abd
oder Wasser als Wärmeträger zu wählen ist, ist
allgemeinen Klärung noch nicht nähergekommen.
wird immer noch von Fall zu Fall entscheiden mü
Nach Unabhängigkeit der Wärmelieferung von Anl
für andre Betriebzwecke, z. B. elektrischer Stromerzeug
wird man nach den Erfahrungen des letzten Winters in
wieder bis zu weiten Grenzen streben müssen. Neuba
oder Erweiterungen von Fernheizwerken waren u. a
verzeichnen in Dresden, Halle, Leipzig, Mannheim
Forst i. d. Lausitz. [B 3050] *Heilma*

Gemeinsame Arbeitsgebiete

Physikalisch-technische Forschung

Die Grenzen der technischen Physik sind besonde
heutiger Zeit schwer anzugeben, in der einerseits an
Klärung der Grundlagen der Quantenmechanik eifrig
arbeitet und dabei die Hilfsmittel der reinen Mathem
z. B. die Matrizenrechnung[1]), in weitgehendem Maß
nutzt werden (Wellenmechanik von *de Broglie* und *Sc*
dinger, die als übereinstimmend mit der *Heisenbergs*
Matrizenmechanik erkannt ist) und anderseits die th
tischen Ergebnisse in Ingenieurlaboratorien n
geprüft werden[2]). Welche Rolle die Elektronenerscheinu
auf vielen Gebieten der technischen Physik in der Meß
nik[3]) spielen, ist bekannt. Aber beschränkt man sich auch
auf die physikalische und technische Mechanik, so
das jetzt erscheinende Handbuch von *Auerbach* und *Ho*
wie ungeheuer dieses Gebiet heute angeschwollen ist,
allem deshalb, weil die mechanische Weltanschauung
alle physikalischen und angrenzenden Gebiete[5]) übergr
Bei dieser Sachlage sollen im folgenden nur einige ne
Arbeiten herausgegriffen werden, die für den Ingenieur
sonders wichtig zu sein scheinen.

[1]) Vergl. Lehrbuch der Algebra, von *H. Fricke*, unter Benu
von *H. Webers* gleichnam. Buch. Braunschweig, 1. Bd. 1924, 2. Bd.

[2]) Vergl. *M. Planck:* Aus der neuen Physik. Z. Bd. 73 (1929),
S. 353. Ein Aufsatz von *E. Rupp* über das Wesen des Elektrons ers
demnächst in dieser Zeitschrift.

[3]) *J. Zenneck*, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 17 S. 565, und *H. T*
Z. Bd. 73 (1929) Nr. 19 S. 639.

[4]) Leipzig 1927, 1928.

[5]) Vergl. *Jellineck*, Lehrb. d. physikal. Chemie, Stuttgart

...ömungsforschung

Für den **Maschinenbau** hat die Strömungsfor-...ng in verschiedener Hinsicht Bedeutung gewonnen, ein-... bei der Theorie der Lagerreibung[6]), die *Boswall* zu-...menfassend behandelt hat, ferner bei der Ausbildung ... Ventilen nach strömungswissenschaftlichen Gesichts-...sten — Rhei-Ventil[7]) — und schließlich bei Flüssig-...getrieben — *Föttinger*- und Vulcan-Getriebe —, die heute ...erbindung mit schnellaufenden Dieselmotoren auf Han-...- und Kriegsschiffen (Panzerschiff Ersatz „Preußen") ... auch als Kupplung zwischen Turbine und Pumpe bei ...erkraftspeicheranlagen vorgesehen werden.

Auf dem Gebiete des **Wasserbaues** werden Strö-...sversuche mit Fluß- und Kanalmodellen in zunehmen-... Maße vorgenommen. *Rehbock*[8]) hat für solche Ver-...e eine neue Gleichung für die Bestimmungen der Zu-...menge aus den Wehrabmessungen angegeben. Die ...ematische Strömungslehre hat *W. Müller*[8a]) im Zusam-...hang behandelt, wobei er auch Theorien des Trag-...els, des Propellers sowie der Kreisel- und Turbinen-...r gebracht hat.

Die Bedeutung der Strömungsforschung für die Technik ...il von Jahr zu Jahr mehr erkannt. Ein Beispiel hier-...i auf dem Gebiete des **Schiffbaues** sind die ver-...edenen Ausbildungen der von *Wagner* erfundenen Leit-...änen für die Schiffsschraube, des sogen. Kontrapropel-... der heute bei mehr als 500 Schiffen angewandt ist. Hin-...tlich der Abschätzung des Schiffswiderstandes ist man ...e noch auf Modellversuche angewiesen. Um hierbei die ...rechnung zu verbessern, hat *Kempf* Reibungsversuche ...nfahrenden Schiff und an geschleppten Schwimmkörpern ...uzeführt. *Telfer* hat eine Analyse der Übertragung von ...ellversuchen auf Schiffe geliefert. Die Klärung der ...ckverteilung am Schiff sollen langjährige Widerstands-...ssungen der Versuchsanstalt in Charlottenburg an ...nströmten Zylindern vorbereiten, über die *Eisner* ...echtet hat; er geht dabei auch auf neuere Theorien über ...Vorgänge im Kielwasser von *Oseen-Zeilon* ein, die eine ...gehende Beachtung gefunden haben[9]). Die Vorgänge ...eder den Wirkungsgrad von Schiffsschrauben und Was-...urbinen sehr beeinträchtigenden Hohlraumbildung (Ka-...tion) sucht man in Göttingen u. a. durch Zeitlupenver-...he weiter zu erforschen.

...meforschung

Auf diesem Gebiete liegt eine große Anzahl Arbeiten ...o die sich mit dem Wärmeübergang sowie hiermit im ...ammenhang stehenden Fragen befassen. Den Tempera-...urverlauf und die Wärmeströmungen in periodisch er-...ärmten Körpern hat *Gröber*[9a]) für einige einfache Körper be-...net. Den Wärmeübergang, das Temperatur- und Ge-...windigkeitsfeld an einer senkrechten, geheizten Platte ...en *Nußelt* und *Jürgens*[10]) sowie *E. Schmidt*[11]) unter-...ut, die Sachlage bei zwei Platten in Abhängigkeit vom ...tand (Rippenheizkörper) und am schmelzenden Eisblock ...en *E. Schmidt* und seine Mitarbeiter geklärt. Als Bei-...zu der Frage, wie sich der Wärmeübergang aus der ...meleitung, Strahlung und Konvektion zusammensetzt, ...ir im Kaiser-Wilhelm-Institut, Düsseldorf, Versuche zur ...rittlung der Gesamtstrahlung von polierten Blechen aus-...eführt worden. *E. Schmidt* hat die Wärmestrahlung tech-...scher Oberflächen und *Keller* den Strahlungsverlust durch ...f ungen untersucht. *Nußelt* hat festgestellt, daß im Ein-...ng mit Untersuchungen von *v. Smoluchowski* die Wärme-...zahl pulverförmiger Körper mit verschiedener Gasfül-... mit dem Drucke steigt. Den Wärmeübergang an und ...Rohren haben *Reiher*, *Sell* und *Koch* sowie *Schiller* ...n *Burbach*[11a]) bei verschiedener Rohrform und Neigung ...ursucht. Ein Rechenverfahren für die Wärmeaufnahme ...strahlter Heizflächen hat *Seibert* angegeben.

[6]) Vergl. a. *Wolff*, Forschungsarb. d. V. d. I. Nr. 308. Grundsätz-...ndre Ansichten über den Schmiervorgang werden neuerdings von ...iedenen Forschern vertreten, vergl. *Karplus*, „Petroleum" Bd. 25 (1929) ... 6.

[7]) Maschinenbau Bd. 8 (1929) Nr. 5 S. 143.

[8]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 24 S. 817.

[8a]) *W. Müller:* Mathematische Strömungslehre, Berlin 1928.

[9]) *Oseen-Zeilon:* Neuere Methoden und Ergebnisse der Hydro-...nik, Leipzig 1927.

[9a]) Forschungsarbeiten d. V. D. I. Heft 300.

[10]) Z. Bd. 72 (1928) S. 597. [11]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1165.

[11a]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1195.

Eine Sonderstellung hinsichtlich des Wärmeüberganges nimmt der Dampf ein: Hierbei haben *Jakob* und *Erk*[12]) gefunden, daß sich die übergehende Wärmemenge mit der Wandtemperatur auch beim Übergang vom Sattdampf- ins Heißdampfgebiet stetig ändert, womit auch in diesem Falle die Wasserhauttheorie von *Nußelt* bestätigt wird, die allerdings noch weiter ausgebaut werden müßte. Hiernach ist die übergehende Wassermenge bei Heißdampf größer als bei Sattdampf, worauf *Stender* zuerst hingewiesen hat. Feststellungen der Praxis, die hiermit in Widerspruch stehen, sind auf Verkrustungen der Oberflächen zurückzuführen, deren Einfluß aus Versuchen von *Eberle*[13]) über die Wärmeleitfähigkeit von Kesselstein verschiedener Dicke und Zusammensetzung hervorgeht.

Diese und andre Forschungen haben für die Heizungstechnik große Bedeutung gewonnen. An Forschungen auf diesem Sondergebiet sind zu nennen: Versuche über die Wärmeabgabe von Glühöfen und Heizkörpern des Münchener Laboratoriums, über die Luftdurchlässigkeit und den Wärmeverlust bei Fenstern (*Reisch*, *Eberle*), über den Wärmeschutz beim Stahlhaus (*Baltrusch*), über Strahlung bei niedriger Temperatur (Industrial Fatigue Researche Board), über die Wärmeabgabe von Radiatoren (*Thomas*), über Wärmeverluste in Rohrleitungselementen (*Hottinger*). Wichtig sind vor allem die umfangreichen Versuche von *E. Schulze* über die Wärmeübergangszahl von Luft- und Rauchgas in technischen Rohren, nach denen dem Rohrdurchmesser eine besondre Bedeutung zukommt.

Außer in der Heizungstechnik ist die Klärung des Wärmeüberganges bei **Verbrennungskraftmaschinen** wichtig. *Nägel* hat ihn an einer Gleichstrom-Dampfmaschine bereits vor dem Krieg untersucht, die Ergebnisse aber erst letzthin veröffentlicht[14]), *Eichelberg* hat Versuche mit Dieselmotoren rechnerisch ausgewertet[15]). Zu beachten ist, daß auch bei den Dampfmaschinenversuchen sowie bei der Berechnung des Wärmeüberganges in Verbrennungskraftmaschinen die *Nußeltschen* Anschauungen und Formeln bestätigt worden sind.

Mit Rücksicht auf den großen Wärmeverbrauch in der **Hüttentechnik** ist eine ganze Reihe Untersuchungen über die Vorgänge in Winderhitzern, Schmelz- und Glühöfen von *Hausen*, *Heiligenstadt*, *Nußelt*, *Rummel*, *Schmeidler* und der Rombacher Hütte ausgeführt worden.

Dämpfe

Die Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet behandeln vorwiegend die Eigenschaften des Hochdruckdampfes sowie die Dampfmengenmessung. Zur Erweiterung der Dampftafeln sind in München (*Knoblauch*) die spezifischen Wärmen bis 120 at und 450 °C[16]) und in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (*Jakob*) die Verdampfungswärmen des Wassers sowie das Volumen des Sattdampfes bis 40 at und 250 °C bestimmt worden[17]). Auch in andern Ländern werden Parallelversuche mit meist noch größeren Mitteln ausgeführt, so in der Tschechoslowakei (*Havličik*), in England (*Callendar*, der auch die kritische Temperatur neu bestimmt hat) und vor allem in Amerika. Damit scheint eine allgemeine Normung der Dampftafeln am Platze zu sein.

Diagramme für andre Dämpfe, wie z. B. Kohlensäure haben *R. Plank* und für verschiedene Zweistoffgemische *Merkel* ausgearbeitet. Dieser Forscher arbeitet zusammen mit *K. G. Fischer* weiter an der Klärung des Verdunstungsvorganges. Für die Dampfmengenmessung hat der einfache Staurand große Bedeutung gewonnen. Seine Durchflußzahlen haben *Jakob* und *Kretzschmer*[18]), *Pflaum*[19]) und *Witte*[20]) gemessen und veröffentlicht. Neue Versuche laufen im Göttinger Institut und bei der Kaliforschungsanstalt in Staßfurt. *Josse* hat Versuche mit der von *Forner* angegebenen Düse bei Dampfturbinen benutzt und dessen Gleichung bestätigt gefunden.

[12]) Forschungsarb. d. V. d. I. Nr. 310.

[13]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1549 u. Arch. f. Wärmew. Bd. 9 (1928) S. 171.

[14]) Forschungsarb. d. V. d. I. Nr. 300.

[15]) Z. Bd. 72 (1928) S. 463.

[16]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1733.

[17]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 19 S. 629.

[18]) Forschungsarb. d. V. d. I. Nr. 311.

[19]) Forschungsarb. d. V. d. I. Nr. 298.

[20]) Z. Bd. 72 (1928) S. 1493.

Kinematik

Auf diesem Gebiete ist von neueren Arbeiten ein Werk von *R. Beyer*[21]) zu nennen, in dem die wichtigsten Formeln ebener Getriebe und die Eigenschaften ihrer Bahnkurven an der Hand zahlreicher Beispiele erläutert werden, Raumgetriebe haben *Federhofer*[22]) und *Alt*[23]), den sphärischen Kurventrieb und verwandte Mechanismen hat *F. O. Müller*[24]) behandelt. [B 2930] *W. Schmidt.*

---

[21]) Leipzig 1928.
[22]) Berlin und Wien 1928 u. Z. Bd. 72 (1928) S. 1933.
[23]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 6 S. 188. [24]) Z. Bd. 73 (1929) Nr. 4 S. 117.

Die deutsche Normung

Im folgenden wird, ohne das Gesamtgebiet zu erschöpfen, über den jetzigen Stand der deutschen Normungsarbeiten kurz berichtet.

Verschiedene Gebiete

Die Normen für den allgemeinen Maschinenbau können als abgeschlossen angesehen werden. Im Rohrleitungsbau ist die Normung der Flanschen bis Nenndruck 100 kg/cm² im vergangenen Jahr fertiggestellt worden; eine Gesamtübersicht über die Flanscharten und ihre Verwendungsbereiche für die einzelnen Druckstufen bietet das Normblatt DIN 2500. Aus dem Armaturenbau sind die Normen für Durchgangs- und Auslaufventile für Nenndruck 10 kg/cm² anzuführen. Im April dieses Jahres wurde ein Fachnormenausschuß für Heizungen gegründet.

Für das Bauwesen sind die Gütevorschriften für Holzhäuser, die Normen für Dachpappen, für Hausbrandöfen, für Schienen von 65/7 bis 134/33, für Wasserinstallation (Klosetts), Kleinlastenaufzüge und Umlaufaufzüge für ein und zwei Personen mit den Abmessungen für den Maschinenraum unter und über Schacht zu erwähnen, ferner die Schachtabdeckungen für Fahr- und Gehbahn und Straßenabläufe. Für den Bergbau sind endgültige Normen für Luftleitungen, für Berieselungsanlagen, Förderwagen mit 750, 875 und 1000 Liter Inhalt und deren Einzelteile, für elektrische Grubenbahnen von 900 mm Spur sowie für Drahtseile und Gezähe herausgegeben worden.

Textilindustrie

Die im April dieses Jahres in Chemnitz stattgefundene Tagung des Ausschusses „Einführung der Normen in die Praxis" hat gezeigt, daß die Normung im Textilmaschinenbau und Textil-Veredlungsmaschinenbau gute Fortschritte macht. Die außerordentliche Vielfältigkeit der Erzeugnisse des Textilmaschinenbaues machte eine Vereinheitlichung dringend notwendig, um die Fertigung in größerer Stückzahl, sowie die Austauschbarkeit der Einzelteile an Maschinen verschiedener Herkunft zu ermöglichen. Es wurde zu diesem Zweck eine Zweckgemeinschaft der Textilindustrie und des Textilmaschinenbaues, der Fachnormenausschuß „Textilnorm" ins Leben gerufen; bis jetzt sind rd. 35 endgültige Normblätter herausgegeben worden, und zwar für Spinnerei: Normung der handelsüblichen Nummern, Qualitäten, Lieferart und Drehung für Garne und Zwirne; für Weberei: Normung der Garnart, Garnnummer, Kett- und Schußfadenzahl von bereierzeugnissen; technische Grundnormen und ein liche Anschlußmaße von Einzelteilen für den Te maschinenbau sind erschienen für Spinnerei, Web und Textilveredlungsmaschinen.

Landmaschinenindustrie, Hauswirtschaft u. dergl.

Man ist damit beschäftigt, die wichtigsten, Abnutzung besonders unterworfenen Teile der schinen und Geräte zu vereinheitlichen und bis jetzt Normen für Klingen, Finger und Fi platten für Mähmaschinen geschaffen. Von Glaserz nissen sind Milchflaschen und verschiedene chemischen Laboratoriumsbetrieb erforder Gefäße vereinheitlicht worden.

In Gemeinschaft mit den Hausfrauen- und Gastw verbänden sind Einkochgläser und Porzell geschirr genormt worden. Die Krankenhäu und Ärzte sind eifrige Anhänger der Normung ge den und haben Normen für Betten, Bettfahrer, N tische, Stühle und Krankenwagen geschaffen und a ten zur Zeit an der Normung zahlreicher chirurgis Instrumente. Im Februar dieses Jahres wurde ein F normenausschuß für Atmungsgeräte gegründet.

Feinmechanik und Handwerk

Verschiedene Zweige der Feinmechanik h sich in den letzten Jahren zur Normung beka der Fahrradbau, die Näh- und Schreibmaschi industrie haben Fachnormenausschüsse gegründet, bereits eine größere Anzahl Normen aufgestellt und weitere in Arbeit haben.

Vom Handwerk sind die Ofensetzerei, Druckereigewerbe und die Wasser- und Elektroin lation zu nennen. Normen für Handwerkzeuge Schlosser, Hufschmiede und Tischler sind teils be bezugfertig, teils noch in Bearbeitung. Von den zeugnissen der Kleineisenindustrie werden Schlösser Türen, Möbel und Klaviere genormt.

Normung und Rationalisierung

Daß die Verwendung genormter Arbeitsm als geeigneter Weg zur Arbeitserleichterung kannt wird, geht daraus hervor, daß der genormte schäftsbrief und das Format DIN A 4 für Zeitschr sich immer mehr einführen und die Bücher nach Einführung von Ordnungsleisten an Zeitschr und nach Normung der Vordrucke anstreben. Normung ist eine Rationalisierungsmaßnahme, d Erfolge sich häufig nicht von heute auf morgen ein len; das erklärt sich einmal durch die oft recht l Lebensdauer gewisser Maschinengattungen, für die viele Jahre nach Aufstellung von Normen ungeno Ersatzteile gebraucht werden.

Zusammenfassend kann aber gesagt werden, der Normungsgedanke in Deutschland immer mehr meingut der Wirtschaft wird, da die Vorteile, die die mung den Herstellern, Händlern und Verbrauc bietet, bereits auf so zahlreichen Gebieten erkannt erwiesen worden sind, so daß ihre weitere Ausdehn auf andre Industrie- und Gewerbezweige wen Widerstand findet als vor 10 Jahren. [B 303

Bärn

DAS GESCHÄFTSJAHR ZWISCHEN DEN HAUPTVERSAMMLUNGEN 1928/29

Wenngleich die Fülle des wissenschaftlichen Inhaltes r heutigen technischen Schaffen von einer Organiaion nicht mehr restlos aufgenommen werden kann, so assen doch die das technisch-wissenschaftliche Leben reils tragenden Tendenzen merkbare Spuren in das Tigkeitsbild einer die gesamte Technik umfassenden rperschaft wie des Vereines deutscher Ingenieure chnen und sich in seinem Geschäftsbericht widergeln.

Betrachtet man nicht nur die fachlichen Zusammenuge, sondern vor allem die geistige Einstellung der Grenwart, so ist bemerkenswert, ja auffallend, das beshleunigte Schrittmaß des Eindringens genieurmäßigen Denkens in den Berfskreis des täglichen Lebens. Kennzeichnd ist hierbei, daß die Initiative der Ingenieure geringer sals die Bereitschaft zur Aufnahme ihres geistigen Einlsses. Die Sachlichkeit löst sich aus dem Behagen ies Stilgefühls und wird zur lebendigen Forderung unter k harten Notwendigkeiten des Tages; nur das politische Griebe erscheint hiervon noch völlig unberührt.

Der Verbraucher der Ware räumt ihrer technischen Tglichkeit im Urteil und Gebrauch einen steigenden Einflß ein. Der Gütegedanke sucht Stütze in eindeutigen Mrkmalen und stärkt den Zwang zur Qualität. Die Aswirkung der Werkstofftagung in den Aeiten des Vereines im Berichtsjahr ist unverkennbar.

Exaktes Maß verdrängt die subjektive Wertung. Die Rgeln für Leistungsversuche an Mashinen und Geräten, von jeher ein wichtiges Aeitsgebiet des Vereines, werden in neuen Industriezeigen heimisch. In gleicher Weise steigt das Bedürfn nach Gütevorschriften.

Das technische Gewissen wird stärker als die Freude a Schmuck: Der Architekt beklagt die Mängel veraltetc Erziehung und überholter Tradition und muß zunmend das Feld dem Bauingenieur räumen; dieser flt immer schärfer seine innere Verbundenheit mit dem Mschineningenieur und verstärkt daher zwangläufig snen Einfluß auch im Mitglied- und Aufgabenkreis des Vreines.

Erfahrung und Überlieferung erkennen die Grenzen ier Leistungsfähigkeit und die Notwendigkeit stärkren ingenieurmäßigen Einschlages. Schweißtechnk, Schmiedetechnik, Anstrichtechnik, Saubtechnik, verspanende und spanlose Frmung suchen und finden im Verein geistige Pflegstten in besonderen Fachausschüssen; Sprechabende über Fgen aus diesen Gebieten gewinnen steigende Bedeutung ah in handwerklichen Kreisen. Selbst auf dem ureigensh Gebiet subjektiven Schaltens, dem Hauswesen, begrüßt mn die Technik als Helferin in den Verlegenheiten, die a der soziologischen Entwicklung erwachsen: eine Fchgruppe für hauswirtschaftliche Tchnik erscheint auf dem Plan.

Noch spricht man hierbei von Grenzgebieten und hat rht insofern, als die Vertreter der Technik selbst in nrkwürdiger Verkennung ihres Einflusses, der das gesate Gefüge der Volksgemeinschaft durchdringt, noch vor kzem ihre Grenzen an den Vorgängen der Kraftmaschine, bestenfalls der Arbeitsmaschine gesehen haben. Die Lehre von der Fertigung mußte sich erst einen Stoßtrupp in der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure schaffen. Ohne verständlichen Grund wurde in der Ingenieurtechnik der Begriff der Gütererzeugung auf das industrielle Schaffen eingeengt: Technik in der Landwirtschaft bedurfte einer Betonung durch eine besondere Arbeitsgemeinschaft.

Heute haben beide Fachgruppen im Verein volles und unbestrittenes Heimatrecht, und es ist reizvoll, zu beobachten, daß durch das Gestrüpp der Vorurteile in den eigenen Reihen und außerhalb wiederum mühevoll Richtwege geschlagen werden müssen für zwei weitere selbstverständliche Notwendigkeiten: die ingenieurmäßige Ausbildung der Technik des industriellen Kostenwesens und des Vertriebes. Eine Bilanz in Kalorien ist dem Ingenieur geläufig, in Geldwerten aber noch manchen recht ungewohnt. Der im Betrieb stehende Fachgenosse darf für sich in Anspruch nehmen, Planung, Vorbereitung und Durchführung der Arbeit aus der Erfahrung in die systematische Behandlung überführt zu haben; für die im Dienste des Vertriebes stehenden zahlreichen Ingenieure soll nach eigenem und fremdem Urteil die Empirie unüberwindbar sein, und doch ist die Verlegenheit, zu vertreiben, heute größer als die, Waren zu erzeugen. Die Fachausschüsse für industrielles Kostenwesen und für Vertriebstechnik im Verein konnten im Berichtsjahr erweisen, daß sie gewillt sind, dem Ingenieur Schritt für Schritt Boden zu erobern.

In der Regel schlägt das Pendel zu weit aus. Der starke Anstoß, den die in Lehre und Forschung zurückgebliebene Fertigung gegen Kriegsbeginn erhielt, drängte das gestaltende Können über Gebühr in den Hintergrund, bereitete aber gleichzeitig den Boden, auf dem heute formgebendes Schaffen entwickelt werden muß. Kurse über werkstattgerechtes Konstruieren im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure sind bemüht, bestehenden Mängeln abzuhelfen.

Die Umschichtung im Gefüge der Ingenieurwissenschaft tritt immer deutlicher hervor. Neben den bislang beherrschenden Anforderungen, die sich im wesentlichen aus den Rücksichten auf die Festigkeit ergaben, verlangen die anderen Bedingungen, die in erster Linie nicht von den auftretenden Arbeitskräften, sondern von der Wahl und Behandlung des Werkstoffes, den zufälligen Beanspruchungen beim Gebrauch und vor allem einem wirtschaftlichen Fertigungsvorgang abhängen, volle Gleichberechtigung. An die Seite der Maschinenelemente, in der klassischen Darstellung von *Bach* bislang das grundlegende Buch für jeden Ingenieur, treten die Bauelemente der Feinmechanik.

Es ist nur zu natürlich, daß der Wellenschlag dieser Bewegungen auch die Lehre lebhaft umspült, die sich gleichzeitig mit der recht bedenklichen Entwicklung im gesamten Schulwesen auseinandersetzen muß. Ein von Staat und Wirtschaft kritiklos gefördertes Berechtigungswesen hat zu einer krankhaften Überschätzung des Schulwesens geführt, die den Verein zu einer klaren und eindeutigen Stellungnahme gegen die Pläne für neue Hochschulen zwang.

Die ausführliche Aussprache auf der Hochschultagung, im November vorigen Jahres in Gemeinschaft mit dem Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine und dem Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen veranstaltet, ließ erkennen, welche umfangreiche Kleinarbeit noch zu tun ist, um in der schulmäßigen Ausbildung des Nachwuchses den neuen Anforderungen entsprechen zu können. Die Vorherrschaft vertiefter wissenschaftlicher Grundlagen gegenüber dem rein gedächtnismäßig aneigenbaren Stoff kann als einstimmige Ansicht aller Beteiligten festgestellt werden. Um so notwendiger und bedeutungsvoller wird die Fortbildung der im Berufe stehenden Fachgenossen. Vom Vorstand berufene Fachleute, die in Lehre und Wirtschaft an führender Stelle wirken, haben sich in den Dienst des planmäßigen Ausbaues eines Ingenieurfortbildungswesens gestellt.

Alles in allem: die heutige Zeit ist für die Technik selbst sehr bewegt, wenngleich dieser Zustand durch die bedrängte Wirtschaftslage in vielem verschleiert sein mag. Die weitgehende Unabhängigkeit der Technik von Landesgrenzen erklärt, daß diese Erscheinung nicht auf die inländische Ingenieurarbeit beschränkt ist. Das industrielle Ausland muß sich fast durchweg mit den gleichen Problemen befassen. Auch hier eine zunehmende Verschärfung des technischen Gewissens, die — mehr oder weniger noch im Unterbewußtsein — überall ihre Wirkungen auslöst. Die Wortverbindung „Weltkraft" enthält im Kern ein Bekenntnis des Gefühls der Verantwortung für die sinnvolle Auswertung des Energievorrates der Erde. Deutschland empfängt 1930 die Weltkraftkonferenz, deren Vorbereitung die deutschen Fachkreise schon jetzt stark beschäftigt. Auch in den Arbeiten des Vereines, dessen Vorsitzender der Präsident dieser bedeutungsvollen internationalen Konferenz im Jahre 1930 ist, kommen die wissenschaftlichen Vorarbeiten hierfür schon jetzt stark zum Ausdruck.

Die Technik jeden Landes steht im Zwange ihrer internationalen Verbundenheit. Die Pflege der Auslandsbeziehungen ist daher für den Verein unabweisbare Pflicht, die von Jahr zu Jahr stärkere Anforderungen stellt, nachdem es gelungen ist, die große internationale Gemeinschaftsarbeit wieder aufzubauen. Der Verein steht in engsten Beziehungen zu den Fachkreisen in den Vereinigten Staaten und England, in Südamerika, Japan und Spanien, in Skandinavien, Rußland und Holland, dessen Ingenieurverein uns für den Juni 1929 zu einem Besuch nach Holland eingeladen hat. Einen wichtigen Teil dieser Auslandspflege bildet der Literaturaustausch, dessen Ausbau der Verein mit allen verfügbaren Mitteln anstrebt.

Die Kenntnis der Dinge im Auslande und namentlich der Ergebnisse seiner technisch-wissenschaftlichen Arbeit ist heute ein nicht auszuschaltender Bestandteil der Ingenieurbildung. Der Verein ist bemüht, diese Auslandskunde, gesehen mit den Augen des Ingenieurs, zu entwickeln und den deutschen Fachgenossen zu vermitteln. Im Rahmen dieser Aufgabe wird die Herausgabe von technisch-wirtschaftlichen Auslandsmonographien vorbereitet.

Die Vertreter der Geistesrichtung, die bislang wähnten, daß die Pflege der Kultur ausschließlich ihnen vorbehalten sei, empfinden stark das Hineinwachsen der Technik in alle Lebensbeziehungen. Mag sein, daß die Technik zu gewaltsam Platz begehrt und altgewohnte Formen zu schnell zertrümmert. Stets aber waren die Formen wan bar, und keine Philosophie und Ästhetik kann sich unabweisbaren Vermählung von Kultur und Technik gegenstemmen. Sicherlich wird eine von der Kultur jahte Technik andere Wesenszüge aufweisen als heute, die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß die Tec hierbei keine anderen Wege gehen wird, als sonstige menschliche Tun. Die Aufnahme der T nik in das Gut der Allgemeinbildung wird sich dem gleichen Schrittmaß vollziehen, in dem die Tec jeweils den kulturellen Inhalt ihrer Zeit in sich aufni Ehrfurcht vor dem, was die Menschheit an bleiben Wert auf anderen Gebieten schafft, und im eigenen H Achtung vor den großen Leistungen der Fachgenos die uns vorangingen, sind Forderungen, die auf Wege zur kulturellen Berufung der Technik liegen. Pflege der Geschichte der Technik in diesem sammenhang ist eine Aufgabe, die der Verein vor vi Jahren bewußt aufgenommen hat und planmäßig au bauen bestrebt ist.

Der große Leitgedanke, um den sich die vielseitige beit im Verein rankt, ist die ehrenamtliche L stung im Dienst an der Allgemeinheit. Ge über den Millionen Werten, mit denen diese ehrenamtl Tätigkeit eingeschätzt werden muß, verschwinden Mittel, die sich im Haushaltplan unseres Vereines Regiekosten vorfinden. Im Vorstand des Gesamtvere in den Vorständen der Bezirksvereine und ihren schüssen, in den Arbeitsgemeinschaften und Fachgru arbeiten nicht weniger als rd. 700 Fachgenossen eh amtlich für die großen Ziele des Vereines. In uns Zeitschriften und Büchern stellten im Berichtsjahre n weniger als rd. 1600 Fachleute ihr Wissen für die gemeinheit zur Verfügung. Es tut not, auf dieses in Arbeiten des Vereines zum Ausdruck kommende Beke nis zum Idealismus der Tat hinzuweisen, der heute l im allgemeinen niedrig im Kurs steht, dem aber Deu land allein seine Größe verdankt.

Die Ergebnisse der technisch-wissenschaftlichen beiten unseres Vereines und der Arbeiten unserer vi Mitarbeiter müssen durch Wort und Schrift weitesten sen zur Kenntnis gebracht werden. Im Rahmen des richtsjahres sind in rd. 80 Städten rd. 1200 Vorträge ge ten worden, über die in den Zeitschriften des Vereines in den Mitteilungen seiner Bezirksvereine berichtet w Hinzu kommen die Berichte über Besprechungen in verschiedenen Ausschüssen sowohl des Gesamtvereins auch der Bezirksvereine. Allein von den Direktoren den Mitarbeitern der Geschäftstelle waren in einem nicht weniger als rd. 260 Dienstreisen auszuführen, denen 182 Städte besucht wurden. Ebenso bedeutsam ist noch weiter reicht die Einwirkung durch das gedru Wort. Ein Jahressammelband der Zeitschriften des eines würde 8124 Seiten umfassen, d. h. in jedem M wird ein Band von 677 Seiten geliefert. Es gehen j lich 3 500 000 Einzelhefte der Zeitschriften hinaus, da das ist kennzeichnend für die weitreichenden Ausla beziehungen, allein mehr als 500 000 ins Ausland. H kommen die in kleinerer Auflage erscheinenden technis Forschungsarbeiten und die Erzeugnisse unseres B verlages.

Die Tätigkeit im einzelnen sollen die folgenden stellungen veranschaulichen; der Tätigkeit der Bezi vereine ist der besondere Bericht auf S. 909 gewidmet.

LITERARISCHE ARBEITEN

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure

Die Zeitschrift, die jetzt im 73. Jahrgang erscheint, verfolgt das Ziel, ihre Leser über das ganze Gebiet der Technik zu unterrichten. Grundlegende wissenschaftliche Aufsätze und Berichte behandeln den neuesten Stand der Forschungen und der technischen Entwicklung und vermitteln den Ingenieuren das Rüstzeug für die Lösung technischer Aufgaben. Daneben hat die Zeitschrift das Bestreben, in übersichtlichen Aufsätzen ihren Lesern, die in den verschiedenartigsten Fachrichtungen tätig sind, auch die Entwicklung der Nachbargebiete nahe zu bringen in der Erkenntnis, daß der Austausch der Fortschritte und Erfahrungen auch zwischen Fachgebieten, die einander fern liegen, wertvolle Kenntnisse und Anregungen vermittelt.

Mit der Entwicklung der Technik, die nicht nur in die Tiefe, sondern auch sehr in die Breite gegangen ist, hat sich in gleicher Weise das Arbeitsgebiet der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure gegen früher wesentlich vergrößert. Die Verteilung des Inhaltes der Zeitschrift auf die einzelnen Fachgebiete im Jahrgang 1928 zeigt Abb. 1. Aus den Gebieten, die schon seit langem zum Arbeitsfeld des Ingenieurs gehören, sind als bemerkenswerte Veröffentlichungen die Fachhefte „Straßenbau", „Luftfahrt", „Kraftfahrwesen" und „Feinmechanik" zu nennen; ein Fachheft zur Leipziger Frühjahrsmesse 1928 behandelte hauptsächlich Werkzeugmaschinen, Bearbeitungsfragen und Baumaschinen, das Hauptversammlungsheft war in erster Linie dem rheinisch-westfälischen Industriegebiet gewidmet.

In Einzelveröffentlichungen wurden wichtige Fragen der Hochdruck-Dampftechnik und des Verkehrswesens, die Funktechnik und die Herstellung von Hochspannungskabeln, neuere Festigkeitsforschungen, die Ferngasversorgung u. a. m. behandelt. Zu diesen Arbeitsgebieten des Ingenieurs sind in immer größerem Umfange Sondergebiete getreten, in die der Ingenieur und die technische Wissenschaft erst in letzter Zeit mehr und mehr Eingang gefunden haben, ja, die z. T. erst im Begriff sind, sich vom Handwerk zur wissenschaftlichen Technik zu entwickeln. Die Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure hat, um diese Entwicklung zu fördern, die Erfahrungen und die für den Fortschritt maßgebenden Gesichtspunkte in zahlreichen Aufsätzen zusammengefaßt. Behandelt wurden u. a. das Müllerei- und Wäschereiwesen, die Herstellung von Leder, Papier und Textilwaren, Keramik, Glas- und Emailleindustrie, Anstrich- und Schweißtechnik, Staubtechnik, die Nahrungsmittelindustrie, die Druckerei- und die photographische Technik. Der Feinmechanik und ihren verschiedenartigen Erzeugnissen wie Meßgeräten, Bureaumaschinen usw. war ein besonderes Fachheft gewidmet. An Grenzgebieten mit wissenschaftlicher und allgemeiner Bedeutung wurden u. a. die Geschichte der Technik, Schulfragen und das Verhältnis zwischen Kunst und Technik sowie Naturwissenschaft und Technik behandelt.

Im laufenden 73. Jahrgang sind bisher die Fachhefte „Textiltechnik", „Gas und Wasser" und „Elektrische Bahnen" erschienen. An größeren Einzelarbeiten sind solche über elektrische Schweißmaschinen, Kreiselpumpen, Getriebe, Baumaschinen und Bautechnik sowie aus der Nahrungsmitteltechnik hervorzuheben.

Über den Umfang der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure seit dem Jahre 1910 gibt Abb. 2 Auskunft. Da die im Jahre 1921 geschaffenen VDI-Nachrichten die Veröffentlichungen aus dem Vereinsleben und andere, rasch zu veröffentlichende Mitteilungen übernommen haben, ist der jetzige Umfang der der Zeitschrift verbliebenen Arbeitsgebiete auch im Vergleich zu den Jahren vor dem Kriege gestiegen.

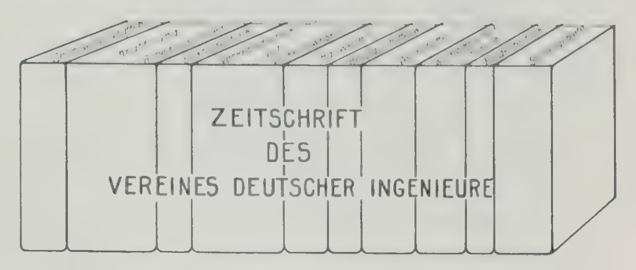


Abb. 1
Fachliche Inhaltsgliederung der VDI-Zeitschrift 1928.

Die Erweiterung des Arbeitsgebietes brachte auch eine Vergrößerung der Mitarbeiterzahl mit sich: Die 260 Aufsätze des Jahrgangs 1928 hatten 208 verschiedene Verfasser geliefert, von denen 140 zum erstenmal an der Zeitschrift mitarbeiteten; die rd. 800 kürzeren Beiträge haben 287 Verfasser geliefert, von denen fast die Hälfte zum erstenmal mitarbeitete.

Bei der Ausgestaltung des Textteiles wurde das Ziel verfolgt, den zeitarmen Lesern den Inhalt der Aufsätze in möglichst knapper, verständlicher und übersichtlicher Form zu bieten. Die Verfasser kamen diesem Bestreben durch kurze Fassung der Aufsätze unter Weglassung alles Entbehrlichen zumeist verständnisvoll entgegen. Durch vorangestellte Inhaltsangaben und Zusammenfassungen soll dem Leser Gelegenheit gegeben werden, sich von vornherein zu unterrichten, was ihm der betreffende Aufsatz an Wissenswertem bietet und zu welchen Ergebnissen der Verfasser gekommen ist. Diese Einrichtungen des Textteiles, die der Zeitersparnis der Leser dienen, werden ständig ausgebaut. Dadurch, wie durch sorgfältige Auswahl der Veröffentlichungen, wird es trotz

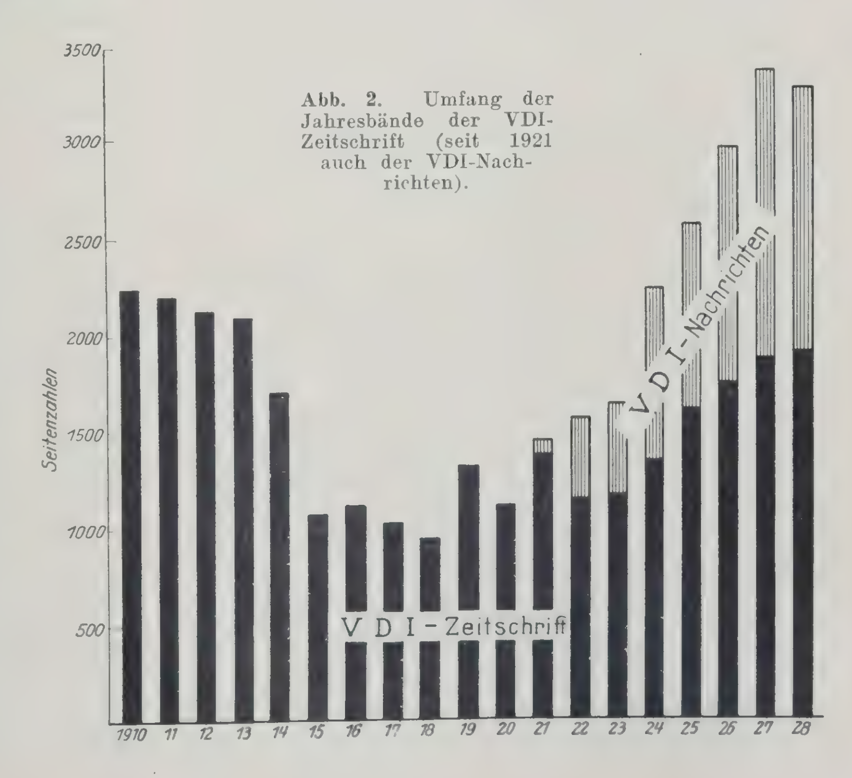


Abb. 2. Umfang der Jahresbände der VDI-Zeitschrift (seit 1921 auch der VDI-Nachrichten).

des ständigen Wachsens des Arbeitsgebietes auch weiterhin möglich sein, in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure die wichtigsten Fortschritte der gesamten Technik zu behandeln.

Der Jahrgang 1928 umfaßte:
52 Hefte mit 1938 Seiten,
davon 6 Fachhefte:
„Technische Messe Leipzig“,
„Straßenbau“,
„Hauptversammlung Essen 1928“,
„Luftfahrt“,
„Kraftfahrwesen“,
„Feinmechanik“.

Es entfielen auf:

Aufsätze	1410	Seiten,
Rundschau	361	„ ,
Bücherschau	118	„ ,
Verschiedenes	49	„ .

Der Jahrgang enthielt:

rd. 260 Aufsätze,	4000 Abbildungen,
800 kürzere Beiträge,	47 Bildblätter,
260 Buchbesprechungen,	10 Tafeln.

VDI-Nachrichten

Die VDI-Nachrichten haben als Mitteilungsblatt des Vereines deutscher Ingenieure und als Organ des Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine die Aufgabe, schnellste Berichterstattung aus dem Gesamtgebiet der Technik und namentlich der technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit zu pflegen. Um das Blickfeld des Ingenieurs planmäßig zu erweitern, wenden sie ihre besondere Aufmerksamkeit den Grenzgebieten der Technik zu, wobei Fragen der geschichtlichen und kulturellen Entwicklung und der Volks- und Weltwirtschaft im Vordergrund stehen. Darstellungen der technisch-wirtschaftlichen Entwicklungsgeschichte der verschiedenen Landschaften und bodenständigen Gewerbe unsres Vaterlandes, die in der kommenden Zeit in noch größerer Zahl veröffentlicht werden sollen, bilden die Anfänge einer „Industriellen Heimatkunde“. Daneben ist es eine gleich wichtige Aufgabe, bei den Ingenieuren und Industriellen ein zutreffendes technisch-wissenschaftliches Weltbild zu schaffen; mit Unterstützung zahlreicher Mitarbeiter in den europäischen Ländern und in Übersee konnte auch im letzten Berichtsjahr die Entwicklung von Technik und Wirtschaft in der Welt behandelt werden.

Die in freier Folge erscheinenden Fachbeilagen ermöglichen, über den sonst einzuhaltenden knappen Rahmen hinaus besonders wichtige Gegenstände eingehender in der allgemeinen Betrachtungsweise der VDI-Nachrichten darzustellen. Im Berichtsjahr wurden als solche Fachgebiete namentlich „Hauswirtschaftliche Technik“, „Vertrieb“ und „Technik und Recht“ bearbeitet. Außerdem erschienen vier Fachbeilagen, in denen die literarischen Neuerscheinungen auf den verschiedenen Gebieten der Technik fachlich zusammengefaßt und gewürdigt wurden.

Die wirtschaftlichen Beiträge des Hauptteiles wurden ergänzt durch den Textinhalt der Beilage „Wirtschaft“ mit ihrer schnell zusammenfassenden Berichterstattung über alle Tagesfragen der industriellen Wirtschaft. Von Beginn des Jahres 1929 an werden hier die von der Fachgruppe „Vertriebsingenieure“ aufgestellten monatlichen Marktnoten und Wirtschaftskurven veröffentlicht.

Der Leserkreis umfaßt außer den Mitgliedern des V. d. I. alle größeren Unternehmungen des Inlandes und nimmt auch unverkennbar im Ausland in immer stärkerem Maße zu. Hier wie dort hat sich aus der Reihe der Leser selbst ein fester Stamm ständiger Mitarbeiter gebildet, die der Schriftleitung laufend aktuelles Nachrichten- und Bildmaterial zuleiten. Entsprechend ihrer wesentlichen Bestimmung, die Mitglieder über die Arbeiten des Ver[eines] zu unterrichten, beziehen die VDI-Nachrichten einen [er]heblichen Teil ihrer Beiträge von den wissenschaftli[chen] Mitarbeitern der Geschäftstelle.

Der Jahrgang 1928 umfaßte:
52 Nummern (Zeitungsformat) mit 525 Se[iten].
Er enthielt:
897 Beiträge,
807 „Kurze Nachrichten“,
494 Abbildungen,
168 Zeichnungen.
Dazu: 52 regelmäßige Beilagen „Wirtschaft“ m[it]
658 Aufsätzen,
375 kurzen Wirtschaftsnachrichten,
119 graphischen Darstellungen;
und 52 regelmäßige Beilagen „Mitteilungen [des] Vereines deutscher Ingenieure“ mit
444 Ankündigungen,
243 Berichten über Veranstaltungen [des] V. d. I., seiner Bezirksvereine, F[ach]ausschüsse und Arbeitsgemeinscha[ften].
18 Fachbeilagen:
„Technische Literatur“ (4),
„Kunst und Technik“ (3),
„Hauswirtschaftliche Technik“ (3),
„Vertrieb“ (2),
„Technik und Recht“ (2),
„Bau- und Werkstoffe“ (1),
„Industrielles Rechnungswesen“ (1),
„Die technische Anzeige“ (1),
„Das deutsche Museum“ (1).

Zeitschrift „Technik und Wirtschaft“

Unter den Arbeitsgebieten von „Technik und W[irt]schaft“ haben im verflossenen Jahre zum ersten [Male] einen größeren Umfang die Vertriebsfragen e[in]genommen, zu deren eingehender wissenschaftlicher [Be]handlung im Anschluß an die Fachtagung „Vertrieb“ [auf] der Hauptversammlung des Vereins in Essen eine [be]sondere „Fachgruppe Vertriebsingenieure“ beim V[DI] gegründet wurde. Zwei Fachhefte waren ausschlie[ßlich] diesem Fragenkreis gewidmet, dem in Zukunft ein [noch] größerer Raum gegeben werden wird. Vom Jahre 19[29 an] wird der Schluß jedes Heftes von „Technik und W[irt]schaft“ ausführliche Mitteilungen über die Täti[gkeit] dieser Fachgruppe bringen.

Auch Fragen des industriellen Rechnungswe[sens] (Buchführung, Bilanz und Abschreibung, Kostenwe[sen]) der Büroorganisation sowie des Versicherungswe[sens] (Fachheft) traten im verflossenen Jahre stärker he[rvor], womit einem oft aus Mitgliederkreisen geäuße[rten] Wunsche nach eingehender Unterrichtung über w[irt]schaftliche Fragen von unmittelbarer praktischer [Be]deutung entsprochen wurde.

Trotzdem sind die Gebiete der Gütererzeugung, [vor] allem die Betriebsfragen, nicht vernachlässigt worden. [Sie] stehen an Umfang nach wie vor an der Spitze. Die Br[enn]stofftagung der Weltkraftkonferenz, die im Herbst in [Lon]don stattfand, gab Anlaß zur Herausgabe eines Fachh[eftes] „Deutschlands Brennstoffwirtschaft“.

Die äußere Ausstattung von „Technik und W[irt]schaft“ erfuhr im verflossenen Jahr insofern eine Ä[nde]rung, als nunmehr die gesamte Umschlagseite graph[isch] und textlich dem Hauptinhalt des jeweiligen Heftes [an]gepaßt wird.

Der Jahrgang 1928 umfaßte:
12 Hefte mit 348 Se[iten],
davon 4 Fachhefte:
„Ingenieur und Vertrieb“,
„Deutschlands Brennstoffwirtschaft“,
„Vertrieb“,
„Technik und Versicherung“.
Der Jahrgang enthielt:
58 Aufsätze, 132 kürzere Beiträge, 185 Abbildun[gen].

	Seiten
Erzeugung	139
Vertrieb	104
Industrielles Rechnungswesen	38
Büroorganisation	10
Technik u. Recht	28
Kartellfragen u. ä.	14
Verschiedenes	21

Seiten 0 20 40 60 80 100 120 140 160

Abb. 3. Inhaltsgliederung der Zeitschrift „Technik und Wirtschaft“.

itschrift „Maschinenbau"

Der technische Teil der Zeitschrift, seit 1. Januar 9 wieder unter der Überschrift „Der Betrieb" zumengefaßt, verfolgt im besondern die Entwicklung Betriebstechnik. Normung, Fabrikorganisation, Arsvorbereitung, Förderwesen, Meßtechnik und Manenantrieb sind einige ihrer wichtigsten Arbeitsiete. Regelmäßige Veröffentlichungen über Arbeitsahren, Werkzeugmaschinen, Werkzeuge, Vorrichtun- und Betriebsmittel unterrichten über den neuesten d der Arbeitsmittel des Maschinenbaues. Auf konktivem Gebiet verfolgt die Zeitschrift im besonderen Grundlinien der konstruktiven Entwicklung von Manen und Maschinenteilen unter besonderer Berücksichng der Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung und Ferng. Im wirtschaftlichen Teil, für dessen Inhalt der ein Deutscher Maschinenbau-Anstalten verantwortzeichnet, wurden Fragen des Absatzes und der kterforschung, Wirtschaftspolitik, Zoll- und Steueren, industrielles Kostenwesen u. a. behandelt. Der uß jedes Heftes bringt unter der Überschrift „ADB-ieilungen" und „DIN-Mitteilungen" die regelmäßigen öffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft deutscher riebsingenieure und des Deutschen Normenausses.

Die Leser des „Maschinenbaues" sind hauptsächlich die rikleiter, Betriebsingenieure und Konstrukteure der hanischen Industrie. Sie gehören größtenteils den sgruppen der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsnieure an, mit denen ein reger gegenseitiger Gekenaustausch gepflegt wird. Das Bemühen, wissenftlich einwandfrei, dabei doch für den durchschnittvorgebildeten, im Betriebe stehenden Ingenieur verdlich zu berichten, hat sowohl in den Kreisen der xis wie auch bei den technischen Mittel- und Hochlen lebhaften Anklang gefunden.

Die Mitarbeiter entstammen zum größten Teil der xis. Daneben zeigen Lehrer und Forscher die Wege wissenschaftlichen und systematischen Arbeit zur terung betriebstechnischer und konstruktiver Aufn. Unter den besonders stark berücksichtigten Frae und Fachgebieten seien genannt:

Einfluß der Herstellungsbedingungen auf die Konstruktion,
stetige und unstetige Getriebe,
Kleineisen-Industrie.

Der Jahrgang 1928 umfaßte:
24 Hefte mit 1196 Seiten.
davon 2 Fachhefte:
„Werkzeuge und Werkzeugmaschinen",
„Kleineisen, Stahlwaren, Werkzeuge".

Es entfielen auf:

Gestaltung und Betrieb	588	Seiten,
Wirtschaft	288	„ ,
ADB-Mitteilungen	96	„ ,
DIN-Mitteilungen	224	„ .

Der Jahrgang enthielt:
180 Aufsätze (außer ADB- u. DIN-Mitteilungen),
183 Rundschaubeiträge, 98 Buchbesprechungen,
1923 Abbildungen, 2 Bildblätter, 1 Tafel.

Außerhalb des Jahrgangs erschien:
1 Sonderheft „Getriebe".

rhiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen

Das Ziel der Zeitschrift ist die Hebung der schaftlichkeit von Wärme- und Kraftbetrieben h Bekanntgabe von grundlegenden wärmetechsen Erkenntnissen, von Beispielen ihrer richtigen endung und von Erfahrungen aus dem Betrieb. Zusatz: „Zeitschrift für Energiewirtschaft", den Archiv 1929 erhielt, kennzeichnet jetzt auch nach n den Aufgabenkreis, den sich die Schriftleitung in lichkeit schon seit Jahren gestellt hat. Die Kraft-

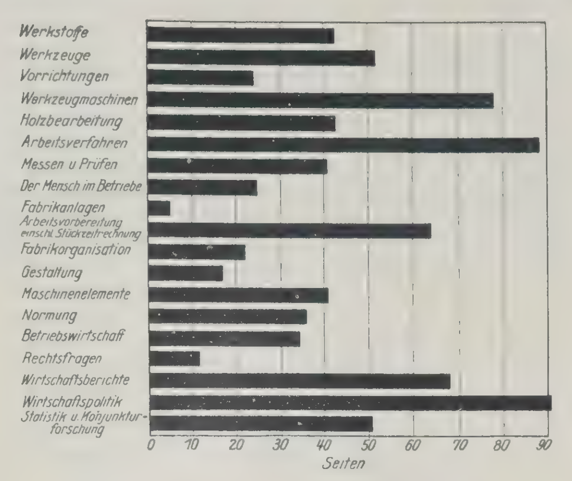


Abb. 4. Fachliche Inhaltsgliederung der Zeitschrift „Maschinenbau".

und Wärmewirtschaft in den verschiedenen Zweigen der mechanischen und chemischen Technologie sind in ihn einbezogen.

Erfreulicherweise hat die Zahl der Mitarbeiter aus den Reihen der Ingenieure, die mit dem Betrieb und der Wartung von Wärme- und Kraftanlagen zu tun haben, in letzter Zeit zugenommen. Die Förderung der Erkenntnis in diesen Kreisen ist eines der wichtigsten Ziele der Schriftleitung.

Unter den Aufsätzen des Jahrganges 1928 stehen nach Zahl und Umfang die aus den Gebieten des Dampfkessel- und des Feuerungswesens an erster Stelle. Von bemerkenswerten neuen Dampfkraftwerken wurden ausführliche Beschreibungen und Betriebsergebnisse veröffentlicht. Großen Raum nahmen ferner ein die Arbeiten über die Vorbereitung der Brennstoffe, vor allem die Kohlenstaubherstellung, sodann über die Wasserreinigung, die Wirtschaftlichkeit von Dampfturbinen unter verschiedenen Betriebsverhältnissen, über Heizungsanlagen usw.

Der Jahrgang 1928 umfaßte:
12 Hefte mit 410 Seiten.
Es entfielen auf:

Aufsätze	315	Seiten,
Auslandsberichte	38	„ ,
Buchbesprechungen	22	„ .

Der Jahrgang enthielt:
107 Aufsätze,
79 kürzere Beiträge,
18 Berichte über Arbeiten des V. d. I.,
40 Berichte über sonstige Verbände,
65 Buchbesprechungen,
710 Abbildungen.

Zeitschrift für Metallkunde

Die „Zeitschrift für Metallkunde" will als Organ der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde das Wissen von den Nichteisenmetallen fördern und die gewonnenen wissenschaftlichen und technologischen Erkenntnisse allen interessierten Kreisen in auswertbarer Form zugänglich machen. Da sie sowohl das Gießen der Metalle, wie auch sämtliche Vorgänge der Weiterverarbeitung bis zum fertigen Werkstück oder Gebrauchsgegenstand erfaßt, wendet sie sich gleichermaßen an Hersteller wie Verbraucher. Traten im vergangenen Jahrzehnt Aluminium und Kupfer sowie ihre Legierungen entsprechend ihrer immer wachsenden technischen Bedeutung unverkennbar stark in den Vordergrund, so werden in den letzten Jahren auch die Edelmetalle häufiger in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Andere Werkstoffe, wie Blei, Zink, Zinn werden künftig erhöhte Aufmerksamkeit finden. Durch zahlreiche Beiträge der staatlichen und industriellen Forschungsanstalten wird die Zeitschrift zu einem wichtigen Bindeglied zwischen Wissenschaft und Praxis und bietet insbesondere in ihrer

Rundschau durch die Berichterstattung über englische und amerikanische Arbeiten ein getreues Spiegelbild vom Stande der ausländischen Metallkunde.

In Anpassung an die gegenwärtigen Bedürfnisse der Praxis wurden im Berichtsjahr die Ermüdungserscheinungen, die Untersuchungen der Werkstoffbeschaffenheit mittels Röntgenstrahlen und der elektrischen Leitfähigkeit in ihrer Beziehung zu den Festigkeitseigenschaften eingehend behandelt. Mit besonderer Aufmerksamkeit wurden ferner die Arbeiten des Kaiser Wilhelm-Instituts für Metallforschung und des Institute of Metals verfolgt.

Der Jahrgang 1928 umfaßte:
12 Hefte mit 452 Seiten,
davon 2 Fachhefte:
„Dauerbruch", „Röntgenforschung".

Der Jahrgang enthielt:

65 Aufsätze,	978 Abbildungen,
73 Rundschaubeiträge,	173 Zahlentafeln,
54 Buchbesprechungen,	3 Bildtafeln.

Zeitschrift „Technik in der Landwirtschaft"

Als ein Organ, das sich an Landwirte, Ingenieure und Wissenschaftler wendet, erscheint die Zeitschrift in hohem Maße dazu berufen, den Erfahrungsaustausch zwischen industrieller und landwirtschaftlicher Technik zu fördern und die Bestrebungen der Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft durch das gedruckte Wort wirksam zu unterstützen. Indem sie die Möglichkeit schafft, bei dem gebildeten Landwirt tieferes Verständnis für die Technik zu wecken, indem sie dem Wissenschaftler Gelegenheit bietet, Ergebnisse seiner Forschungsarbeiten weitesten Kreisen bekanntzugeben und indem sie den Techniker über die neuesten Probleme des landwirtschaftlichen Maschinenbaues, insbesondere auch die im Ausland erzielten Erfolge, laufend unterrichtet, wird sie immer mehr zum Bindeglied zwischen allen an der Vervollkommnung der landwirtschaftlichen Technik interessierten Stellen.

Mit dem Jahrgang 1929 ist die Schriftleitung von Ziv.-Ing. *Zander* auf Prof. Dr. *Vormfelde* und Dr. *Schlabach* übergegangen. Der 4½jährigen Tätigkeit des Hrn. *Zander* als Schriftleiter verdankt die „Technik in der Landwirtschaft" eine Entwicklung, die ihren Ruf als hochstehende wissenschaftliche Zeitschrift gefestigt hat; die Wahl seiner Nachfolger bürgt dafür, daß die bewährte Tendenz der Zeitschrift weiterhin beibehalten wird.

Die „Technik in der Landwirtschaft" ist nunmehr das Organ folgender Körperschaften: Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft, Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft, Fachnormenausschuß für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte, Verband landwirtschaftlicher Maschinenprüfungs-Anstalten, der Geräteabteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Prüfungsberichte und Motorpflugüberwachung G. m. b. H.

Mit dieser Zusammenfassung ist erreicht, daß die Fachwelt über die gesamte deutsche Gemeinschaftsarbeit auf diesem Gebiet an einer Stelle auf dem Laufenden gehalten wird.

Die Arbeiten im Berichtsjahr bezogen sich vorzugsweise auf das Gebiet der Motorschlepper und Mähdrescher sowie auf Werkstofffragen im Landmaschinenbau. Besondere Beachtung verdienen die Untersuchungen über Heu- und Strohgebläse, über Vorrichtungen zur Grabenreinigung und die ausführlichen Berichte über französische und englische Landmaschinenausstellungen. Die Zeitschrift brachte die Veröffentlichung sämtlicher neuen Entwürfe des Fachnormenausschusses für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte und ließ naturgemäß der Tätigkeit der Arbeitsgemeinschaft „Technik in der Landwirtschaft" eingehende Berücksichtigung zuteil werden.

Der Jahrgang 1928 umfaßte 12 Hefte mit 294 Seiten.

Es entfielen auf:

allgemeine Mechanisierungsfragen	rd.	180 S
Versuchs- und Forschungswesen	rd.	70
Berichte über Neuerungen usw.	rd.	44

Dazu Beilagen:

„Mitteilungen des Verbandes landwirtschaftl. Maschinenprüfanstalten"	84
„Archiv des Landmaschinenwesens"	120

Der Jahrgang enthielt:
85 große Aufsätze,
60 kürzere Beiträge,
48 Prüfungsberichte d. Mitteilungen des Ve des landwirtschaftl. Maschinenprüfansta
955 Fachzeitschriftenreferate im „Archiv Landmaschinenwesens",
325 Abbildungen,
92 graphische Darstellungen

Zeitschrift für angewandte Mathematik Mechanik

In noch etwas höherem Maße als in den Vorja häufte sich im Berichtsjahre das Angebot an wissens lichen Originalarbeiten. Immer mehr zwingt der R mangel zur Ablehnung von Aufsätzen, deren Verö lichung nicht wertlos wäre, und zu weitgehender Kür der eingesandten Arbeiten. Für einen großen Teil des n Jahres ist der verfügbare Raum schon belegt. In der teilung des Stoffes über die verschiedenen Gebiete Technik hat sich nichts Wesentliches geändert.

Aus dem Inhalt der Zeitschrift sei besonders au Wiedergabe von Auszügen aus den auf der Hamb Jahresversammlung der Gesellschaft für angewandte M matik und Mechanik gehaltenen Vorträge im letzten des Jahrgangs verwiesen.

Der Jahrgang 1928 umfaßte:
6 Hefte mit 504 S

Der Jahrgang enthielt:
30 Aufsätze,
10 kleinere wissenschaftliche Mitteilungen,
92 Buchbesprechungen, Nachrichten, Zuschriften dergl.

Technische Zeitschriftenschau

Der letzte Jahrgang der „Technischen Zeitschri schau" ist ein besonders bemerkenswertes Beispiel die technisch-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit, von den großen technischen Vereinen zum Besten Fachgenossen geleistet wird. Der ursprüngliche He geber, der Verein deutscher Ingenieure, ist in Arbei meinschaft mit dem Verband Deutscher Elektrotechnike treten, der im Jahrgang 1928 zu den 6195 Referaten Vereines 4980 aus dem Gebiete der Elektrotechnik b steuert hat.

Die Anordnung der Fachgruppen, die schon im L des Vorjahres unter dem Gesichtspunkt entwickelt w zusammengehörende Fachgebiete möglichst hintereina aufzuführen, hat sich bewährt und wurde beibehalten. Neuerung ist die Einführung von Bezugszahlen am der einzelnen Fachgruppen zu erwähnen. Diese Za die dem Benutzer die Arbeit beim Suchen von Litera berichten erleichtern sollen, beziehen sich auf Berichte in andern Gruppen unter derselben Nummer eingefügt aber außerdem noch das Fachgebiet berühren, an de Ende sie stehen.

Der Leserkreis der „Technischen Zeitschriftensc setzt sich vorwiegend aus solchen Ingenieuren zusam denen es berufliche Anforderungen nahelegen, sich e Überblick über das gesamte Gebiet der Technik zu versc fen, wie z. B. Patentanwälte, beratende Ingenieure, Z ingenieure, ferner aus technischen Bibliotheken und hörden. Hierzu kommen die Kreise der Elektrotech deren Belangen durch die weitgehende Ausdehnung elektrotechnischen Teiles auf 8 Seiten je Heft besonders sprochen ist.

Der Jahrgang 1928 umfaßte 24 Hefte mit 524 Se
Er enthielt 11 175 Referate.

nische Auslandzeitschriften

ie Technischen Auslandzeitschriften „Engineering ress“ und „El Progreso de la Ingenieria“, an deren usgabe der Verein deutscher Eisenhüttenleute und der and Deutscher Elektrotechniker beteiligt sind, sollen n ngenieuren in den englisch und spanisch sprechenden ern von den neuesten Leistungen der deutschen nik und Industrie Kenntnis geben, zugleich aber auch lebung des Ansehens der deutschen technischen Leiren im Ausland dienen. Die Berichterstattung umfaßt esamte Gebiet der deutschen Technik.

s handelt sich in der Mehrzahl der Fälle um Originalate, jedoch sind auch einige Aufsätze von besonderem esse aus den deutschen technisch-wissenschaftlichen hriften übernommen und durch redaktionelle Überung der Eigenart der Auslandzeitschriften angepaßt en. Das ist notwendig, da diese Zeitschriften sich an Leserkreis wenden, der sich, ohne tief in die theoren Zusammenhänge einzudringen, an der Hand von Abbildungen und kurzem beschreibenden Text über stand der deutschen Technik und ihre Erzeugnisse richten will. Daß die Zeitschriften in der Tat diesem sch entgegenkommen und sich immer mehr zu aktuellen richtenorganen der deutschen Technik und Industrie usland entwickeln, beweist der Umstand, daß die in enthaltenen Aufsätze in immer steigendem Maße Ein in die Fach- und Tagespresse des Auslandes gefunden

er Jahrgang 1928 umfaßte in jeder Sprache:
12 Hefte mit 348 Seiten,
avon ein Sonderheft:
„Großkraftwerk Klingenberg“.

er Jahrgang enthielt:
13 Aufsätze und zahlreiche kleinere Beiträge,
73 Abbildungen, 2 Tafeln.

ufkraftanlagen
ennungskraftmaschinen
rtechnik und Hebezeuge
eugmasch. u. Werkstoffbearbeitung
b u. Wirtschaft
otechnik
au
u. Metallhüttenwesen
beitende Industrien
genieurwesen
hrswesen
dheitsingenieurwesen
offe
nsame Arbeitsgebiete u. Verschiedenes
0 10 20 30 40 50
Seiten

Ab. 5. Fachliche Inhaltsgliederung der Technischen Auslandzeitschriften.

nisch-geschichtliche Arbeiten

ie langjährige, gerade auf dem Gebiet technischchtlicher Arbeiten, besonders naheliegende und enge tsgemeinschaft zwischen dem Verein und dem Deut Museum führte im Berichtsjahr zum Abschluß eines ges, wonach künftighin in der Schriftenreihe „Deut Museum, Abhandlungen und Berichte“, im VDI-Verhrlich bis zu sechs Hefte erscheinen sollen, die das m seinen Mitgliedern zusendet. Die Schriftleitung nunmehr zwanglos herauszugebenden Folge wurde eutschen Museum Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *J. Zenneck* rof. Dr.-Ing. E. h. *C. Matschoß* übertragen.

n Dezember 1928 erschien der 18. Band des Jahr des Vereines deutscher Ingenieure „Beiträge zur Gete der Technik und Industrie“. Er widmet einen Raum den technischen Kulturdenkmälern, nimmt ondere Bezug auf die im Berichtsjahr erfolgte Grün der „Deutschen Arbeitsgemeinschaft zur Erhaltung scher Kulturdenkmäler“ durch das Deutsche Museum, eutschen Bund Heimatschutz und den Verein deut Ingenieure und gibt die von ihren Vorständen gegten Leitsätze zur Kenntnis. In seiner Literaturschau er zum erstenmal die Gliederung nach biographie und sachlichen Gesichtspunkten auf.

Der Band umfaßte 189 Seiten.
Er enthielt:
17 größere Aufsätze, 209 Textabbildungen,
20 kleinere Beiträge, 17 Bildnisse.

Die Fertigstellung der neuen deutschen Ausgabe von Agricolas Bergwerksbuch „De Re Metallica“ ermöglichte es, beim 25jährigen Jubiläum des Deutschen Museums am 6. Mai 1928 bereits die ersten Exemplare vorzulegen. Die sehr beifällige Aufnahme der Neuauflage erhellt aus der Tatsache, daß jetzt schon drei Viertel der Gesamtauflage abgesetzt sind.

Von technisch-geschichtlichen Werken erschienen:

In den Jahren 1909 bis 1927:
- Geschichte des Vereins deutscher Ingenieure, von Th. Peters.
- Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure, Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Band 1 bis 17.
- Männer der Technik. Ein biographisches Handbuch.
- Das Deutsche Museum, Geschichte, Aufgaben, Ziele. 1. Auflage.
- Grashof, ein Führer der deutschen Ingenieure 1826 bis 1893, von Paul Wentzcke.
- Verein deutscher Ingenieure 1856 bis 1926.
- Schriftenreihe Deutsches Museum: „Josef von Fraunhofer“, von J. Zenneck.

Im Jahre 1928:
- Georgius Agricola: „De Re Metallica“, herausgegeben von der Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum, München.
- Das Geschütz im Mittelalter, von Bernhard Rathgen.
- Schriftenreihe Deutsches Museum: „Die Entwicklung des deutschen Bergbaues“, von A. Schwemann, „Ludwig Franzius“, von G. de Thierry.
- Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure, Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Band 18.

In Bearbeitung sind:
- Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure, Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Band 19.
- Das Deutsche Museum, Geschichte, Aufgaben, Ziele, 2. Auflage.
- Schriftenreihe Deutsches Museum: „Wege und Ziele des Deutschen Museums“, von Walter von Dyck, „Heinrich Hertz“, von J. Zenneck, „Die Bibliothek des Deutschen Museums in München“, von Ludwig Hartmann, „Der Weg des Geistes in der Technik“, von Ludwig Erhard, „Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst“, von Emil Treptow, „Der Ehrensaal des Deutschen Museums“, von Wilhelm Exner.
- Geschichte der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.-G., „50 Jahre Kältetechnik“.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens

Die seit den letzten Jahren erfreulicherweise wieder in stärkerem Maße verfügbaren Mittel haben der Forschertätigkeit einen merkbaren Auftrieb verliehen, und auch den Wissenschaftlichen Beirat in die Lage versetzt, auf dem Wege über seine zahlreichen Ausschüsse die Durchführung wichtiger Untersuchungen zu fördern; viele ihrer Ergebnisse sind in den „Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens“ niedergelegt, von denen im Jahre 1928 14 Hefte erschienen. Für ihre Richtung ist kennzeichnend, daß ein großer Teil sich mit Fragen der Werkstoffkunde und mit Untersuchungen aus dem Verbrennungskraftmaschinenbau befaßt.

Im Jahre 1928 wurden folgende Arbeiten veröffentlicht:
- Statische und dynamische Untersuchung von Mündungsdampfmengenmessern.
- Beitrag zur Mengenmessung strömenden Dampfes mittels Stauringen.
- Der Zündverzug bei flüssigen Brennstoffen.
- Wärmedurchgang bei einfachen Körpern und Maschinen.
- Beitrag zur Beurteilung von Temperaturfeld und Wärmespannungen in mechanisch abgebremsten Scheiben.
- Versuche mit freiaufliegenden rechteckigen Platten unter Einzelkraftbelastung.
- Der Einfluß der mittleren Hauptspannung auf das Fließen der Metalle.
- Dauerversuche zur Bestimmung der Festigkeitseigenschaften, Beziehungen zwischen Baustoffdämpfung und Verformungsgeschwindigkeit.
- Über die Festigkeit einwandiger kegeliger Kolben.
- Über die Spannungsverteilung in Stangenköpfen.
- Das Förderhöhenverhältnis der Kreiselpumpen für die ideale und wirkliche Flüssigkeit.
- Über die Schmierschicht in Gleitlagern und ihre Messung durch Interferenz.
- Untersuchungen an der Dieselmaschine. Untersuchungen zur Dynamik des Zündvorganges.
- Untersuchung der von Spritzvergasern gelieferten Zerstäubung.

Buchwerke

Für die Buchveröffentlichungen des VDI-Verlages blieb auch im Berichtsjahr der Grundsatz weitgehender Beschränkung auf Arbeiten, die mehr oder weniger in unmittelbarem Zusammenhang mit der Tätigkeit des Vereines stehen, maßgebend. Die Zahl der Forschungshefte hat sich gegenüber dem Vorjahr verdoppelt.

Ein in der Lehre unserer Hoch- und Mittelschulen noch wenig gepflegtes Gebiet behandelt das Buch von *Richter* und *v. Voß* über „Bauelemente der Feinmechanik“,

in der dieser wichtige Zweig der Gestaltungslehre zum erstenmal systematisch durchgearbeitet wurde; es ist das ergänzende Lehrbuch zu dem Atlas „Konstruktionselemente der feinmechanischen Technik“, mit dessen Herausgabe sich der Verein „Fachschule für feinmechanische Technik“ ein großes Verdienst erworben hat.

Im Berichtsjahr konnte ferner die langerwartete zweite Auflage des Bandes II „Elektrotechnik“ der „Illustrierten Technischen Wörterbücher in sechs Sprachen“ von *A. Schlomann* erscheinen; ihm folgte das ebenfalls von *A. Schlomann* herausgegebene „Technologische Handbuch der Elektrotechnik und Elektrochemie“. Es wird leider von den deutschen fachlichen und industriellen Kreisen noch viel zu wenig gewürdigt, welche hohe nationale Bedeutung außer ihrem fachlichen Wert diesen beiden Werken zukommt; ihr Erscheinen war nur möglich dank einer bewundernswerten Zähigkeit und opferwilligen Arbeitsfreudigkeit des Herausgebers, der sich hierbei der weitestgehenden Unterstützung der Elektrotechnik, namentlich des Verbandes deutscher Elektrotechniker erfreuen konnte. Der V. d. I. ist stolz darauf, daß er den beiden Werken über die letzten Schwierigkeiten hinweghelfen konnte.

Einen mutigen Vorstoß gegen die Überheblichkeit der sogenannten Geisteswissenschaften unternimmt das Buch „Bildungswerte der Technik“ von *Weinreich*, der für die Auswertung der in der Technik liegenden erzieherischen Möglichkeiten für die Allgemeinbildung unseres Volkes kämpft und damit die kulturelle Wertung der Ingenieurtätigkeit festigen hilft.

In Gebiete, die für den Ingenieur heute noch etwas abseits liegen, führen zwei Bücher über das Problem „Technik im Heim“.

Aus dem Kerngebiet der Vereinstätigkeit seinen dem noch nachstehende Veröffentlichungen hervorgeh „Dampfkesselwesen in den Vereinigten Staaten“ *Münzinger*, „Industrieöfen“, von *Trinks*. „Kühlen Schmieren bei der Metallbearbeitung“, von *Gottwein* Verwendbarkeit der Röntgenverfahren in der Tec von *Kantner-Herr*. „Mechanische Schwingungen“ *Stauding*. „Handbuch für Flugzeugführer“, von *Bo*

Aus dem technisch-wirtschaftlichen Gebiet sei nannt: „Die Technik der Betriebsrechnung“, von „Grundplan der wissenschaftlichen Betriebsführu Bergbau“, von *Sieben*. „Die Besteuerung der Kra zeuge und Kraftstoffe“, von *Wiskott*. „Frachtv nisse und Frachtlage der amerikanischen Eisenindu von *Haniel*.

Von den technisch-geschichtlichen Werken ist dem 18. Bande der jährlich erscheinenden „Beiträ Geschichte der Technik und Industrie“, von *C. Ma* beachtenswert das Buch von *Rathgen:* „Das Gesch Mittelalter“. Mit der Vollendung der deutschen A von *Georgius Agricola:* „De Re metallica“ ist fer ein Werk zum Abschluß gekommen, das nach Inhal fang und Ausstattung eine der bedeutendsten Neue nungen der technisch-geschichtlichen Literatur der Jahre darstellt. Die in Pergamenteinband ausgeführt gabe wurde durch einige ledergebundene Exempla gänzt, von denen je eines dem Reichspräsidenten u Präsidenten der Vereinigten Staaten, *Hoover*, in An nung seiner Verdienste um die Herausgabe des V in englischer Sprache vom Deutschen Museum übe wurde.

TECHNISCH-WISSENSCHAFTLICHE ARBEITE

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT

Der Wissenschaftliche Beirat hat die Aufgabe, den Vorstand des Vereines bei der Durchführung wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeiten und bei Bereitstellung von Geldmitteln zur Unterstützung von Forschungen zu beraten. Er besteht zur Zeit aus 12 Personen; in seinem Rahmen wirken rd. 200 ehrenamtlich tätige Ausschußmitarbeiter; den Vorsitz führt der Kurator des Vereins.

Im Berichtsjahr wurden 126 Forschungen unterstützt, darunter 75 auch von andrer Seite, z. B. vom Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. Seit 1914 konnten für Forschungen rd. ¼ Mill. *RM* zur Verfügung gestellt werden. Der Beirat hielt seine Hauptsitzung am 12. März in Berlin ab[1]), die Ausschüsse tagten 26 mal, wobei 138 Vorträge gehalten wurden.

Wärmeforschung

Der Ausschuß für Wärmeforschung (gegr. 1924; Obm.: Hr. *Jakob*, Charlottenburg) faßt die auf dem Gebiete der Wärmestrahlung, der Wärmeleitung und des Wärmeüberganges führenden Forscher zusammen, die in seinen Sitzungen über ihre Arbeiten berichten. Seine Tätigkeit im Jahre 1928 galt vorwiegend folgenden Aufgaben:

Wärmeübertragung ohne Zustandsänderung
 durch natürliche Konvektion,
 „ künstliche Konvektion;
Wärmeübertragung mit Zustandsänderung
 durch Wärmeleitung,
 „ künstliche Konvektion;
Wärmestrahlung:
 Gesamtstrahlung,
 spektrale Verteilung;
Thermische Eigenschaften einfacher und zusammengesetzter Stoffe:
 Eigenschaften des Wassers und des Wasserdampfes,
 Wärmediagramme für feste, flüssige und gasförmige Kohlensäure,
 spezifische Wärme von Lösungen,
 Wärmeleitung pulverförmiger Körper;
Thermodynamische Vorgänge:
 Verbrennungsvorgänge,
 Verdampfen und Verdunsten,
 Neuere thermodynamische Fragen des I turbinenbaues.

Die Jahressitzung des Ausschusses fand als W tagung in Verbindung mit einer *Zeuner*-Feier am zember 1928 in Dresden statt.

Veröffentlichungen der Ausschußarbeiten br außer den VDI-Zeitschriften und andern Fachzeitsc die Forschungshefte 297, 298, 299, 300, 309, 310, 31

Im Berichtsjahr bearbeitete Forschungsaufgaben:

„Verdampfungswärme des Wassers bei Drücken oberhalb 10
„Wärmeübertragung strömender heißer Luft an Rohre und bündel.“
„Wärmeübertragung an Luftschichten durch Konvektion.“
„Einfluß des Wärmeüberganges auf die Temperaturmessung.“
„Spezifische Wärme höchstgespannten Dampfes.“
„Zerstäubung schwerer Brennöle.“
„Literaturübersicht der Wärmeforschung.“
„Umformung schwieriger Rechnungen in Schaubilder.“
„Wärmeleitung feuerfester Steine oberhalb 500 °.“
„Gesamtstrahlung von Kohlensäure und Wasserdampf bei hohe peratur.“
„Wärmeverteilung über dem Rost.“
„Wärmeleitfähigkeit von Metallen.“
„Strahlung feuerfester Baustoffe.“
„Verbrennungsvorgänge auf dem Rost bei Dampfkesselfeuerung
„Wasserumlauf in Dampfkesseln.“
„Verhalten feuerfester Stoffe bei hohen Temperaturen.“
„Spezifische Wärme von Gasen bei konstantem Volumen.“
„Einfluß des Speisewassers auf das Kesselblech.“
„Rechnungsunterlagen für wirtschaftlichste Isolierdicke.“
„Kondensation von heißem Sattdampf.“
„Messung großer Gasmengen.“
„Ursachen für das Klopfen von Vergasermaschinen.“
„Wärmeübergang aus einem mit Dampf geheizten wagerechten I ruhendes kaltes Wasser.“
„Abhängigkeit des Ausflußkoeffizienten von der Mündungsfo Dampfmesser.“
„Wärmeübergang von Rohrleitungen an Flüssigkeiten hoher Zäh
„Verhalten von Düsen und Stauringen bei Messung zäher Flüssig
„Kritik der Verfahren zur Güteprüfung fester mineralischer stoffe.“
„Untersuchung der thermischen Eigenschaften von Flüss gemischen.“

Vorträge auf der Tagung Dresden, 1. Dezember 1928:

Prof. Dr.-Ing. Nußelt, München: „Die Wärmeleitung von förmigen Körpern“.
Prof. Dr.-Ing. E. Schmidt, Danzig: „Über den Verdampfungsvor Siederohren“.
Prof. Dr.-Ing. Jakob, Charlottenburg: „Die Verdampfungswär Wassers bei Temperaturen bis 250 °“.

[1]) Vergl. den ausführlichen Bericht, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 24 S. 834.

Reg.-Rat Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Knoblauch, München: „Die ...fische Wärme c_p des überhitzten Wasserdampfes bis zu 120 at ... 400 ° C".
Dr.-Ing. Zerkowitz, München: „Neuere thermodynamische Fragen ... Dampfturbinenbaues".
Dr.-Ing. Plank, Karlsruhe: Das thermische Verhalten der Kohlen...tre, insbesondere bei tiefen Temperaturen einschließlich der ...en Phase".
...ugakovic: „Brennstoffanalyse mit der Bombe".
...ng. Lindner, Dresden: „Optische Untersuchung von Ver...nungsvorgängen".
... Leitner, Berlin: „Spezifische Wärme und Wärmeinhalt von ...ungen".
...ng. Lindner, Dresden: „Optische Untersuchung von Ver...ungsvorgängen".

...riebelehre

...er Ausschuß für Getriebelehre (gegr. 1926; Obm.: ...*Alt*, Dresden) bezweckt den Gedankenaustausch von ...senschaftlern und Fachleuten in der Praxis über Fragen ...itlicher Getriebelehre.

...m Berichtsjahr wurden zwei Unterausschüsse ge...t für:
„...egriffsbestimmungen" und „Getriebelehre an den Hochschulen".

...ie Jahressitzung des Ausschusses, die als Tagung ...r Getriebelehre am 24. und 25. September 1928 in Dresden ...and, befaßte sich mit der Entwicklungsgeschichte und ...heutigen Stand der Getriebelehre, der praktischen Be...ung der Raumgetriebe und zahlreichen Sonderfragen.

...räge auf der Tagung Dresden, 24. und 25. September 1928:
...of Dr.-Ing. Alt, Dresden: „Die Entwicklung und der heutige Stand ...r Getriebelehre und die wissenschaftliche Behandlung der in der ...axis auftretenden Aufgaben".
...Hofrat Prof. Dr. Grübler, Dresden: „Zur Entwicklungsgeschichte ...r Getriebelehre".
...of Dr. Doerfel, Brünn: „Bekämpfung der Unstetigkeitsfolgen bei ...llkurven, Wälzkurven und Schaltwerken".
...pl ng. Maul, Stuttgart: „Getriebepraxis bei Verpackungs...schinen".
...ng. Budnik, Dresden: „Über stufenlose, selbsttätige Umformer".
...Berger, Dresden: „Über ein stufenloses, regulierbares, mechani...es Schaltgetriebe".
...of Marx, München: „Verfahren zur unmittelbaren Bestimmung ...nematischer Größenverhältnisse".
...of Dr.-Ing. Alt, Dresden: „Die praktische Bedeutung der Raum...triebe".
...of Dr. Federhofer, Graz: „Die graphische Kinematik des räumlichen ...stems".
...pl ng. Bock, Dresden: „Über Sternradgetriebe".
...ng. Wanckel, Leipzig: „Synthetische Behandlung von Gelenkvier...ken mittels einer Rechentafel".
...ng. Hoecken, Berlin: „Die mechanischen Rechengetriebe".
...of Dr.-Ing. Alt, Dresden: „Einige Aufgaben aus dem Getriebe...aschinenbau".
...pl ng. Flocke, Dresden: „Über Schwingkurvengetriebe".
...ng. Liske, Dresden: „Vergleich zweier Vorschubgetriebe".
...of Dr.-Ing. Breinl, Prag: „Automatik und Wirtschaft und die For...rungen der Wirtschaft nach wissenschaftlicher Behandlung der ...triebelehre".
...of Dr.-Ing. Alt, Dresden: „Getriebelehre im konstruktiven Unter...icht".

...ehanische Schwingungen

...ie wachsende Erkenntnis der Notwendigkeit, bei der ...rchnung von Maschinen und Bauwerken auch die auf ...ingungserscheinungen zurückgehenden dynamischen ...spruchungen als wesentlich zu berücksichtigen, ver...den Arbeiten der im Schwingungsausschuß (gegr. ...24 Obm.: Hr. *Hort*, Charlottenburg) zusammen...schlossenen Fachleute aus Wissenschaft und Praxis ...ner größere Bedeutung. Diese Arbeiten beziehen sich ...iegend auf mechanische Schwingungen im Maschinen...u, im Hoch- und Tiefbau, im Eisenbetonbau sowie auf ...tersuchungen über Luftschall und Bodenschall und die ...renzenden Gebiete.

...m Berichtsjahr widmete sich der Ausschuß vor...and der Behandlung der in Verkehrsbauten und Fun...nten auftretenden Schwingungen und dem Verfahren ...r Schwingungsmessung. In 13 Vorträgen auf der Jahres...ung in Darmstadt im März 1928 wurden diese Fragen ...sführlich erörtert. Von den vom Schwingungsausschuß ...örderten Forschungsarbeiten wurden zum Abschluß ...racht:

„...ritische Übersicht der Schwingungsmeßgeräte und Meßverfahren, veröffentlicht in dem Buch von *H. Steuding:* „Messung mechanischer Schwingungen", VDI-Verlag 1928.

„...ämpfungsmessungen von Longitudinalschwingungen in verschiedenen Werkstoffen"

„Dauerversuche zur Bestimmung der Festigkeitseigenschaften, Beziehungen zwischen Baustoffdämpfung und Verformungsgeschwindigkeit", veröffentlicht in den „Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens", Heft 301.

Im Berichtsjahr bearbeitete Forschungsaufgaben:
„Dämpfungsmessungen von Longitudinalschwingungen in verschiedenen Werkstoffen".
„Ermittlung von Festigkeitszahlen bei Schwingungsdauerbeanspruchung".
„Kritische Übersicht der Schwingungsgeräte und Meßverfahren".
„Systematische Untersuchung von Schraubensicherungen".
„Dämpfungsfähigkeit von Baustoffen bei Drehschwingungen".
„Resonanz von Holzplatten u. dgl. bei Hörsamkeit von Räumen".
„Untersuchung von Fundamentschwingungen".

Vorträge auf der Jahrestagung Darmstadt, 30. und 31. März 1928:
Prof. Blaess, Darmstadt: Experimentalvortrag zur technischen Schwingungslehre: „Über Torsionsschwingungen".
Ob.-Baurat Dr. Saller, Regensburg: „Dynamik und Schwingungen am Eisenbahnoberbau".
Dir. Bühler, Bern: „Die Entwicklung der Messung dynamischer Wirkungen bei Brücken".
Prof. Hort, Berlin: „Heutiger Stand der Brückenschwingungstheorie".
Prof. Angenheister, Potsdam: „Seismische Untersuchungstechnik für die Zwecke der Wirtschaft und des Verkehrs".
Dr.-Ing. Menges, Buchschlag: „Schädliche Erschütterungswirkungen des Straßenverkehrs".
Privatdoz. Prager, Darmstadt: „Methoden zur Eigenfrequenzberechnung von Maschinenfundamenten".
Ob.-Ing. Schieferstein, Berlin: „Die Entwicklung schwingender, Leistung übertragender Mechanismen".
Dr. v. Boshuszewicz, Düsseldorf: „Neuere Schwingungsmaschinen".
Dr. Reutlinger, Darmstadt: „Bericht über eine experimentelle Untersuchung von Schwingungsmessern".
Dr. Heymann: „Der heutige Stand der Auswuchtmethoden Lawaczek-Heymann".
Dr. Lehr: „Erfahrungen beim Bau schwingungstechnischer Arbeitsmethoden".
Prof. Dr. Esau, Jena: „Ein neues Verfahren zur Materialprüfung und die mit ihm erzielten Ergebnisse".

Maschinenelemente

Je mehr schaffende Kräfte die neuzeitliche Entwicklung der Technik für die Vervollkommnung der Herstellverfahren in Anspruch nimmt, um so wichtiger erscheint es, zu verhindern, daß über der starken Betonung der Fertigung die Bedeutung der Gestaltung übersehen wird. Der Ausschuß für Maschinenelemente (gegr. 1927; Obm.: Hr. *Heidebroek*, Darmstadt) bezweckt, durch Beratung wissenschaftlicher Fragen der Konstruktion in einem geschlossenen Kreis von Wissenschaftlern und Praktikern der noch nicht gefundenen Lösung mancher grundlegenden Aufgaben auf dem genannten Gebiet näherzukommen.

Die Erörterungen im Berichtsjahre betrafen in der Hauptsache die Berechnung von Maschinenteilen unter Berücksichtigung der dynamischen Beanspruchungen. In den 11 Vorträgen auf der Jahressitzung am 25. und 26. September 1928 in Dresden kamen u. a. Fälle unzureichender Festigkeit, Getriebeuntersuchungen, Meß- und Versuchseinrichtungen, Fragen der Kerbwirkung, der Vorspannung zur Sprache.

Vorträge auf der Jahressitzung Dresden, 25. bis 26. September 1928:
Prof. Dr. Berndt, Dresden: „Messung der Schraubengewinde, ihr Verhältnis zu den Schneidezeugen und die Festigkeit der Schraubenverbindungen in Abhängigkeit von den Gewindetoleranzen".
Ob.-Ing. Salingré, Tegel: „Beispiele unzureichender Festigkeit an Schrauben von Marineköpfen".
Prof. Dr. Wewerka, Stuttgart: „Spannungserhöhung durch Kerbwirkung. Beispiele unzureichender Festigkeit an Maschinenteilen".
Dr. Altmann, Dresden: „Untersuchungen an Schraubgetrieben".
Dr. Modersohn, Deutz: „Die praktische Berechnung von Pleuelstangen".
Ob.-Ing. Hertrich, Dessau: „Versuchsanlagen zur Prüfung von Maschinen und Maschinenteilen".
Prof. Dr. Schenk, Breslau: „Vorspannung an Zylinderdeckeln".
Dr. Brenner, Adlershof: „Unzureichende dynamische Festigkeit bei Flugzeugkonstruktionsteilen".
Prof. Dr. Rötscher, Aachen: „Einheitsbezeichnungen für die Festigkeitslehre".
Prof. Dr. Schiebel, Prag: „Einfluß der Ausführungsfehler und Abnutzung auf die Festigkeitsbeanspruchung der Radzähne und Zahnräder".
Prof. Dr. Kutzbach, Dresden: „Praktische Riemenversuche".

Schweißtechnik

Die Tätigkeit des Fachausschusses für Schweißtechnik (gegr. Febr. 1925; Obm.: Hr. *Füchsel)* hat das Ziel, auf der Grundlage gemeinsamer Arbeit von Wissenschaftlern mit Fachleuten aus der erzeugenden und verwendenden Industrie die schweißtechnische Forschung zu fördern und die gewonnenen Erkenntnisse der Praxis unmittelbar nutzbar zu machen. Seine Aufgabe ist demgemäß die Sammlung der verstreuten Erfahrungen der Industrie und der Er-

gebnisse einzelner Forscher, sowie die Förderung und Auswertung technisch-wissenschaftlicher Untersuchungen. Der Arbeitsplan des Ausschusses umfaßt insbesondere:

die Prüfung der für Schweißungen in Betracht kommenden Geräte und Stoffe;
die Maßnahmen zur Unfallverhütung und Vorbeugung gegen Berufskrankheiten;
die Untersuchung konstruktiver und wirtschaftlicher Fragen;
die Aufstellung einheitlicher Zeichen und Bezeichnungen.

Der Forschungsplan umfaßte nach dem Stand vom 1. Januar 1929 38 Aufgaben; davon waren im Berichtsjahr in Arbeit: Untersuchungen über Vorgänge in Gaserzeugern, Brennern und im Schweißlichtbogen; Richtlinien für Ansprüche an Elektroschweißgeräte; Prüfverfahren; Ermittlungen über die Festigkeitseigenschaften geschweißter Konstruktionen u. a. m.

Zum Abschluß gelangten Untersuchungen über Schweißlichtbogen, Schweißstäbe, über die Wirtschaftlichkeit von Schweißungen, sowie Arbeiten über die Durchführung von Schweißkursen.

Der Fachausschuß veranstaltete im Berichtsjahr sieben geschäftliche Sitzungen und vier Sprechabende und Tagungen.

Die Arbeitsergebnisse des Ausschusses sind außer in den Zeitschriften des V. d. I. sowie der Fach- und Tagespresse in Normblättern, Lehrtafeln und den „Zwanglosen Mitteilungen des Fachausschusses für Schweißtechnik" bekanntgegeben. Weitere Veröffentlichungen erscheinen:

im Sonderheft „Schweißtechnik II" der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau",
im Forschungsheft *(Rimarsky-Streb)*: Einfluß der Verunreinigung von Sauerstoff und Acetylen auf die Wirtschaftlichkeit und Güte des Schnittes bzw. der Schweißnaht,
in dem Buch von *Kantner* und *Herr* (VDI-Verlag 1928): Die Verwendbarkeit der Röntgenverfahren in der Technik.

Im Berichtsjahr bearbeitete Forschungsaufgaben:

„Versuche zum Schweißen von Stahl mit hohem Kohlenstoffgehalt".
„Herstellung und Eichung eines elektrodynamischen Meßwerkzeuges für Lichtbogenschweißung vermittels Gleichstrom unter Benutzung leihweise überlassener Apparate".
„Genaue Messung der Temperatur der Azetylen-Sauerstoff-Schweißflamme".
„Untersuchungen über Materialtransport und physikalische Eigenschaften des Schweißlichtbogens".
„Beziehungen zwischen dem Reinheitsgrade des Azetylens und des Sauerstoffs bei Verwendung in Schweiß- und Schneidbrennern und der Wirtschaftlichkeit und Güte der Schweißnaht bzw. des Schnitts".
„Aufstellung von Richtlinien für die Beurteilung der blanken Schweißstäbe".
„Einfluß der Umwickelungen der Schweißstäbe auf Güte und Wirtschaftlichkeit der Schweißung".
„Untersuchung der möglichen Ersparnis an Löhnen, Gewicht und Profilsorten beim vollständigen Schweißen eines 200 t-Ölleichters".
„Vergleichsversuche mit genieteten und geschweißten Trägern hinsichtlich Kosten an Lohn und Werkstoff".
„Aufstellung von Richtlinien für die einheitliche Durchführung von Schweißkursen".

Vorträge auf Sprechabenden und Fachtagungen:

Fachtagung Wien, 16. bis 19. Februar 1928:
Prof. Dr.-Ing. Schimpke, Chemnitz: „Wirtschaftlichkeitsfragen der gesamten Schweißtechnik".
Dr.-Ing. Strelow, Hamburg: „Werkstoffübergang im Schweißlichtbogen".
Dr.-Ing. Strelow, Hamburg: „Ersparnis an Löhnen, Gewicht- und Profilsorten beim vollständigen Schweißen eines 200 t-Ölleichters".
Ing. Titscher, Linz: „Über blanke und ummantelte Stäbe, Einfluß der Ummantelung auf die Güte und Wirtschaftlichkeit der Schweißung".
Ing. Schwarz, Wien: „Vorschlag für Richtlinien zur Beurteilung bzw. Kennzeichnung eines elektrischen Schweißgerätes".
Dr.-Ing. Rosenberg, Weiz: „Automatische Auftrags- und Nahtschweißung mit Hilfe des elektrischen Lichtbogens".
Ob.-Reg.-Rat Dr. Rimarski, Berlin: „Verwendung von Dissousgas oder Entwicklergas. Verfahren und Einrichtungen zur Prüfung der porösen Massen für Stahlflaschen (Dissousgas)".
Ing. Brendler: „Neueste Werkzeuge in der Gasschmelzschweißung".
Prof. Dr.-Ing. Hilpert, Berlin: „Rückwirkung der Schweißtechnik auf die Gestaltung der Erzeugnisse".
Reichsbahnrat Kantner, Wittenberge: „Neueste Versuche mit Röntgenstrahlen in der Schweißtechnik".
Ob.-Baurat Bardtke, Wittenberge: „Schweißung von Nichteisenmetallen, Kupfer und seinen Legierungen, Aluminium und seinen Legierungen".
Ing. Fuchs, Kapfenberg: „Abnahmeversuche für Schweißdrähte, Vorschlag für Richtlinien zur Beurteilung von Schweißdrähten".
Dir. Vigener, Halle: „Die deutschen Bauvorschriften für Landdampfkessel und die Bewertung der Schweißnähte".
Ing. Oswald, Wien: „Erfahrungen über Unfälle in der Gas- und elektrischen Schweißung".

Fachtagung Essen, 8. Juni 1928:
Prof. Dr. Henning, Berlin: „Die Temperatur der Azetylen-Sau
Flamme".
Prof. Keel, Basel: „Fortschritte der Gasschweißverfahren".
Dr.-Ing. Strelow, Hamburg: „Untersuchung des Materialtra
und der physikalischen Eigenschaften des Schweißlichtbogen
Ing. Bung, Köln: „Untersuchung des Werkstoffüberganges u
physikalischen Eigenschaften des Schweißlichtbogens".
Dipl.-Ing. Herr, Berlin: „Untersuchungen von Schweißung
Röntgenstrahlen".

Sprechabend Saarbrücken, 9. November 1928:
Dir. Haselbacher, Frankfurt a. Main: „Das Anwendungsgeb
Gasschmelzschweißung in Industrie und Handwerk".
Dipl.-Ing. Falk, Charlottenburg: „Neuere Erforschung der Vorgä
Schweißlichtbogen".

Sprechabend Stuttgart, 19. Dezember 1928:
Dr. Pothmann, Frankfurt a. Main: „Über das Schweißen von
eisenmetallen".
Prof. Dr.-Ing. Hilpert, Berlin: „Neuere Untersuchungen am elek
Schweißlichtbogen". (Mit Lichtbildern und Filmen.)

Anstrichtechnik

Der Fachausschuß für Anstrichtechnik (gegr.
Obm.: Hr. *Ellerbeck*, Berlin), bezweckt den Zusammen
führender Fachleute aus Erzeuger- und Verbraucherk
sowie aus Kreisen der Wissenschaft zur Förderun
Nutzbarmachung wissenschaftlicher Bestrebungen au
Gebiete des Anstrichs, zur Entwicklung des mechan
Streichens und zur Verbreitung anstrichtechnische
danken in den weitesten Kreisen der Allgemeinheit
wirtschaftlichen Neutralität entsprechend gehören ih
genieure, Chemiker, Verwaltungsbeamte und Handv
als Mitglieder an. Sein Arbeitsplan umfaßt insbeso

die Anstrichstoffe und Werkstoffprüfungen;
die Anstrichtechnik als solche, wie Arbeitsvorber
durch Entrosten, Aufrauhen, Holztrocknung u.
die Anstrichgeräte, sowohl handwerkliche als
neuzeitliche mechanische Geräte; die Anstrichv
ren, z. B. die Spritzlackierung, Werkstattentl
Trockeneinrichtungen für Schnellackierung u.
allgemeine Fragen des Anstrichgebietes unter B
sichtigung auch der ästhetischen Bedeutung der
gebung.

Der Forschungsplan umfaßt nach dem Stand
1. Januar 1929 36 Aufgaben, davon waren im Berich
in Arbeit: Untersuchungen über Lacke, Farbenmi
gen, Bindemittel, über Verfahren des Rostschutze
Entrostung, der Trocknung und Schnellprüfung sowi
die Ausbildung von Spritzpistolen und die Unters
zwischen gestrichenen und gespritzten Farben.

Zum Abschluß gelangten Arbeiten über das ne
Spritzen von Ölfarben, über Mittel zur Erzielun
Wetterbeständigkeit von Lithoponen, über die Wi
von Kreidezusätzen bei Buntfarben sowie über die
flüsse der Niederschlagfeuchtigkeit auf die Haltb
von Anstrichen.

Der Fachausschuß veranstaltete im Jahre 192
31. Dezember 1928) sechs geschäftliche Sitzungen
13 wissenschaftliche Sprechabende und Tagungen; a
4. Farbentagung in München am 17. und 18. Februa
war er als Mitveranstalter beteiligt.

Die Arbeitsergebnisse des Ausschusses sind, au
den Zeitschriften des V. d. I., der Fach- und Tages
in den „Zwanglosen Mitteilungen des Fachausschuss
Anstrichtechnik" und in einer besondern Schrifte
veröffentlicht, in der bisher erschienen:

Heft 1: Dr.-Ing. *Nettmann:* „Vergleichende Ver
mit Farbspritzpistolen".

Heft 2: Dr. *Droste:* „Seifenbildung im Anstric

Im Druck ist die Schrift von Dr. *H. Wolff:* „Ei
der Nitrozellulose-Lacke für Holzanstriche".

Im Berichtsjahr bearbeitete Forschungsaufgaben:

„Untersuchung der für Rostschutzfarben zweckmäßigsten Binder
„Wechselwirkung zwischen Körperfarben und Bindemitteln und i
fluß auf die Haltbarkeit der Anstriche bei:
a) Zinkfarben,
b) Bleifarben,
c) Titanfarben."
„Untersuchungen über Verlängerung der Lebensdauer von Überzü
aus Holzöl. Verwendungsunterschiede von Leinöl und Ho
deren Mischungen als Farbenbindemittel."
„Einfluß der Pigmente auf die technologischen Eigenschaften der
filme aus Leinöl, Holzöl und deren Mischungen unter Berüc
gung der Verdünnungsmittel."

...chungen über die Haltbarkeit von Nitrolacken auf Edelhölzern Freien."
...h der Brauchbarkeit von Zellulose-Kombinationslacken mit den ...er gebräuchlichen Lacken."
...ehung der Entrostung mittels Stahlsand sowie der Möglichkeit, benutzten Stahlkies zurückzugewinnen und aufzubereiten."
... vorteilhaft, ein Chromgrün oder Chromgelb mit Zinkweiß zu ...tzen und ein Zinkgrün oder Zinkgelb mit Bleiweiß? Schadet ...e derartige Mischung? Wie verhalten sich solche Mischungen Rostschutzfarben?"
...ng eines Saugkörpers in der Spritzzone des Farbenzerstäubers. ... der Strömungsverteilung qualitativ und quantitativ."
...g der Luftmenge an der Saugseite des Ventilators. Ausbildung ...gerüssels zu wirtschaftlichen Arbeiten, Messung der Leistung ...gventilator der Nebelsaugeanlage. Prüfung des Wirkungs...des bei festliegender Spritzpistole. Untersuchung der günstigsten ...beitsweise einer Pinselpistole."
...chen Unterschiede in der Haltbarkeit von Farben, die gestrichen ...d solchen, die gespritzt werden, insbesondere bei Brücken und ...zeugen?"
...suchung der Möglichkeit, das Quellen von Leinölfilmen soweit ...abzusetzen, daß sie den entsprechenden Holzölfilmen ebenbürtig ...rden."
...e besonderen Anforderungen sind an ein Schnellprüfverfahren ... rostschützende Grundanstriche zu stellen und welche Form seiner ...wendung wird vorgeschlagen?"
...idchemische Untersuchungen der Vorgänge beim Trocknen von ...farben."
...suchungen über Rostschutz von Bauwerken und Geräten."
...suchungen über Rostschutz von Luft- und Kraftfahrzeugen."
...graphie der Buntfarben."
...gung des Belichtungsverlaufs der wichtigsten Körperfarben ein...ließlich Abmischung mit verschiedenen Substraten und Anreibung ...t verschiedenen Bindemitteln."
...eichende Untersuchungen von Trockenstoffen."

...chlossene Arbeiten:

...suchungen über das nebellose Spritzen von Ölfarben,
... Wirkung des Farbenzerstäubers auf eine ebene Fläche,
...hierbei notwendige hygienische Einrichtungen bei Verwendung von Bleifarben."
...che Wege bieten Aussicht, eine Wetterbeständigkeit von Lithopone ... erreichen?"
...wirkt ein Zusatz von Kreide bei Buntfarben für Anstrichzwecke?"

...räge auf Sprechabenden und Fachtagungen:

...chabend Leipzig, 3. Februar 1928:
...of. Dr. Scheiber, Leipzig: „Die Bindemittel für Anstrichstoffe."

...chabend Köln, 15. Februar 1928:
...asquin, Köln: „Neuzeitliche Spritzlackierung."

...chabend Karlsruhe, 3. April 1928:
...ing. Meeß, Karlsruhe: „Die Bewertung der Anstrichstoffe durch ...s Malerhandwerk."

...chabend Erfurt, 28. April 1928:
...ollmann, Meiningen: „Anstrichstoffe und ihre verschiedenartige ...gnung für Industriezwecke."
...ettmann, Charlottenburg: „Neuere Entwicklung des Sandstrahl...bläses als Arbeitsvorbereitung des Anstrichs und Kabinen zur voll...ändigen Ausführung des Spritzens."

...chabend Breslau, 21. Mai 1928:
...ürth, Schlebusch: „Die Normung der Anstrichstoffe als wesent...hes Hilfsmittel zur Förderung der Anstrichtechnik."

...chabend Braunschweig, 9. Juli 1928:
...ng. Erdmann, Magdeburg: „Moderne Anstrichtechnik in der Ma...hinenindustrie."

...chabend Saarbrücken, 30. Juli 1928:
...ing. Faber, Charlottenburg: „Neue vergleichende Versuche mit ...arbspritzpistolen." (Mit Lichtbildern.)
...r. Bratke, Berlin: „Wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit im An...richgewerbe."

...chabend Frankfurt a. M., 14. September 1928:
...Kettmann, Charlottenburg: „Neueste vergleichende Versuche mit ...arbspritzpistolen."
...rün, Düsseldorf: „Schutz von Beton durch Bitumenanstriche."

...chabend Danzig, 1. Oktober 1928:
...ans Wolff, Berlin: „Anstrichtechnische Fragen des Schiffbaues."

...chabend Königsberg, 2. Okober 1928:
...ing. Wömpner, Spandau: „Anstrichtechnische Fragen in der Land...rtschaft." Mitberichterstatter Prof. Foedisch, Königsberg.
...sser, Hamburg: „Anstrichtechnische Fragen im Schiffbau."
...urat Lorenz: „Neuere Arbeiten im mechanischen Anstreichen der ...ichsbahn."

...chabend Dresden, 12. November 1928:
...o Krüger, Dresden: „Die Möglichkeit einer Normung der Farben ...d die Frage ihrer Zweckmäßigkeit für die Praxis des fachlich ...schulten Handwerks."
...ürth, Schlebusch: „Die Möglichkeit einer Normung der Anstrich...ffe und die Frage ihrer Zweckmäßigkeit für die Praxis des ...chlich geschulten Handwerks."

...chabend Stuttgart, 4. Dezember 1928:
...cheifele, Heidelberg: „Die Lagerung der Anstrichstoffe im Winter ...d die hierbei eintretende Veränderung."
...agner, Stuttgart: „Emulsionsbindemittel."
...aeger, Stuttgart: „Wirkung der Witterung auf Holzanstriche."

...chsitzung Essen, Juni 1928:
...urat Luther, Berlin: „Die technische Vorbereitung für Anstriche."
...aurat König, Magdeburg: „Bewährung der verschiedenen Anstriche ... Eisenbahnfahrzeugen."
...roste, Leverkusen: „Seifenbildung im Anstrich."

Staubtechnik

Der Fachausschuß für Staubtechnik (gegr. Febr. 1928; Obm.: Hr. *Barkow*, Berlin) bezweckt den Zusammenschluß von führenden Fachleuten wie Ingenieuren, Ärzten, Gewerberäten u. a. zur Förderung und Nutzbarmachung wissenschaftlicher Bestrebungen auf dem Gebiete der Staubtechnik. Sein Arbeitsplan erstreckt sich auf die Bekämpfung ungewollten Staubes, die gewollte Staubgewinnung und -verwertung und die Staubmeßtechnik.

Die Arbeiten im Berichtsjahr galten vorwiegend Fragen der Meßtechnik, der Explosionen, des gewerblichen Arbeiterschutzes, sowie Filterstoffuntersuchungen. Sie werden in den Untergruppen des Arbeitsausschusses durchberaten.

Der Fachausschuß veranstaltete im Jahre 1928 vier Sitzungen in Berlin, auf denen vorwiegend die Fragen des Straßen- und Industriestaubes, Staubexplosionen, der Staubmessungen und der Filterstoffe behandelt wurden.

Die Arbeitsergebnisse des Ausschusses sind außer in Zeitschriften in den „Zwanglosen Mitteilungen des Ausschusses für Staubtechnik" veröffentlicht.

Vorträge auf Sitzungen:

Patentanwalt Dr.-Ing. Meldau: „Literatursammlung".
Dr.-Ing. Förderreuther, Dir. Dr.-Ing. Schulte: „Kohlenstaub-Fragen".
Gewerberat Dr. Bender, Reg.-Rat Dr. Engel: „Staubfragen in Industriebetrieben".
Mag.-Oberbaurat Bree: „Straßenstaub".
Ob.-Ing. Loch: „Staubexplosionen".
Patentanwalt Dr.-Ing. Meldau: „Untersuchung von Filterstoffen".
Patentanwalt Dr.-Ing. Meldau: „Stand und Aufgabe der Meßtechnik".
Dr.-Ing. Förderreuther: „Kohlenstaubmeßwesen".

Dampfkesselwesen

Der Ausschuß für Dampfkesselwesen (gegr. 1921; Obm.: Hr. *Eberle*, Darmstadt) bildet die Sammelstelle für alle Fragen des Dampfkesselwesens, die in Gemeinschaftsarbeit von Wissenschaft und Praxis, von Erzeugern und Verbrauchern geklärt werden müssen. Zur praktischen Behandlung von Einzelfragen sowie zur Durchführung der die Forschung ergänzenden Versuche bestehen Unterausschüsse für:

Dampfkesselfeuerung (gegr. 1925; Obm.: Hr. *Schulte*, Essen).

Untersuchungen über die Erhöhung der spezifischen Rostleistung, sowie über die Anpassungsfähigkeit an den wechselnden Betrieb für Steinkohle.

Speisewasser (gegr. 1925; Obm.: Hr. *Eberle*, Darmstadt).

Abschluß von Untersuchungen über:

- die Einwirkung bestimmter Säuren und Laugen auf den Kesselwerkstoff und die Mittel zur Behebung dieser Einwirkung;
- die Bildung und Zusammensetzung des Kesselsteins und seine Wärmeleitzahlen;
- den Einfluß Kaliendlauge enthaltenden Speisewassers in modernen Kesselanlagen.

Weiterführung von Untersuchungen über:

- die Dampfleistung als Funktion des Dampfraumes eines Heizkessels;
- die Abhängigkeit des korrodierenden Einflusses der Laugen von der Werkstoffbeanspruchung;
- die Einwirkung von Säuren und Laugen auf den Werkstoff.

Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse in der VDI-Zeitschrift und im Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen, sowie Herausgabe von Sonderheften als „Zwanglose Mitteilungen des Speisewasserausschusses".

Vorwärmer (gegr. 1923; Obm.: Hr. *Bauer*, Berlin-Dahlem).

Herausgabe von Richtlinien über die Anforderungen, die für die Wahl des Werkstoffes und die Bauausführung des Rauchgasvorwärmers maßgebend sind.

Regeln für Leistungsversuche

Die Regeln verfolgen den Zweck, einheitliche Vergleichsgrundlagen für die Ermittlung der Leistung zu schaffen und geeignete Verfahren zur Nachprüfung der Gewährleistungen Erzeugern und Verbrauchern an die Hand zu geben. Sie erfassen heute bereits alle wesentlichen Kraft- und Arbeitsmaschinengattungen. Aufgebaut in gemeinsamer Arbeit der herstellenden und verbrauchenden Industrie und unterstützt von Vertretern der Wissenschaft und der Behörden, bilden sie von allen beteiligten Kreisen anerkannte und empfohlene Richtlinien zur Vermeidung von Schwierigkeiten bei der Abnahme.

Für das Berichtsjahr kennzeichnend waren besonders die Bemühungen um eine zwischenstaatliche Angleichung und gegenseitige Anerkennung der nach Landesregeln festgesetzten Abnahmeversuche. Diese Aufgabe hat für das gesamte Gebiet der Antriebmaschinen zur Stromerzeugung die Internationale Elektrotechnische Commission (I. E. C.) übernommen, deren Deutsches Nationales Komitee die Vertretung der deutschen Interessen dem V. d. I. übertragen hat.

Der Stand der Arbeiten bei den einzelnen zur Festsetzung der Regeln eingesetzten Ausschüssen war folgender:

Ventilatoren und Kompressoren (gegr. 1907; Obm.: Hr. *Stach*, Bochum). Weiterführung der Untersuchungen an kleinen Gebläsen zur Bewetterung von Nebenstrecken unter Tage.

Dampfkraftanlagen (gegr. 1896; Obm.: Hr. *Dörfel*, Prag). Fertigstellung bzw. Weiterbearbeitung der Erläuterungen über Brennstoffuntersuchungen, der Richtlinien für die Ausarbeitung von Feuerungsuntersuchungen und der Formblätter (Vordrucke) für Abnahmeversuche an Dampfkesseln, Dampfmaschinen und Dampfturbinen.

Dampfturbinen (gegr. 1928; Obm.: Hr. *Josse*, Berlin). Ausarbeitung eines deutschen Entwurfs als Beratungsunterlage für die zwischenstaatlichen Richtlinien für die Abnahmeprüfung von Dampfturbinen und Vorlegung des Entwurfs auf der ersten internationalen Tagung der I. E. C. für Dampfturbinen im Haag (20. bis 25. Mai).

Kaminkühler (gegr. 1917; Obm.: Hr. *Hübscher*, Dortmund). Vollständige Neubearbeitung der Regeln um einwandfreie Kühlerprüfungen zu ermöglichen. Aufnahme von Meßgeräten und Verfahren sowie von durchgerechneten Musterbeispielen.

Verbrennungsmotoren (gegr. 1904; Obm.: Hr. *Nägel*, Dresden). Überarbeitung und Ergänzung der bestehenden Regeln durch Abschnitte über Vergasermotoren und Abwärmeverwerter.

Kreiselpumpen (gegr. 1925; Obm.: Hr. *Pfleiderer*, Braunschweig). Erste Ausgabe der „Regeln für Leistungsversuche an Kreiselpumpen, 1928".

Wasserkraftmaschinen (gegr. 1925; Obm.: Hr. *Galland*, Berlin). Umbildung des früheren Ausschusses in den Deutschen Hydraulik-Ausschuß. Völlige Umarbeitung der bestehenden Regeln nach Maßgabe der zwischenstaatlichen Abmachungen im Rahmen der I. E. C. und Erweiterung durch Anhänge über die Art der Wassermessungen, der Gefällebestimmungen, des Wirkungsgrades usw.

Schätzung der Rohwasserkräfte (gegr. 1928; Obm.: Hr. *Gährs*, Berlin). Ausarbeitung eines Gutachtens zur Festlegung des deutschen Standpunktes in einigen zur internationalen Erörterung gestellten Fragen über geeignete Verfahren zur Schätzung der Rohwasserkräfte; die Möglichkeit eines zwischenstaatlichen Übereinkommens.

Wärme- und Kälteschutzanlagen (gegr. 1927; Obm.: Hr. *Hencky*, Leverkusen). Durchberatung eines Entwurfs zur eindeutigen Bestimmung der Berechnungsgrundlagen für die Ermittlung der Wärmeverluste, und Angaben über die Art und den Wert der verschiedenen Gewährleistungen, sowie über die
fahren zu ihrer Nachprüfung.

Lieferbedingungen für Isolierstoffe (
1929; Obm.: Hr. *Hencky*, Leverkusen). Ziel der T
keit ist Aufstellung einheitlicher von Hersteller
Verbrauchern anerkannter Lieferbedingungen
Ausarbeitung eines einheitlichen Angebotvordru

Lastenketten (gegr. 1928; Obm.: Hr. *Görke*,
mathe). Vorbereitung von Entwürfen über die
forderungen an den Werkstoff, die Prüfverfahren
Überwachungsmaßnahmen im Betrieb.

Strömungsmesser (gegr. 1928; Obm.: Hr. .
Berlin). Aufgabe ist, in engster Fühlung mit
Fluid Meter Committee bei der American Socie
Mechanical Engineers für das Meßgerät eine N
form zu schaffen, die für möglichst alle in I
kommenden Mittel eine konstante Durchflußzah
gibt.

Drahtseilforschung

Der Ausschuß für Drahtseilforschung (gegr.
Obm.: Hr. *Woernle*, Stuttgart) bezweckt die Förd
wissenschaftlicher Arbeiten über Drahtseile.

Auf der im November 1928 in Stuttgart abgehal
Sitzung berichtete Hr. *Woernle* über seine planmä
Untersuchungen der Einflüsse auf die Lebensdauer
Drahtseilen. Die Arbeiten galten vorwiegend Ermi
gen über die Bedeutung der Schlagart, der Anzahl D
im Seil, des Drahtdurchmessers, des Rollendurchme
der Schmierung u. dergl. Die Forschungsergebnisse l
erkennen, daß die Einflüsse verschiedener Faktoren
die Lebensdauer bislang vielfach unzutreffend beu
worden sind und sich Hersteller wie Verwender
Seilen in wesentlichen Punkten neue Erkenntniss
eigen machen müssen. Nähere Ausführungen hierzu
hält die VDI-Zeitschrift 1929 Nr. 12.

Textiltechnik

Die deutsche Textiltechnik entbehrt bislang noch
wissenschaftlichen Zusammenfassung ihrer sehr verz
ten Teilgebiete. Ohne hier in die wertvolle Einzel
eingreifen zu wollen, will der auf die mehrfach an
Verein ergangene Anregung im Berichtsjahr gegrü
Fachausschuß für Textiltechnik (Obm.: Hr. *Me*
Dresden) auf dem Wege zwangloser Aussprache
strittige Fragen — z. B. der Materialprüfung oder
günstigsten Verarbeitung in Spinnerei, Weberei usw
sowie durch kritische Berichterstattung über Fortsc
auf den verschiedenen Gebieten des Textilwesens i
und Auslande die wissenschaftlichen Erkenntnisse in
Zusammenfassung vertiefen und für ihre praktische
wertung reif machen.

Die erste Tagung der Fachgruppe am 17. und 18
vember 1928 in Stuttgart gab mit 12 Vorträgen bereit
Bild von der Vielseitigkeit der Aufgaben, die heute
Textilingenieur naheliegen und eine eingehende Behand
erfordern. Neben rein technischen und wirtschaftl
Fragen kamen hierbei auch die hygienischen Ges
punkte wie Staub- und Geräuschbekämpfung in T
betrieben zum Ausdruck.

Die zusammenfassende Veröffentlichung der auf
Stuttgarter Tagung gehaltenen Vorträge enthält das I
heft „Textiltechnik" der VDI-Zeitschrift 1929 Nr. 9

Vorträge auf der Fachtagung, Stuttgart, 17. u. 18. November 19

Prof. Dr.-Ing. Johannsen, Reutlingen: „Über einige textile Rat
sierungsfragen".

Dr.-Ing. Gminder, Reutlingen: „Neue Aufbereitungsmaschinen
Bastfasern".

Dir. Birkhofer, Crefeld: „Tagesfragen im Bau von Webstühle
Vorbereitungsmaschinen; Bedürfnisse, Wünsche und Anreg
aus der Seidenweberei".

Prof. Dr.-Ing. Meister, Dresden: „Bedeutung der Luftbefeuchtu
Baumwollspinnereien und Baumwollwebereien".

Dr.-Ing. Meldau, Berlin: „Staubbeseitigung in Textilbetrieben".

Ing.-Chem. Schmidt, Stuttgart: „Tagesfragen des Maschinenbau
Ausrüstungsindustrie".

Dr. Hempel, Teichwolframsdorf i. Sa.: „Verbesserungen an Kamm
krempeln".

Ob.-Reg.-Rat Denker, Frankfurt a. O.: „Geräuschverhütung in
bereien".

auz Reutlingen: „Neuere Webverfahren (Gabler, Nicolet, Rundstuhl von Jaboulez-Diederichs)".
g. Toenniessen, Tübingen: „Der Stand der Walzenstreckwerke in der Baumwollspinnerei".
rtel, Charlottenburg: „Geschwindigkeitsregelung von Ringspinnmaschinen".
se, Chemnitz: „Der heutige Stand der Ausrüstungsmaschinen Kunstseide".

stenwesen

as industrielle Rechnungswesen ist heute ein unerer Bestandteil der beruflichen Ausbildung und Täkt des Ingenieurs. Der Ausschuß für Kostenwesen, rühjahr 1927 gegründet, will in Fortbildung des ndplanes der Selbstkostenberechng die wissenschaftlichen Grundlagen dieses Fachbtes für den Ingenieur vertiefen und in die für chaffende Praxis bestgeeignete Form bringen. Er t hierbei besonderen Wert auf engstes Zusammenn mit den wirtschaftlichen Verbänden. Die Fühlunge mit einer Reihe führender Körperschaften wie dem n Deutscher Maschinenbau-Anstalten, dem Ausschuß r wirtschaftliche Verwaltung und der wissenschafthi Abteilung des Österreichischen Vereines deutscher gieure kommt diesen Bestrebungen sehr zugute.

ie Arbeiten des Ausschusses erstrecken sich auf die ltung von Vorträgen und Vortragsreihen, die ausgabe von einschlägigen Schriften, Veröffentngen in der Fachpresse, den Ausbau einer Schriftartei sowie die Beobachtung und Förderung der ebswirtschaftlichen Ausbildung des Ingenieurs an hischen Hoch- und Mittelschulen.

er Ausschuß veranstaltete im Berichtsjahr:
10 Ausschußsitzungen,
9 Vorträge,
2 Vortragsreihen,
1 Versuchslehrgang

ieben Doppelstunden zur Erprobung der günstigsten aussetzungen für einen geplanten seminaristischen hgang über „Abrechnungswesen im Industriebetriebe".

ie Schrifttumkartei enthält zur Zeit rd. 700 Quellenweise; eine Lichtbildsammlung und die Einrichtung r Schrifttumkartei für Vortragszwecke wurde bethen.

eröffentlichungen:

achbeilage „Industrielles Rechnungswesen" der VDI-Nachrichten 1928 Nr. 41;

ufsatz „Betriebsüberwachung durch Plankostenrechnung" in VDI-Zeitschrift 1928 Nr. 36 und 38;

ufsätze in „Technik und Wirtschaft" und Beiträge in den ADB-Mitteilungen.

hriften: Merkblatt 1:

Übersicht über Arbeitsgebiete des vorbereitenden Ausschusses" (bereits erschienen).

ie Merkblätter über industrielles Rechnungswesen sind im Vorentwurf abgeschlossen und stehen vor der Drucklegung.

triebstechnik

ie Erkenntnis, daß der Vertrieb unserer Erzeugss der gleichen tiefgründigen Durchbildung bedarf wie re Herstellung, gewinnt gerade bei unserer heutigen schaftslage steigende Bedeutung. Obwohl die Berbeit einer großen Anzahl von Fachgenossen dem rieb gewidmet ist, geschah bisher im Verein deuthe Ingenieure für die fachliche Fortbildung und die maßige Pflege der wissenschaftlichen Belange dieser tenswerten Gruppe wenig. Es ist für unsere Insie von lebenswichtiger Bedeutung, daß sie über m Stab gut vorgebildeter Vertriebsingenieure verg die in der Lage sind, mit dem Rüstzeug exakter enschaft in die Zusammenhänge des in- und ausländen Absatzes hineinzuleuchten und für die Aushfung vorhandener Absatzmöglichkeiten die besten tl anzuwenden. Absatzpflege ist heute nicht mehr n eine Angelegenheit geschickter mündlicher und schriftlicher Darstellung; sie verlangt vertiefte Kenntnis aller Zusammenhänge, die zwischen fabrikfertigem Erzeugnis und Bedarfsdeckung bestehen. Die landläufige Auffassung, die dem Vertriebsingenieur im wesentlichen nur die Werbung und den Verkehr mit den Kunden zuweist, ist der Industrie und der Bewertung dieses wichtigen Berufsstandes abträglich.

Die Gründung der Fachgruppe „Vertriebsingenieure" im Anschluß an die vorjährige Hauptversammlung fand daher einen unerwartet starken Widerhall. Die Fachgruppe soll in der gleichen Weise, wie es die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure für die Fertigung ist, der geistige Mittelpunkt für die im Vertrieb stehenden Ingenieure werden; sie steht in enger Fühlung mit wirtschaftlichen Industrieverbänden, dem Reichsamt für Statistik, dem Preußischen Handelsministerium, dem Reichsverband für Groß- und Überseehandel u. a.

Ihre Tätigkeit erstreckt sich auf die Abhaltung von Vorträgen, die Herausgabe von Schriften und Veröffentlichungen in der Literatur, sowie die Schaffung von Anschauungsstoff. Nach Maßgabe der grundsätzlichen Arbeitsteilung im Vertrieb bestehen bei der Fachgruppe fünf Einzelausschüsse für:

Marktanalyse, Vertriebskosten,
Vertriebsorganisation, Bürotechnik im Vertrieb,
Verkehr und Verpackung.

Im Berichtsjahr befaßte sich die Fachgruppe vorwiegend mit:

Ermittlung von Absatzreichweiten auf Grund der Frachtgrundlage für Nadelholz, Laubholz, Zucker und Kohle;

Zusammenstellung von Beispielen durchgeführter Marktanalysen für Landmaschinen, Motorschlepper und Sägewerkmaschinen;

Bearbeitung eines Handbuches für Überseemarktkunde;

Bearbeitung eines Vertriebshandbuches.

Die Fachgruppe veranstaltete im Jahre 1928:

1 Fachtagung, 4 Vortragsabende,
2 Vollsitzungen und 1 Teilausschußsitzung,
ferner 1 Wanderschau „Der Vertriebsingenieur" mit Einzeldarstellungen über Marktanalyse, Vergleiche über Vertriebskosten und Umsatzentwicklung, Kaufkraftuntersuchungen.

Die Schau wurde gezeigt in:

Essen, anläßlich der Hauptversammlung des V. d. I. (9. bis 11. Juni 1928),

Berlin, im Ausstellungsraum „Sinnarbeit" des V. d. I. (Juni bis August 1928) und anläßlich der Hauptausschußsitzung des Reichsverbandes der deutschen Industrie (14. September 1928),

Amsterdam, auf der Tagung des Neederlandsch Institut voor Efficiency (18. bis 24. Dezember 1928),

Stuttgart (25. Januar bis 12. Februar 1929),

Leipzig, anläßlich der Techn. Frühjahrsmesse (21. Februar bis 12. März 1929).

Veröffentlichungen:

VDI-Nachrichten 1928 Nr. 22,
VDI-Nachrichten 1928 Nr. 37,
VDI-Nachrichten vom 1. Januar 1929 ab: monatliche Marktberichte im Wirtschaftsteil,
Technik und Wirtschaft 1928 Heft 6,
Technik und Wirtschaft 1928 Heft 8,
Technik und Wirtschaft ist vom 1. Januar 1929 ab Berichtsorgan der Fachgruppe,
ADB-Mitteilungen.

Schriften:

11 Merkblätter über Vertriebsarbeiten,
Schriftenreihe „Wirtschaftlicher Vertrieb" (Schriften zur Arbeitsplanung und -vorbereitung im Vertrieb), Heft 1: Statistischer Quellennachweis für Marktanalysen.

Hauswirtschaftliche Technik

Die wachsende Erkenntnis von der volkswirtschaftlichen Bedeutung des Einzelhaushalts, die allmählich auch der hauswirtschaftlichen Technik immer wichtigere Aufgaben zuzuweisen beginnt, veranlaßte den Verein, diesem Gebiet gesteigerte Aufmerksamkeit zuzuwenden und in seinem Arbeitsprogramm einen besondern Platz einzuräumen. Die im Berichtsjahr für diese Zwecke beim Verein geschaffene Stelle sieht das Ziel ihres Wirkens darin, mit allen ihr zu Gebote stehenden Mitteln die Entwicklung fördern zu helfen, die unabweisbar die maßgebende Mitarbeit der wissenschaftlichen Technik an der Gestaltung und Führung des Haushalts verlangt. Die Technik muß ihre Bestimmung, das Leben des Menschen behaglicher und leichter zu machen, gerade dort erweisen, wo sie dem Menschen am unmittelbarsten entgegentritt: im eignen Heim.

In Angriff genommen wurden während des Jahres 1928 Richtlinien für die Konstruktion von Haushaltmaschinen und -geräten unter Beachtung leichter und gründlicher Reinigung, der Unverlierbarkeit und Austauschbarkeit der Einzelteile, bequemer Befestigung und Aufbewahrung. Auf besondern Wunsch erfahrener Hausfrauen soll dem vielfach festgestellten Mangel an wirklich brauchbaren und verständlichen Gebrauchsanweisungen für hauswirtschaftliche Maschinen und Geräte durch die Herausgabe von Mustergebrauchsanweisungen begegnet werden. Von Sonderfragen ist das Gebiet der Waschmaschinen in Bearbeitung.

Um die Notwendigkeit und Möglichkeit einer Bessergestaltung des Haushaltes durch die Technik weiten Kreisen anschaulich und gemeinverständlich vorzuführen, hat der Verein eine Wanderausstellung „Technik im Heim" ins Leben gerufen, die vom 6. April bis 9. Mai 1929 in Essen zum erstenmal gezeigt wurde; sie soll helfen, den großen Gedanken, dem München in seiner Ausstellung „Heim und Technik" im Jahre 1928 Ausdruck verlieh, weiter zu pflegen und zu entwickeln. An der Veranstaltung sind beteiligt: Der Reichsverband Deutscher Hausfrauenvereine, der Reichsverband landwirtschaftlicher Hausfrauenvereine, das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, die Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen, der Deutsche Normenausschuß, der Reichsverein Volksernährung und der Lette-Verein.

Technik und Recht

An den Verein ist im vergangenen Jahre von leitenden Fachgenossen die Anregung ergangen, dem Ingenieur von Zeit zu Zeit einen Überblick über rechtliche Grundfragen und die wichtigsten rechtlichen Zusammenhänge zu geben, die für die Tätigkeit des Ingenieurs in der Industrie von Bedeutung sind. Um diesen angesichts der steigenden Mannigfaltigkeit der Gesetzgebung berechtigten Wünschen nachzukommen, wurde vom Rechtsausschuß des Berliner Bezirksvereins im Frühjahr 1929 eine Vortragswoche über industrielle Rechtsfragen veranstaltet.

Es wurden Vorträge gehalten über die Stellung des Ingenieurs als Staatsbürger, über den Aufbau des öffentlichen und privaten Rechts, über die Gründung und Leitung eines Unternehmens, über Handelsgeschäfte, Entstehung und Erfüllung von Lieferverträgen, ferner über die für einen industriellen Betrieb wichtigen sozialen Gesetze und über gewerblichen Rechtsschutz, Urheberrecht, Verbands-, Kartell- und Schiedsgerichtswesen.

Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure

Die Arbeitsgemeinschaft (ADB), in der im Jahre 1920 die bei 19 Bezirksvereinen bestehenden Unterausschüsse für Betriebsorganisation zusammengefaßt wurden, zählte am Ende des Jahres 1928 37 Ortsgruppen mit rd. 3000 Mitarbeitern. Während die Ortsgruppen Stettin und Mainz wegen schwieriger Verhältnisse in der dortigen Industrie ihre Tätigkeit einstellen mußten, konnte die Ortsgruppe Essen ihre Arbeiten nach mehrjähriger Unterbrechung wieder aufnehmen. Daß es mehrfach geglückt ist nötige finanzielle Unterstützung durch Bildung Kuratoriums oder durch Sicherstellung fester Zuscl der Industrie zu erreichen, darf als erfreulicher B dafür gelten, daß führende Wirtschaftskreise die T keit der ADB in steigendem Maße für notwendig achten.

Als Nachfolger von Hrn. *Köttgen*, der am 1. Januar den Vorsitz im Gesamtverein übernahm, trat Hr. *Lu* Berlin, an die Spitze des Hauptausschusses der Ar gemeinschaft.

Für die Bearbeitung der allgemeinen betriebste schen Aufgaben sind zur Zeit in den Ortsgruppen 50 Unterausschüsse auf folgenden Gebieten tätig:

Werkstoffbehandlung	Holzbearbeitung
Normung	Arbeitzeitermittlung
Vorrichtungsbau	Sinnbilder für Werkzeugmaschinen
Stanzereitechnik	
Stückzeitermittlung	Fließarbeit
Unfallverhütung	Ausbildungswesen und Psy technik
Organisation	
Maschinenarbeit	Allgemeine betriebswirtschaftliche Fragen.
Schmiedetechnik	

Von den beim V. d. I. bestehenden Fachausschü deren Federführung bei der ADB liegt, stellte der Fa ausschuß für Schmiedetechnik im Beri jahr Konstruktionsregeln für Schmiedestücke auf. G wärtig ist er mit der Ermittlung von Stückzeiten Schmiedearbeiten beschäftigt.

Der Fachausschuß für Maschin arbeit verfolgt und fördert die Forschungen auf Gebiet der Formgebung durch Maschinen. Von seinen der Durchführung der Arbeiten betrauten Einze schüssen läßt der Ausschuß für Fräsen gegenwärti fünf Großbetrieben planmäßige Versuche anstellen.

Der Fachausschuß für Werkstoffe ha Obliegenheiten des anläßlich der Werkstofftagung 192 gründeten Beirats der Verbraucher übernommen. Er faßt Vertreter von Behörden und Großverbrauchern steht in enger Zusammenarbeit mit dem Werkstof schuß der Arbeitsgemeinschaft der eisenverarbeitender dustrien.

Die Arbeiten des Berichtsjahres erhielten noch besonderes Kennzeichen dadurch, daß neben den reichen fachlichen Aufgaben der Betriebswirtschaft schaffenden Menschen in seiner entscheidenden deutung für die Weiterentwicklung der Fertigungsverfa gesteigerte Aufmerksamkeit zugewendet wurde. So wu die Fragen der Auslese und Ausbildung, der Gestal des Arbeitsplatzes, der Abwehr von Gesundheits- und fallschäden und der Zusammenarbeit im Betriebe einge behandelt.

Als Mittel zur Verbreitung betriebstechnischer K nisse dienten zahlreiche Veröffentlichungen in Zeitsc ten, ferner Vorträge, Sprechabende und Kurse. Zahl ist gegenüber dem Vorjahr erheblich gestiegen, zwar die der Vorträge von 150 auf rd. 250, der Sp abende von 70 auf rd. 100 und die der Kurse von 25 rd. 50.

Die Arbeitsgemeinschaft hielt im Jahre 1928 folg Sonderveranstaltungen ab:

Betriebstechnische Tagung anläßlich der Leipziger F jahrsmesse am 13. und 14. März 1928,

ADB-Tagung Südwest in Saarbrücken am 6. Mai

Tagung der ADB-Ortsgruppen in Rheinland-West in Köln am 2. Juni 1928,

Obmännerversammlung in Essen am 10. Juni 1928,

Fachsitzung Betriebstechnik während der Hauptversa lung des V. d. I. in Essen am 9. Juni 1928.

Im Jahre 1929 fand während der Leipziger Messe Betriebstechnische Tagung am 11. und 12. März statt

Das Organ der Arbeitsgemeinschaft ist die Zeitsc „Maschinenbau", der vom 1. Januar 1928 ab regelmäßi ADB-Mitteilungen angefügt sind.

An sonstigen Veröffentlichungen erschienen:

ADB-Schriftenreihe Bd. 5: „Schlosserei und Montagearbeitszeitermittlung“, herausgegeben von *K. Gottwein*.

ADB-Schriftenreihe Bd. 6: „Was muß der Maschineningenieur von der Eisengießerei wissen?“, herausgegeben von *A. Lischka* †.

ADB-Werkzeugmaschinenblätter, bearbeitet von *E. Toussaint*.

Der gegen Ende des vorigen Jahres unternommene Versuch, der Fortbildung der Konstrukteure im Rahmen der ADB eine planmäßige Pflege angedeihen zu lassen, darf als geglückt angesehen werden. Die rege Teilnahme, die diese Arbeiten gefunden haben, zeugt vom Fortschreiten der Erkenntnis, daß die Konstruktion für eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Erzeugung nur dann die Voraussetzungen schaffen wird, wenn der Konstrukteur durch enge Zusammenarbeit mit dem Betriebsmann laufend die Entwicklung auf dem Gebiet der Fertigung verfolgen kann. Dem ersten im Vorjahre in Berlin abgehaltenen Konstrukteurkursus folgten im Winter 1928/1929 zwei weitere über „Gußeisen als Konstruktionsmittel“ und „Geschmiedete Teile als Konstruktionsmittel“. Auch in Düsseldorf und Köln wurde je ein Kursus für Konstrukteure durchgeführt. In Anlehnung an die Berliner ADB-Ortsgruppe wurde im Herbst 1928 eine besondere Gruppe „Konstruktion“ gebildet.

Als erste Veröffentlichung erscheint:

„Werkstattgerechtes Konstruieren“, 1. Abschnitt: Gießen, Teil „Gußeisen“. Herausgegeben von *A. Erkens*, bearb. von *W. Heinze* und *K. Laudien*.

Vorträge auf Tagungen:

Betriebstechnische Tagung Leipzig, 13. und 14. März 1928:

…technik:
…ng. A. Hofmann, Berlin: „Werkstoffe und Härtefragen im Werkzeugbau“.
Betriebsdir. Dolt, Friedrichshafen: „Härteprobleme im Kraftfahrzeug-Getriebebau“.
…bearbeitung:
…ng. Beck, München: „Aufgaben des Holzbearbeitungsmaschinenbaues“.
…ng. Voigt, Berlin: „Sperrholz und seine Anwendungsmöglichkeiten“.
…bearbeitung:
…Dr. Markau, Berlin: „Die Güte der Bleche für Massenfertigung“.
Eisenbahnoberrat Ottersbach: „Bekleidungsbleche im Fahrzeugbau, Ansprüche und Eigenschaften“.

…ung der ADB-Ortsgruppen in Köln, 2. Juni 1928:
…Dipl.-Ing. Meyenberg, Braunschweig: „Der Mensch im Fabrikbetrieb“.
…Bmstr. a. D. Kothe, Berlin: „Werkzeug und Maschine im Fabrikbetrieb“.

…ahsitzung „Betriebstechnik“ Essen, 9. Juni 1928:
…ng. Rummel, Düsseldorf: „Betriebswirtschaft in Eisenhüttenwerken“.
…Voigt, Welzow: „Betriebswirtschaft in Instandsetzungswerkstätten“.
…Dr.-Ing. Aumund, Berlin: „Lagerung umladeempfindlicher Schüttgüter“.

Betriebstechnische Tagung Leipzig, 11. und 12. März 1929:
Was bringt die Technische Messe dem Betriebsingenieur Neues?“
…Behrens, Danzig: „Werkzeugmaschinen“.
…ng. Damm, Hannover: „Werkzeuge und Vorrichtungen“.
…ng. Meller, Berlin: „Elektrische Werkstattausrüstung“.
…Dr.-Ing. Aumund, Berlin: „Fördereinrichtungen für die Werkstatt“.
„Oberflächenschutz“:
…Schob, Berlin: „Oberflächenschutz durch Anstrichstoffe“.
…ng. M. Schlötter, Berlin: „Oberflächenschutz durch galvanisch und feuerflüssig aufgebrachte Überzüge“.
…ng. Rackwitz, Berlin: „Oberflächenschutz durch aufgewalzte und aufgeschweißte Überzüge, anodische Oxydation“.
…ng. G. Kutscher, Berlin: „Oberflächenschutz durch aufgespritzte metallische Überzüge“.

Konstrukteurkursus in Berlin: „Gußeisen als Konstruktionsmittel“.
…Januar 1929: Obering. Mehrtens: „Die für den Konstrukteur wichtigsten Festigkeits- und sonstigen Eigenschaften des Gußeisens, unter Berücksichtigung der neuesten Erfahrung“.
…Februar 1929: Dipl.-Ing. Stiebler: „Die Konstruktion eines Gußstückes mit Rücksicht auf die Formverfahren“.
…Februar 1929: Dir. Scharlibbe: „Die Konstruktion eines Gußstückes mit Rücksicht auf die Gießtechnik und Eigenarten des zu vergießenden Materials“.

Konstrukteurkursus in Berlin: „Geschmiedete Teile als Konstruktionsmittel“.
…März 1929: Dipl.-Ing. Korschmann: „Baustoffe für Schmiedeteile“.
…März 1929: Prof. Schwerin: „Berechnung von geschmiedeten Teilen“.
9. April 1929: Obering. Heinze: „Vergleich zwischen geschmiedeten, gegossenen und geschweißten Teilen“.

Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft

Die Arbeitsgemeinschaft, vor 10 Jahren ins Leben gerufen, um durch Zusammenwirken von Landwirt und Ingenieur die mannigfachen Fortschritte der industriellen Technik in der Landwirtschaft allen in Frage kommenden, insbesondere den bäuerlichen Kreisen nahezubringen und dadurch die Ernährung des deutschen Volkes aus eigener Scholle fördern zu helfen, fand im Berichtsjahr ein besonders reiches Feld der Tätigkeit. Denn mehr als je wies in dieser Zeit die überaus drückende Notlage der Landwirtschaft auf eine durchgreifende Betriebsrationalisierung hin. Bei der gegenwärtigen Lohn- und Preisentwicklung wird sie schlechthin zu einer Lebensfrage für die Landwirtschaft und kann nur durch die Errungenschaften neuzeitlicher Technik im Sinne einer Verbilligung, Vermehrung und Verbesserung der landwirtschaftlichen Erzeugung verwirklicht werden.

Bei der Arbeitsgemeinschaft bestehen:

ein Hauptausschuß, Obm.: Hr. *Ruths*, Berlin,
ein Arbeitsausschuß, Obm.: Hr. *Ruths*, Berlin;
ein Unterrichtsausschuß, Obm.: Hr. *Fischer*, Berlin.

In das Berichtsjahr fielen folgende größere Veranstaltungen der Hauptstelle und der Ortsgruppen:

ATL-Jahrestagung, am 30. Januar 1928 in Berlin,
ATL-Ernährungstagung, am 22. Juni 1928 in Berlin,
ATL-Fachtagung (Hauptversammlung des V. d. I.), am 10. Juni 1928 in Essen,
Motorpflugtagung, am 28. Juli 1928 in Bartenstein (gemeinsam mit der Deulakraft und der Motorpflugüberwachung),
Motorpflugtagung, am 28. März in Kiel (gemeinsam mit der Deulakraft,
Vortragsreihe für Ortsgruppenmitglieder, am 29. und 30. November 1928 in Kiel,
Motorpflugtagung, am 17. September 1928 in Breslau (gemeinsam mit der Deulakraft),
Werbetagung, am 9. Januar 1928 in Wien,
Gemeinsame Tagung mit der Deutsch-Österr. Arbeitsgemeinschaft am 6. September 1928 in Wien.

Die Ortsgruppen veranstalteten ferner im Berichtsjahr:

11 Sitzungen, Mitglieder- und Werbeversammlungen,
9 Besichtigungen und Studienfahrten,
17 Kurse mit 121 Vorträgen und praktischen Übungen, davon 10 Kurse zur Fortbildung von Landwirten bei den Ortsgruppen

Ostpreußen (1), Schleswig-Holstein (1), Niederrhein (1), Leipzig, bzw. Landesgr. Sachsen (3), Nordharz und Umgebung (2), Helmstedt (2).

4 Lehrgänge zur Fortbildung von Landwirtschaftslehrern bei den Ortsgruppen:

Ostpreußen, Niederrhein, bzw. Rheinland, Breslau, Bayern (Landesgruppe).

3 Lehrgänge für ländliche Handwerker bei den Ortsgruppen:

Ostpreußen, Schleswig-Holstein, Nordharz und Umgebung.

Durch Beschickung bedeutender Ausstellungen und Messen wie der „Grünen Woche 1928“, der VDI-Ausstellung Essen, der Ausstellung „Die Ernährung“ und der Ostmesse Königsberg sowie durch Veranstaltung kleinerer Lehrmittelausstellungen in Verbindung mit Unterrichts- und Fortbildungskursen wurde mit sichtbarem Erfolg angestrebt, die Ergebnisse der ATL-Arbeiten der Öffentlichkeit anschaulich vorzuführen und das Wissen über die Errungenschaften der Technik in der Landwirtschaft zu fördern.

An neuen Veröffentlichungen erschienen im Berichtsjahr:

3 ATL-Schriften:

Heft 3, „Grundzüge der Entwicklung der Feldberegnung in Deutschland“ von Dr.-Ing. *Th. Oehler*, Berlin-Lichterfelde.

Heft 7, „Radtypen in der Landwirtschaft" von Dipl.-Ing. *Bruno Victor*, Berlin.

Heft 8, „Praktische Erfahrungen mit Bindemähmaschinen" (Winke zur Beseitigung von Arbeitsstörungen) von Obering. *Hans Luce*, Düsseldorf.

5 Betriebsmerkblätter:

St 1 B, Bau und Einrichtung von Rindviehställen (bearbeitet von Baumeister *Küntzel*, Berlin).

St 2 B, Bau und Einrichtung von Pferdeställen (bearbeitet von Baumeister *Küntzel*, Berlin).

Er 3 B, Bindemäher (bearbeitet von Dipl.-Ing. *Erich Quäsching*, Steinhöfel).

Er 4 B, Heubearbeitungsmaschinen (bearbeitet von Dipl.-Ing. *Gallwitz*, Königsberg Pr.).

Mi 1 B, Handmilchschleudern (bearbeitet von Prof. Dr. *Martiny*, Halle).

9 Lehrbildtafeln.

125 Lichtbilder.

32 Beiträge in der Tages- und Fachpresse, sowie Aufsätze und Berichte im Organ der Arbeitsgemeinschaft, der Monatsschrift „Technik in der Landwirtschaft".

Vorträge auf Tagungen:

ATL-Jahrestagung Berlin, 30. Januar 1928:

Dir. Petri, Stettin: „Zeitfragen der ländlichen Stromversorgung".

Obering. Riefstahl, Berlin: „Stand und Anwendung der Elektrizität i[n] landwirtschaftlichen Außenbetrieb".

Frau Conrad, Augusthof: „Die Elektrizität als Helferin der Landfrau".

Dr. Riede, Bonn, Prof. Dr. Koernicke, Bonn: „Elektrizität un[d] Pflanzenwachstum".

ATL-Ernährungstagung Berlin, 22. Juni 1928:

Dr. Winckel, Berlin: „Technik und Volksernährung".

Oek.-Rat Keiser, Berlin: „Fleischversorgung und -verarbeitung".

Prof. Dr. Mohs, Berlin: „Getreideverarbeitung, Müllerei, Brotversorgung".

ATL-Fachtagung Essen, 10. Juni 1928:

Prof. Dr.-Ing. Vormfelde, Bonn: „Entwicklungstendenzen im deutsche[n] Landmaschinenbau und in den Weststaaten".

E. vom Scheidt, Düsseldorf-Rath: „Die Landwirtschaft des Industriegebietes und ihre Forderungen an die Technik".

Dipl.-Ing. Feustel, Essen: „Die Bedeutung des rheinisch-westfälische[n] Industriebezirkes für den Landmaschinenbau".

Motorpflugtagung Bartenstein, 28. Juli 1928:

Dipl.-Ing. Gallwitz: „Wirtschaftliche Benutzung des Motorpfluges".

Dipl.-Landw. Seidler: „Der Motorpflug und sein Führer".

Dipl.-Landw. Dr. v. Below: „Ziele der Motorwacht".

Fortbildungstagung für Ortsgruppenmitgliede[r] Kiel, 29. November 1928:

Dipl.-Ing. Dörffel, Berlin: „Normung an Landmaschinen".

Dr.-Ing. Marks, Kiel: „Moderne Maschinen zur Futterbereitung".

Motorpflugtagung Breslau, 17. September 1928:

Frhr. v. Richthofen-Boguslawitz: „Die betriebswirtschaftliche Stellun[g] der motorischen Kraftmaschinen in der Landwirtschaft".

Gemeinsame Tagung mit der Deutsch-Österreic[hischen] Arbeitsgemeinschaft, Wien, 6. September 1928:

Dipl.-Ing. Dörffel, Berlin, Dir. Barta, Wien: „Entwicklung und Stan[d] der Normung im Landmaschinenwesen".

Dr. Schlabach, Berlin, Sektionschef Dr. Haager, Wien: „Maßnahme[n] und Einrichtungen zur planmäßigen Förderung und Entwicklung d[er] Technik in der Landwirtschaft".

SONSTIGE ARBEITEN UND EINRICHTUNGEN

Ausbildungswesen

Die Erkenntnis, daß die deutsche Technik sich bei dem raschen Tempo der Weiterentwicklung auf allen Gebieten im scharfen Wettbewerb auf dem Weltmarkt nur behaupten kann, wenn ihr ein vorzüglich ausgebildeter und über die neuesten Errungenschaften der Wissenschaft laufend unterrichteter Ingenieurstand zur Verfügung steht, ist für den Verein von jeher bestimmend gewesen, sich allen Fragen der Vor- und Ausbildung auf den Lehranstalten wie der Fortbildung im Beruf mit allem Eifer anzunehmen.

Um die gegenwärtige Lage des mittleren technischen Schulwesens näher zu untersuchen und eine Reihe noch offener Probleme ihrer Lösung näherzuführen, wurde auf Antrag *Volk*, Berlin, die Einsetzung eines fünfgliedrigen Ausschusses beschlossen und zu seiner Vorbereitung am 9. Oktober 1928 eine Aussprache zwischen Vertretern der Regierungen und Behörden, der technischen Mittelschulen, der Industrie, des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen und des Vereines deutscher Ingenieure herbeigeführt. Die hierbei erstatteten Berichte von *Volk*, Berlin, über „Die heutige Lage der maschinentechnischen Lehranstalten", *Vetter*, Nürnberg, über „Die praktische Vorbildung für die maschinentechnischen Lehranstalten" und *Schultz-Balluf*, Köln-Deutz, über „Die Verwendung der Absolventen der maschinentechnischen Lehranstalten in der Industrie" wiesen bereits die Richtung für die nächsten Arbeiten des Ausschusses, als deren Grundlage eine von Hrn. *Volk* verfaßte Denkschrift dienen soll.

Das Bedürfnis nach Klärung der vielen, auf die Ingenieurausbildung an Technischen Hochschulen bezüglichen Fragen war Veranlassung, nach längerer Pause führende Vertreter der Industrie und Wissenschaft zu einer Hochschultagung in Dresden einzuladen. Der Verein deutscher Ingenieure war neben dem Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine und dem Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen als Mitveranstalter an der Tagung und ihren Vorbereitungen maßgebend beteiligt und wird auch in der beim Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine zu schaffenden Stelle mitarbeiten, die den auf der Hochschultagung angeschnittenen Fragen weiter nachgehen soll. (Näheres ist aus dem Bericht des Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine auf S. 904 zu ersehen.)

Die rege Anteilnahme der breiten Öffentlichkeit an der Frage der Neugründung von Technische[n] Hochschulen legte es dem Vorstand des Vereine[s] nahe, zu der überaus wichtigen Angelegenheit in eine[r] unter dem Titel „Neue Technische Hochschulen?" herau[s]gegebenen ausführlichen Denkschrift Stellung zu nehme[n]. Gestützt auf die Ergebnisse der Statistik und eine[r] Umfrage bei Behörden und Industriefirmen bringt si[e] zum Ausdruck, daß der übermäßige Zudrang zu den Tec[h]nischen Hochschulen keineswegs durch einen entspreche[n]den Bedarf an akademisch gebildeten Ingenieuren, sonder[n] durch eine ungesunde Überschätzung der akademischen Bi[l]dung veranlaßt sei und darum zu einem Überangebot a[n] Diplomingenieuren geführt habe. Da die Wirkung der Au[f]klärung über die Aussichten im Beruf, ganz besonders abe[r] der Geburtenausfall während des Krieges sich voraussich[t]lich nach Ablauf der nächsten vier Jahre bereits in eine[m] auffälligen Nachlassen des Zudrangs zum technischen St[u]dium bemerkbar machen dürfte, kommt der Vorstand zu de[r] Folgerung, das Bedürfnis nach Gründung neuer Tec[h]nischer Hochschulen in der heutigen Zeit zu verneine[n]. Darüber hinaus richtet er an die in Technik und Industri[e] führenden Männer die Bitte, „sich dafür einzusetzen, da[ß] die schweren Schäden, die sich durch die Überspannun[g] des Berechtigungswesens heute schon zeigen, zurück[ge]dämmt werden". Die Denkschrift ist an die Regierunge[n], Parlamente, Hochschulen, wirtschaftlichen und wisse[n]schaftlichen Verbände, sowie die Presse und sonstige inte[r]essierte Stellen versandt worden und hat, wie zahlreich[e] Äußerungen beweisen, ein ungemein lebhaftes Echo un[d] die Zustimmung weitester Kreise gefunden.

Um die Fortbildung der im Beruf stehenden In[]genieure planmäßig zu fördern, setzte der Vorstand de[s] Vereines am 21. Januar 1928 einen dreigliedrigen Aus[]schuß ein. Dieser begann im Berichtsjahr mit der Au[f]stellung eines Fortbildungsplanes, nach dem die zukün[f]tigen Fortbildungskurse sowohl auf die einzelnen Fach[]gebiete als auch auf die verschiedenen Orte zweckmäßi[g] und den Bedürfnissen entsprechend verteilt werden solle[n]. Abgesehen von den im großen Umfange durchgeführte[n] Tagungen und Vorträgen, die neben den zahlreichen Ve[r]öffentlichungen in Zeitschriften der praktischen Ingenieu[r]fortbildung dienten, nahm der Verein mit der Veranstaltun[g] eines Hochschulkursus in Verbindung mit der Technische[n] Hochschule Darmstadt eine bereits vor dem Kriege gescha[f]fene Einrichtung erstmalig wieder auf. Der Kursus wa[r]

n 153 Ingenieuren besucht und behandelte in neun Vor-
gsreihen die heute wichtigsten Fragen auf dem Gebiete
r Energieerzeugung und -fortleitung.

rtragsreihen im Hochschulkursus Darmstadt, 2. bis 11. April 1929.

of. Wälde: „Einige neuere Fragen aus dem Gebiet der Wärmekraftmaschinen".
of. Dr. Berl: „Chemische Energieträger".
of. Eberle: „Die Entwicklung der Dampferzeugung im letzten Jahrzehnt".
of. Dr. Thum: „Werkstofffragen im Kraftmaschinenbau".
of. Dr.-Ing. Blaess: „Über praktische Probleme der technischen Mechanik (Festigkeit, Strömung, Schwingung)".
of. Schneider: „Über Kupplungsfragen elektrischer Verteilungsnetze".
of. Dr.-Ing. Koehler: „Über Förderanlagen".
of. Dr.-Ing. Heidebroek: „Neuere Ausführungen mechanischer Kraftübertragung".
of. Dr.-Ing. Petersen und Prof. Dr.-Ing. Hueter: „Einzelfragen der elektrischen Krafterzeugung und -anwendung in industriellen Werken".

ortragswesen

Im Hinblick darauf, daß eine planmäßige Durchbil- ng des Vortragswesens eine unentbehrliche Voraus- tzung für die berufliche Fortentwicklung des Ingenieur- andes ist, sind die beim Verein deutscher Ingenieure stehenden Einrichtungen zur Unterstützung der Be- ksvereine bei der Aufstellung von Vortragsprogram- n und der Auswahl von Vortragenden im abgelaufenen schäftsjahr stark ausgebaut worden.

Eine ausführliche Namenkartei und eine nach 71 rschiedenen Teilgebieten der Technik gegliederte Sach- rtei gestatten es, jederzeit und auf schnellstem Wege rtragende nachzuweisen, die nach den eingeholten Aus- nften den von den Bezirksvereinen zu stellenden An- rüchen entsprechen. Da insbesondere den kleineren tsgruppen nicht immer in gewünschtem Umfange Mittel r Durchführung eines großzügigen Vortragsprogramms r Verfügung stehen, ist damit begonnen, Unterlagen r Vorträge aus sämtlichen Gebieten der Technik zu mmeln und zum Ausleihen zur Verfügung zu halten. e Sammlung umfaßt Schrifttum aller Art, Lichtbilder d in beschränktem Umfang auch schon Handschriften r Vorträge. Auf diese Weise ist den Bezirksvereinen d Ortsgruppen die Möglichkeit geboten, unter Be- tzung der genannten Unterlagen und gegebenenfalls ch der umfassenden Lichtbildsammlung der Technisch- issenschaftlichen Lehrmittelzentrale, von jüngeren In- nieuren aus dem Kreis ihrer Mitglieder Vorträge über sgewählte Gebiete der Technik halten zu lassen. Außer- n sind sämtliche in der Geschäftstelle tätigen Ingenieure reit, über Themen, die ihrem Arbeitsgebiet naheliegen, den Bezirksvereinen zu berichten.

Ein Übersichtsplan, der sich im Ingenieurhaus Berlin findet und in zeitlicher und sachlicher Anordnung über gesamten gegenwärtigen und bevorstehenden Ver- staltungen in den Bezirksvereinen Aufschluß gibt, er- chtert die Beratung in allen Fragen des Vortrags- sens. Es wäre zu begrüßen, wenn diese Einrichtungen möglichst weitem Umfange durch rege Inanspruchnahme sgenutzt würden.

erufsfragen

In den letzten Jahren mehrfach geäußerte Vorschläge eine stärkere Berücksichtigung des Technikers der Verwaltung veranlaßten den Verein, einen früheren Anträge zugunsten der wissenschaftlichen und waltungswissenschaftlich vorgebildeten Diplom-Inge- ure zu wiederholen. Im August 1928 wurde dem Preu- chen Ministerpräsidenten und dem Landtag eine Eingabe terbreitet, Diplom-Ingenieure, die durch den Aufbau es Studienganges und ihrer sonstigen beruflichen Aus- dung die wissenschaftlichen Voraussetzungen für die rwaltungslaufbahn erfüllen, in gleicher Weise, wie es t dem Erlaß des preußischen Gesetzes von 1906 und ent- rechender Gesetze in andern Ländern ausschließlich für risten möglich ist, zur Ausbildung als Regierungs- erendare der höheren Verwaltung in einer ihrer Vor- dung angepaßten Form zuzulassen. Eine endgültige twort ist weder vom Landtag noch vom Minister- isidenten bisher eingegangen.

Der Gesetzentwurf zur Änderung der Gewerbe- dnung (Handwerksnovelle) entspricht hinsichtlich der Abgrenzug zwischen ingenieur- und handwerkmäßigen Betrieben nur wenig den Wünschen des Vereins; indessen besteht Aussicht, daß in den Ausführungsbestimmungen die Belange der Ingenieure in befriedigendem Maße berücksichtigt werden.

Die Gebührenordnung der Ingenieure ist im letzten Jahre unverändert geblieben. Die Gebührenordnung für Abschätzung industrieller Betriebseinrichtungen hat dagegen seit 1. Februar 1929 eine etwas geänderte Fassung. Die gerichtlichen Anerkennungen der Gebührenordnung, die auch für die Vergütung bei außergerichtlichen Arbeiten von Wichtigkeit sind, haben dank den ständigen Bemühungen des Vereines im laufenden Jahre zugenommen. Ein von der Geschäftstelle aufgestelltes Verzeichnis weist 65 solcher Anerkennungen auf. Gleichwohl ist dieses Ergebnis noch keineswegs befriedigend, zumal gerade in neuester Zeit Fälle festzustellen sind, in denen die Gerichte oft aus wenig zutreffenden Gründen heraus eine Anwendung der Gebührenordnung der Ingenieure ablehnen. Da an der gesetzlichen Grundlage in diesem Punkte zur Zeit nichts zu ändern ist, wird versucht werden, durch mittelbare Maßnahmen dem erstrebten Ziel näherzukommen. Im Berichtsjahr wurde der Verein von seinen Mitgliedern in 178 Fällen zu schriftlichen Beratungen und Auskünften in der Frage der Gebührenordnung herangezogen.

Der Sachverständigennachweis wurde im Jahre 1928 in 160 Fällen in Anspruch genommen. Diese verhältnismäßig niedrige Zahl beweist, daß die Kenntnis von der Nachweismöglichkeit technischer Sachverständiger noch keineswegs in alle Kreise gedrungen ist; sie läßt es geboten erscheinen, im Interesse der Ingenieure wie der Allgemeinheit mit allen Mitteln für eine stärkere Benutzung des Nachweises zu werben.

Dem Ausschuß für Prüfingenieure für Statik lagen im Jahre 1828 18 neue Bewerbungen auf Zulassung zum Prüfingenieur für Statik vor. In dieser Zeit konnten, da zahlreiche Anträge noch auf die Vorjahre zurückgehen, 63 Prüfingenieure ernannt werden; über zehn weitere Anträge ist die endgültige Entscheidung noch nicht getroffen. Da außerhalb Preußens die Einrichtung der Prüfingenieure bisher keine Nachahmung gefunden hat, sind demgemäß auch keine außerhalb Preußens wohnenden Ingenieure als Prüfingenieure für Preußen zugelassen worden. Die Kenntnis von der Einrichtung der Prüfingenieure beginnt sich allmählich in den baulichen Kreisen durchzusetzen, während die Baupolizeibehörden der Einrichtung noch in überwiegendem Maße ablehnend gegenüberzustehen und ihr erst in allerletzter Zeit einige Aufmerksamkeit entgegenzubringen scheinen.

Patentwesen

Der vom Herrn Reichsminister der Justiz im Laufe des Jahres an den Reichsrat und den Vorläufigen Reichswirtschaftsrat zur Stellungnahme gegebene Gesetzentwurf zur Abänderung der Gesetze über den gewerblichen Rechtsschutz trägt den vom Verein deutscher Ingenieure in den Vorjahren gemachten Vorschlägen Rechnung. Zur Erörterung weiterer Änderungswünsche, die vom Verein für wichtig gehalten werden, im Entwurf aber nicht berücksichtigt waren, hat der Vorsitzende des Patentausschusses, Hr. *Kuhlemann*, an der Hand einer Denkschrift mit dem Reichsjustizministerium und einer Anzahl hervorragender Parlamentarier Fühlung genommen. Der Gesetzentwurf wurde aber vom alten Reichstag, entsprechend einer Anregung des Vereines deutscher Ingenieure, nicht mehr verabschiedet.

Die in Form eines Gutachtens vorgelegte Äußerung des Vorläufigen Reichswirtschaftsrates zum Gesetzentwurf veranlaßte den Patentausschuß zu eingehender Stellungnahme. Sie wurde vom Vorstand mit Begründung den Bezirksvereinen zur Beratung zugeleitet. Deren Ergebnis bildete eine wertvolle Unterlage für die Arbeiten des Patentausschusses, die zu einer abschließenden Stellungnahme des Vorstandes führten. Außerdem sind die Bezirksvereine zur Äußerung über die Beschlüsse herangezogen worden, die der Patentausschuß zu einigen durch das Gutachten des Vorläufigen Reichswirtschaftsrates nicht berührten Fragen

gefaßt hat. Es handelt sich um die Präklusivfrist, den Begehr der Prioritätssicherung außerhalb Berlins und die Löschungsklage gegen das Gebrauchsmuster.

Da das schon im Vorjahr an die Bezirksvereine gestellte Ersuchen um Überlassung nachprüfbarer Unterlagen in der Frage der Zuvielpatentierung nicht den gewünschten Erfolg gehabt hat, wurde ein neues Rundschreiben erlassen, dessen Ergebnis durch einen besonders dazu eingesetzten „Kleinen Ausschuß" ausgewertet worden ist.

Ein zweiter Unterausschuß, dessen Arbeiten noch nicht abgeschlossen sind, wurde zur Prüfung der Frage des Urheberrechtes der Technik eingesetzt.

Innerhalb der Deutsch-Österreichischen Arbeitsgemeinschaft, die eine Rechtsvereinheitlichung in Deutschland und Österreich erstrebt, hat sich der Patentausschuß in der letzten Hälfte des Jahres auch mit der Rechtsangleichung auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes zwischen dem Deutschen Reich und Österreich befaßt, um unter Ausschaltung der Erörterungen über die prozessuale Zuständigkeit in den Fragen des materiellen Rechtes die Unterschiede zwischen dem deutschen und österreichischen Gesetz festzustellen.

Filmnachweis

Die Filmkartei des Vereines konnte auf Grund der Ergänzungen, die von allen in ihr vertretenen Filmherstellern und Industriefirmen auf ein Rundschreiben hin eingingen, vollständig neu aufgestellt werden. Nach ihr wurde ein Verzeichnis gedruckt, das im ganzen 561 technische Filme und 82 Schleifen- und Gewerbefilme umfaßt.

Den Bezirksvereinen, Schulen und Einzelpersonen wurden insgesamt 178 Filme vermittelt.

Auskunftstelle

Die ständig wachsende Zahl von Anfragen, die aus den Kreisen der Technik und Industrie an die Geschäftstelle gerichtet werden, machte am Anfang des Berichtsjahres erforderlich, eine besondere Auskunftstelle beim Verein zu schaffen. Nach Bekanntwerden der Neueinrichtung häuften sich die Anfragen bald in überraschendem Maße und überstiegen die im Vorjahre eingeholten Erkundigungen weit um das Doppelte.

Sie bezogen sich schlechthin auf alle Gebiete des technischen Schaffens, insbesondere auf Benennung von Lieferfirmen für Maschinen und Geräte, auf technisch-wissenschaftliche und wirtschaftliche Organisationen, auf Veranstaltungen und Erscheinungen des technischen Schrifttums. Auskünfte über Literatur werden gemeinsam mit der Beratungsstelle für technische Literatur oder der Schriftleitung der „Technischen Zeitschriftenschau" bearbeitet.

An Auskünften wurden im Jahre 1928 erteilt:

persönlich	1421
durch Fernsprecher .	1956
schriftlich	1998
insgesamt	5375 (im Vorjahr 2397).

Pressestelle

Um sowohl weiteste Kreise der Fachwelt, wie auch die breite Öffentlichkeit über das rege geistige Leben innerhalb des Vereines, über seine wissenschaftlichen und literarischen Leistungen, sowie über seine Veranstaltungen laufend zu unterrichten, wurde im Mai 1928 der Geschäftstelle eine besondere Pressestelle angegliedert. Sie hat die Aufgabe, die Fühlung mit der Tages- und Fachpresse aufrecht zu erhalten, ihr in regelmäßiger Folge Nachrichten über die Arbeiten des Vereins und der ihm verbundenen Körperschaften zuzuleiten, die Veröffentlichungen in Zeitungen und Zeitschriften zu verfolgen und auszuwerten. Darüber hinaus dehnt sie auch ihre Berichtstätigkeit auf andere, an den Arbeiten des Vereines interessierte Stellen wie Verbände, Behörden, technische Lehranstalten u. dergl. aus.

Die Kartei der Pressestelle umfaßt zur Zeit etwa 1200 Anschriften von Tages- und Fachzeitungen, Korrespondenzbüros und Berichterstattern, die mit Nachrichtenmaterial versehen werden. Außer für den Vere deutscher Ingenieure ist die Pressestelle auch für ande Körperschaften des Deutschen Verbandes Technisc Wissenschaftlicher Vereine, insbesondere für das Deutsc Nationale Komitee der Weltkraftkonferenz tätig.

Auslandstelle

In der Anbahnung, Pflege und Vertiefung der Ve bindungen des Vereines zur ausländischen Ingenieu welt fand die Auslandstelle im vergangenen Jahr e weites Arbeitsfeld und konnte insbesondere den Schrif leitungen, den wissenschaftlichen Fachabteilungen u den an den Verein angeschlossenen Körperschaften dur Vermittlung wertvoller Beziehungen Dienste leiste Die enge Fühlung mit den Vertretern der Technik im Au land ermöglichte es, den dorthin reisenden deutschen Fac genossen durch Einführungsschreiben an ausländisc Ingenieure und Ingenieurverbände die Wege zu ebne umgekehrt war die Auslandstelle ebensooft in der Lage, au ländischen Ingenieuren auf ihre Bitte die Bekanntscha mit deutschen Forschern und Fachgenossen, sowie d Besichtigung von Industrieanlagen zu ermöglichen.

Soweit diesem Wunsche nicht durch unmittelba persönliche Einführungen oder fernmündliche Vermi lungen entsprochen werden konnte, wurden die Besuch durch Empfehlungsschreiben in ihren Bemühung unterstützt. Darüber hinaus wurden in besonde Fällen Besichtigungsreisen innerhalb Deutschlands z sammengestellt. So wirkte der Verein u. a. bei d Ausarbeitung des Programms der großen Deutschlan fahrt von Ingenieur-Studenten der Universität Kapsta maßgebend mit. Die Bezirksvereine in den von d Reise berührten Orten nahmen die Gäste herzlich a und die Geschäftstelle in Berlin veranstaltete eine ei drucksvolle Begrüßung im Ingenieurhaus. Sie empfin außer diesen 35 südafrikanischen Studenten, 9 ame kanische Ingenieure der „International Power Tour the Midwest Power Conference, Chicago", 15 Te nehmer vom „Fachausschuß für Maschinenbau u Elektrotechnik des Clubs Chinesischer Studenten" u 112 Einzelpersonen.

Die Mehrzahl der ausländischen Fachgenoss stammte aus den Vereinigten Staaten von Nord-Ameri England und Japan; es besuchten uns weiterhin I genieure aus Frankreich, Rußland, Indien, Holla Spanien, Südamerika, Kanada, Ägypten, Australie China, Dänemark, Java, Italien, Rumänien und d Tschechoslowakei.

Die Anknüpfung internationaler Beziehungen wi auch den Arbeiten der Weltkraftkonferenz zugute ko men, deren nächste Volltagung im Juni 1930 eine auße ordentlich große Zahl von Ingenieuren aller Länder Berlin vereinigen wird.

Bücherei und Lesesaal

Das Bestreben, den Benutzern der Bücherei und d Lesesaals nicht nur ein immer umfangreicheres Schri tum zur Verfügung zu stellen, sondern auch d Auswertung des Schrifttums nach Möglichkeit zu e leichtern, war maßgebend dafür, daß neben der berei bestehenden Kartei der „Technischen Zeitschriftenscha und der Kartei der Buchbesprechungen eine Übersic über Bücher mit umfangreicheren Literaturnachweis und eine Übersicht nach geographischen Gesichtspunkte neu begonnen wurde. Die eifrige Benutzung der vo handenen Einrichtungen zum Nachweis von Literatur b stätigt am besten das Bedürfnis nach ihrem weiteren Ausba

Im Jahre 1928 hat der Bestand der Bücherei um

1 995 Bücher und
151 Zeitschriftenbände, zusammen

2 146 Bände (Gesamtwert 22 782 *RM*) zugenommen, daß er zur Zeit insgesamt

16 644 Bücher und
3 827 Zeitschriftenbände, zusammen

20 471 Bände, dazu ungefähr
4 000 Dissertationen

id außerdem zahlreiche Firmenkataloge umfaßt. Eine ößere Anzahl von Werken wurde dankenswerterweise n den Mitgliedern des Vereines und Benutzern der ücherei als Geschenk überlassen. 687 Zeitschriften, runter 241 ausländische, gingen laufend ein; der durchhnittliche Wocheneingang betrug 900. Von diesen gen ständig 210 im Lesesaal aus, die übrigen können f Wunsch sofort vorgelegt werden.

Der Besuch des Lesesaals steigerte sich von 9960 ersonen im Jahre 1927 auf 10 520 Personen im Jahre 28. Die Öffnungszeiten blieben unverändert: Montag, ienstag, Donnerstag 9 bis 7; Mittwoch, Freitag 9 bis 9; nnabend 9 bis 1 Uhr.

DI-Buchhandlung und Bücherstube

Der weitere Ausbau der VDI-Buchhandlung brachte n Jahre 1928 eine Inanspruchnahme, die in der Überhreitung der Zahl der vorjährigen Aufträge um nahezu 00 zum Ausdruck kam. Wesentlich trug zu diesem Erlge die planmäßige Ausbildung von Hilfsmitteln zur ufenden Unterrichtung über Neuerscheinungen der techschen Literatur, wie Buchkarten, Literaturübersichten, iteraturführer usw. bei.

Die VDI-Bücherstube hat einen gegen die Vorjahre esentlich gesteigerten Besuch zu verzeichnen. Das oße Interesse, das in immer wachsendem Maße den bendveranstaltungen entgegengebracht wird und oft ne den verfügbaren Raum weit übersteigende Zahl n Gästen dem Ingenieurhaus zuführt, beweist, daß die vanglose Form und der ansprechende Rahmen, in dem e Vortrags- und Diskussionsabende stattfinden, ihren indruck auf die Besucher nicht verfehlen. Die Themen er Vorträge des Winters 1928/29 waren:

Leistungssteigerung im Vertrieb,
Bildungswerte der Technik,
Gedenkfeier für Max Eyth,
Im Fluge durch die Sternenwelt,
Beziehungen der zeitgenössischen Kunst zum Reiche der Technik.

teraturberatung

Die „Beratungsstelle für technische Literatur", durch eren Tätigkeit nicht nur den Mitgliedern des Vereines, ndern der Gesamtheit der Fachgenossen ein wirksames ittel an die Hand gegeben ist, sich jederzeit einen berblick über die technische Fachliteratur zu verhaffen und den Weg durch die Papierflut des Schrifttums zu erleichtern, ist im Berichtsjahr zu rd. 6000 Auskünften unmittelbar herangezogen worden. Sie konnten bei der engen Zusammenarbeit der Beratungsstelle mit den Schriftleitungen des Vereines und bei dem umfangreichen Material, das ihr in der Kartei der „Technischen Zeitschriftenschau" zur Verfügung steht, in kürzester Zeit und ausführlichster Form erledigt werden. Die regelmäßig in den VDI-Nachrichten veröffentlichten und als Karteikarten auch unmittelbar versandten „BTL-Übersichten" über die bemerkenswertesten Neuerscheinungen auf bestimmten literarischen Fachgebieten haben die praktische Schrifttumauswertung wesentlich gefördert. Neu herausgegeben wurden die Literaturzusammenstellungen: „Der Betrieb", „Die Werkstatt", „Neue Bücher der Technik", „Die Wegweiser zum technischen Fachbuch".

Anzeigenberatung

Je mehr die Bedeutung des Anzeigenteils für die Bewertung einer Zeitschrift im allgemeinen gewürdigt wird, um so mehr macht sich das Bestreben geltend, die technische Anzeige nicht allein nach graphischen Gesichtspunkten zu entwickeln, sondern in ihrer inhaltlichen und textlichen Gestaltung auch die technische Note klar und wirksam zum Ausdruck zu bringen. Ein in diesem Sinne guter Anzeigenteil stellt eine ungemein wertvolle Ergänzung der Textausführungen dar und ist für die Beurteilung der Güte einer Zeitschrift von wesentlichem Einfluß.

Im Jahre 1928 unterstützte die Anzeigenberatung rd. 150 Industriefirmen erfolgreich bei der Ausarbeitung von Anzeigenentwürfen. Um geeignete Unterlagen über die Werbekraft technischer Anzeigen zu gewinnen, veranstaltete sie unter den Lesern der VDI-Zeitschrift eine Umfrage, deren Ergebnis ein Urteil über die Wirkung der in einem bestimmten Heft enthaltenen Anzeigen ermöglichen sollte. Den Entwerfern der hiernach am günstigsten beurteilten Ausführungen wurden Geldpreise zugewiesen. Dieser Wettbewerb führte zur Abgabe von rund 1100 Äußerungen, darunter etwa 100 aus dem Ausland, die in der Fachbeilage „Die technische Anzeige" der VDI-Nachrichten 1928 Nr. 39 ausgewertet wurden. In einer gelegentlich der Hauptversammlung Essen veranstalteten Sonderausstellung „Die technische Anzeige als Werbemittel" machte die Anzeigenberatung ihre Tätigkeit und ihre Erfahrungen einem größeren Kreis bekannt.

67. HAUPTVERSAMMLUNG, ESSEN 1928

Zum erstenmal seit Bestehen des Vereines fand die auptversammlung im verflossenen Jahre vom 9. bis . Juni im Zentrum des Ruhrbergbaues und der rheisch-westfälischen Industrie, in Essen, statt. Bei der unrkennbar starken Anziehungskraft des „Reviers" auf e Ingenieurwelt erlebte sie einen Besuch, der mit einer eilnehmerzahl von 2500 Personen bis dahin noch nicht reicht worden ist.

Die Hauptversammlung erhielt ihre besondere Note irch die vom Verein deutscher Ingenieure in Gemeinschaft it der Stadt Essen veranstaltete Ausstellung „Kunst und echnik", die den Teilnehmern und darüber hinaus der eiteren Öffentlichkeit zum erstenmal im größeren und schlossenen Rahmen die engen kulturellen Beziehungen vischen der Berufsarbeit des Ingenieurs und des Künstrs vor Augen führen sollte. Die Ausstellung war zweifels ein großer Erfolg, da sie nicht nur während der Dauer res Bestehens, sondern auch für die Folgezeit die allmeine Aufmerksamkeit auf das in ihr behandelte Proem gelenkt und zu einer Reihe weiterer Veranstaltungen nlicher Art angeregt hat. Eindrucksvoll und nachhaltig t durch sie das Thema „Kunst und Technik" in den Vorrgrund des Interesses gerückt worden.

Es war auch der Gegenstand eines auf der Wissenhaftlichen Tagung der Hauptversammlung von Geh. Reg.-Rat Prof. *R. Riemerschmidt*, Köln, gehaltenen tiefdurchdachten Vortrages, der in den Ausführungen von Prof. Dr.-Ing. *Plank*, Karlsruhe, über „Naturwissenschaft und Technik" eine wertvolle Ergänzung fand und weit über die Fachkreise hinaus beachtet wurde.

Diese beiden Hauptvorträge wurden umrahmt von neun Fachsitzungen, auf denen die verschiedenen, vom Wissenschaftlichen Beirat des Vereines deutscher Ingenieure gepflegten Forschungsgebiete:

Dampftechnik, Schweißtechnik, Verbrennungsmotoren, Betriebstechnik, Metallkunde, Vertrieb, Ausbildungswesen, Landwirtschaftstechnik und Anstrichtechnik

behandelt wurden. Die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen hielt im Rahmen der Hauptversammlung des Vereines ihre Mitgliederversammlung ab.

Die *Grashof*-Denkmünze wurde im Jahre 1928 an Geh. Hofrat Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. *Mollier*, Dresden, in Würdigung seiner weltbekannten Verdienste um die Entwicklung der technischen Wärmelehre verliehen.

Die vom Ruhr-Bezirksverein eingesetzten Ausschüsse gestalteten die aufs sorgfältigste vorbereitete Hauptversammlung in wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Hinsicht zu einer glänzenden Kundgebung des Vereines deutscher Ingenieure.

MITGLIEDER UND VEREINSVERWALTUNG

Mitgliederbewegung

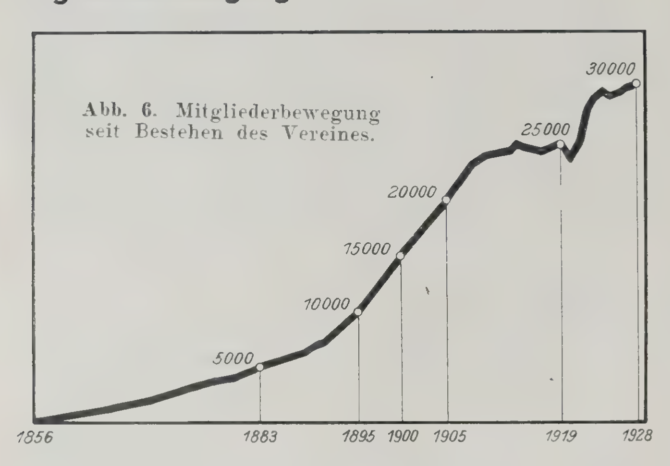


Abb. 6. Mitgliederbewegung seit Bestehen des Vereines.

Die Mitgliederzahl, die im Laufe der letzten Jahre wiederholt infolge der Austritterklärungen und Löschungen am Jahresschluß um 30 000 pendelte, zeigte am Schluß des Jahres 1928 einen Bestand von 30 220. Einem Zugang von 1311 ordentlichen und 200 besuchenden Mitgliedern steht ein Abgang von 887 ordentlichen und 47 besuchenden Mitgliedern gegenüber. Das ergibt einen Zuwachs von 577 neuen Mitgliedern (gegen 229 im Vorjahr).

Durch den Tod verlor der Verein 335 Mitglieder. Von ihnen seien genannt:

Baumann, Richard, Prof. Dr.-Ing. E. h., Prof. d. Techn. Hochschule, Vorst. des Materialprüfungsamtes Stuttgart, Stuttgart.

Bilfinger, Paul, Kgl. Baurat, Gen.-Dir., Dr.-Ing. E. h., Leiter der Firma Grün & Bilfinger, Mannheim.

Bobaricoff, Johann, Professor für Baumechanik, Moskau.

Bothmann, Fritz, Kom.-Rat, Seniorchef der Waggon- und Maschinenfabrik Fritz Bothmann, Gotha.

Busley, Karl, Geh. Reg.-Rat, Prof. Dr.-Ing. E. h., Vorsitzender der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Berlin.

Deutsch, Felix, Dir., Geh. Kom.-Rat, Dr.-Ing. E. h., Generaldirektor der AEG, Berlin.

Dräger, Bernhard, Dr.-Ing. E. h., Mitbegründer und Leiter der Drägerwerke, Lübeck.

Ehrhardt, Heinr., Geh. Baurat, Dr.-Ing. E. h., Begründer der Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik und Erfinder des nach ihm benannten Walzverfahrens (Ehrenmitglied des Mittelthüringer B.-V.), Zella-Mehlis.

Kautny, Theodor, Ing., Senior der Deutschen Schweißtechnik, Düsseldorf-Grafenberg.

Keller, Karl, Geh. Rat, Dr.-Ing. E. h., Dr. phil., Dr. phil. nat. h. c., Dozent für Eisenbahnwesen an der Technischen Hochschule Karlsruhe, München.

Krey, Hans Detlef, O.-Reg.-Baurat, Dr.-Ing. E. h., Leiter der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin.

Krüger, Willy, Kom.-Rat, Gen.-Dir., Dr.-Ing. E. h., Direktor der Firma Richard Hartmann, Chemnitz.

Müller, Adolph, Direktor, Dr.-Ing. E. h., Direktor der Akkumulatorenfabrik A.-G., Berlin.

Pfeil, R., Reg.-Baumstr., Dir., Dr.-Ing. E. h., Mitglied des Vorstandes der Firma Siemens & Halske A.-G., Berlin-Grunewald.

Raschig, F., Dr., Chemiker, M. d. R., Ludwigshafen a. Rh.

Roeßler, G., Geh. Reg.-Rat, Prof. Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule, Danzig-Langfuhr.

Sorge, Kurt, Dr.-Ing. E. h., Dr. rer. pol. h. c., Ehrenprä dent des Reichsverbandes der Deutschen Industri Berlin-Nikolassee.

Schroedter, Emil, Dr.-Ing. E. h., Geschäftsführer des Ve eins deutscher Eisenhüttenleute, Mehlem a. Rh.

Schwab, Max, Generaldirektor, Düsseldorf, Vorstand d Rheinischen Bahn-Gesellschaft.

Zetzmann, Ernst, Gen.-Dir., Schiffbau-Direktor der Ha burg-Amerika-Linie (Ehrenmitglied des Brem B.-V.), Wandsbek.

Von dem bedeutenden, sich von Jahr zu Jahr steiger den Umfang der zur Abwicklung der Mitgliedgeschäf erforderlichen Arbeiten erhält man bereits einen hinre chenden Begriff aus der Größe des Posteinganges, d im Berichtsjahr rd. 19 000 Briefe und Karten betrug, wä rend sich der Postausgang auf rd. 20 000 Briefe und Ka ten belief. Außerdem gelangten 35 000 Zahlungen z Verbuchung. Weitgehende Rationalisierung des Bür betriebes durch Einführung maschineller Einrichtunge ermöglichte es, die gesteigerte Arbeitsleistung oh Erhöhung der Angestelltenzahl zu bewältigen.

Nach dreijähriger Pause erschien im Jahre 1928 wi der in stattlichem Umfang ein neues Mitgliederverzeic nis, das, nach Bezirksvereinen geordnet, einen bequem Überblick über sämtliche Mitglieder, Vorstände und Au schüsse des Vereines gewährt.

Mitgliederbewegung 1928.

	ordentliche Mitglieder		besuchende Mitglieder		Ges Mi glied
Bestand 31. 12. 1927		28 780		863	29 6
Zugänge:					
Neuaufnahmen	1 165		200		
Wiederaufnahmen	146		—		
Übertritte z. ordtl. Mitgliedern	166 =	1 477	— =	200	1 6
		30 257		1 063	31 3
Abgänge:					
Verstorben	331		4		
Ausgeschieden	293		26		
Gelöscht	263		17		
Übertritte z. ordl. Mitgliedern	— =	887	166 =	213	11
Bestand 31. 12. 1928		29 370		850	30 2
Gesamtbestand am 31. 12. 1928					30 2
„ „ 31. 12. 1927					29 6
Zuwachs 1928					5

Mitgliederaufnahme

Von verschiedenen technischen Mittelschulen lag Anträge vor um Aufnahme ihrer Absolventen a ordentliche Mitglieder nach Leitsatz 3, d. h. nach mi destens 5jähriger Ingenieurtätigkeit. Dem bereits länge Zeit vorliegenden und vom Ausschuß für Berufsfrage gründlich bearbeiteten Antrag auf Anerkennung der I genieurschule Zwickau im erwähnten Sinne wurde sta gegeben. Zur Zeit schweben Anträge der Gauß-Schu in Berlin und der Höheren Technischen Lehranstalt d Stadt Augsburg.

Über den Antrag einer älteren privaten Lehransta konnte trotz weitgehender Bemühungen noch keine Ei gung erzielt werden, weil es bisher nicht gelungen i innerhalb des Ausschusses für Berufsfragen zu eine eindeutigen abschließenden Urteil über die Stellungnahm zu rein privaten Lehranstalten zu gelangen. In ähnlich Lage befindet sich der Gutachterausschuß beim Reich ministerium des Innern, der mittlere Lehranstalten hi sichtlich der Zulassung ihrer Absolventen zum mittlere Staatsdienst bewerten soll.

steingänge der Geschäftstelle

Die Gesamtzahl der eingegangenen Postsachen (ohne itschriften, Pakete und Drucksachen) betrug im abgefenden Jahr 77 079 Stück, gegenüber 70 406 Stück im hre 1927, 64 180 im Jahre 1926, 59 166 im Jahre 1925 d 54 373 im Jahre 1924.

genieurhilfe

Die Ingenieurhilfe ist im vergangenen Jahre außerlentlich stark in Anspruch genommen worden. Die Ur-he hierfür liegt nach wie vor in der großen Stellungsigkeit der älteren Ingenieure, für die nur wenig Ausht auf Unterkommen in der Industrie besteht. Zur Beung geeigneter Maßnahmen zum Herbeischaffen der für iterstützungen erforderlichen Mittel fand gelegentlich der uptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure 1928 Essen zum ersten Mal eine Aussprache des Kuratoriums t den Vertrauensmännern der Bezirksvereine statt, in r beschlossen wurde, einen Werbeplan mit Hilfe der Beksvereine durchzuführen. Die Ergebnisse der Sammigen der Bezirksvereine sind zur Zeit noch nicht abschlossen. Bis jetzt sind von 13 Bezirksvereinen inssamt 9064,72 RM bei der Ingenieurhilfe eingegangen.

Die Ingenieurhilfe hat aus den Mitteln der Hilfsasse im Berichtsjahr in 265 Fällen insgesamt 500 RM an Unterstützungen gewährt. Die Leistungen in n Vorjahren waren folgende:

hr	Hilfskasse		Nothilfskasse		Rückzahlungen
	Unterstützungsfälle	Unterstützungen RM	Unterstützungsfälle	Unterstützungen RM	RM
24	188	20 014	—	—	171
25	266	37 150	—	—	494
26	299	35 883	270	43 400	651
27	163	27 425	238	48 600	1414.90
28	265	56 500	—	—	1743,50

Allen Spendern, die der Hilfskasse wieder Beiträge r Verfügung gestellt haben, sei an dieser Stelle nochls herzlichst gedankt!

Der Stellennachweis der Ingenieurhilfe wurde ter den obwaltenden Umständen außerordentlich stark Anspruch genommen. In zahlreichen Fällen veröffentlhten die VDI-Nachrichten besonders für ältere notdende Mitglieder kostenfrei Stellengesuchanzeigen. Im richtsjahr betrug die Zahl der Stellengesuche 333, der llenangebote 286, der vermittelten Stellen 162.

Auf Antrag der Ingenieurhilfe sind aus Mitteln der ichsanstalt für Arbeitsvermittlung und Arbeitslosenverherung dem Verein deutscher Ingenieure 94 500 RM zur rfügung gestellt und auf diese Weise im Berichtsjahre erwerbslose Ingenieure während je 6 Monaten mit der rchführung von Forschungsarbeiten beschäftigt wor-n. Diese Hilfsmaßnahme hat, soweit mit den wissenaftlichen Arbeiten am 1. November 1928 begonnen wern konnte, am 30. April 1929 ihr Ende erreicht.

rensold

Der vom Verein verwaltete Ehrensold der Industrie, V., der in Not geratenen, um die Naturwissenschaften d Technik besonders verdienten Männern für ihr eiges Alter oder für ihre näheren Angehörigen einen angessenen Lebensunterhalt sichern soll, hat im abgelaufen Jahr in neun Fällen laufende monatliche Unteritzungen gewährt. Da die Anforderungen an den Ehrend im Berichtsjahr gestiegen sind, veranstaltete der Verltungsrat bei einigen Firmen und Verbänden, die bereits iher dem Ehrensold einen Beitrag gestiftet hatten, und ner bei einigen größeren Industriefirmen eine Werbung, ein befriedigendes Ergebnis hatte. Weiter wird damit rechnet, daß die von einer Reihe von Firmen seit 1924 zahlten jährlichen Beiträge, die letztmalig für 1929 zusagt sind, auch für die folgenden drei Jahre dem Ehrend wieder zur Verfügung stehen werden. Die Auszahlung der vom Verwaltungsrat bewilligten Renten dürfte dann für die nächsten fünf Jahre als gesichert gelten, wenn nicht außergewöhnliche Anforderungen an den Ehrensold gestellt werden.

Stiftungen

Die Georg-Klingenberg-Stiftung, im Jahre 1927 von der Gattin des verstorbenen Geh. Baurates Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. *Georg Klingenberg* errichtet, um befähigte Studierende der deutschen Technischen Hochschulen durch Zuschüsse in ihrem Berufsstudium zu fördern, konnte im Berichtsjahr zwei Stipendien in Höhe von je 600 RM vergeben. 27 Bewerbungen lagen vor.

Die C. Bach-Stiftung zur Förderung technisch-wissenschaftlicher Versuche vergab im Jahre 1928 kein Stipendium.

Rechnung des Jahres 1928

Die Ausgaben übersteigen die Einnahmen um rd. 56 000 RM, die dem Vortrag aus den Jahren 1926 und 1927 entnommen wurden. Die verbleibenden 28 366,86 RM wurden für das Jahr 1929 vorgetragen.

Eingaben

10. Juli 1928. An das Reichsjustizministerium betr. mündliche Verhandlungen des Reichsjustizministeriums mit den Fachverbänden über den Entwurf eines Gesetzes zur Abänderung der Gesetze über den gewerblichen Rechtsschutz.

22. Oktober 1928. An das Reichsjustizministerium betr. Stellungnahme des Patentausschusses zu dem Gutachten des Vorläufigen Reichswirtschaftsrates über den Entwurf eines Gesetzes zur Abänderung der Gesetze über den gewerblichen Rechtsschutz.

23. November 1928. An das Reichsjustizministerium betr. Auskunft über den Geschäftsgang beim Reichspatentamt.

3. und 26. Juli, 14. September, 3. November 1928. An das Reichsverkehrsministerium betr. Ausführungsbestimmungen zum Luftverkehrsgesetz.

25. August 1928. An den Preußischen Herrn Ministerpräsidenten betr. Vorbildung der Ingenieure zum höheren Verwaltungsdienst.

25. August 1928. An den Preußischen Landtag betr. Vorbildung der Ingenieure zum höheren Verwaltungsdienst.

VDI-Verlag G. m. b. H.

Wenn in einer Zeit, in der die allgemeine ungünstige Wirtschaftslage und die abnehmende Neigung der Ingenieure, sich in die Fachliteratur zu vertiefen, der Entwicklung im Zeitschriftenverlag besonders abträglich sind, gleichwohl der Bezieherstand der VDI-Zeitschriften einen Jahreszuwachs von etwa 7 vH aufweisen kann, so darf das zweifellos als beachtenswerter Erfolg gedeutet werden. Rund 3 500 000 Hefte gehen jetzt jährlich durch die Auslieferung des VDI-Verlages.

Die Spitzenleistungen des VDI-Verlages in der Ausstattung seiner Zeitschriften sind unbestritten. Der Textteil der VDI-Zeitschrift konnte im letzten Jahr reich mit Bildtafeln ausgestattet werden; er gehört mit 1938 Seiten zu den umfangreichsten bisher erschienenen Jahresbänden. Besondere Pflege ließ der VDI-Verlag auch im abgelaufenen Jahr der weiteren Vervollkommnung des für den Anzeigenteil der VDI-Zeitschrift eingeführten Offsetdrucks angedeihen; durch eine enge Gemeinschaftsarbeit mit den Druckereien, Papierfabriken und Ätzanstalten konnten hier wiederum sichtbare Fortschritte erreicht werden.

Um vielfachen Wünschen aus dem Leserkreis gerecht zu werden, wurden mit Beginn des Jahrganges 1929 in

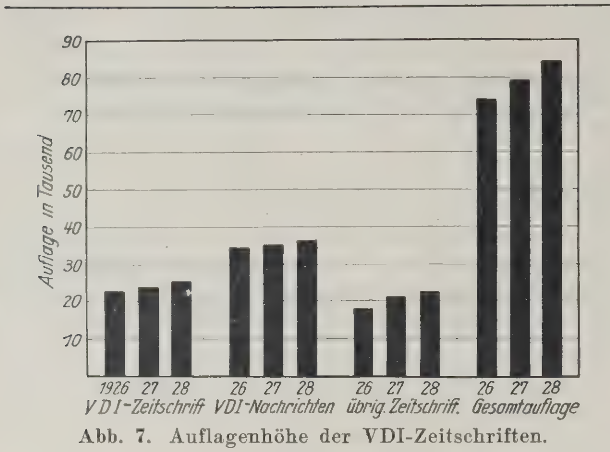


Abb. 7. Auflagenhöhe der VDI-Zeitschriften.

der Zeitschrift „Maschinenbau" die wirtschaftlichen Aufsätze in einem besonderen, leicht abtrennbaren Teil unter der Überschrift „Maschinenbau, wirtschaftlicher Teil" zusammengefaßt. Die technischen Aufsätze dieser Zeitschrift erhielten die zusammenfassende Bezeichnung „Der Betrieb". Hiermit wird auch äußerlich zum Ausdruck gebracht, daß die der Zeitschrift bei ihrer Gründung mitgegebene Tendenz weiterhin beibehalten werden soll.

Die Entwicklung in der Auflagenhöhe der VDI-Zeitschriften in den letzten drei Jahren zeigt das obenstehende Bild.

Beuth-Verlag

Der Beuth-Verlag als gemeinsame Vertriebsstelle für die Ergebnisse der Gemeinschaftsarbeit, soweit sie technische Vereinbarungen vorbereitet und in Normen, Lieferbedingungen, Regeln und Vorschriften zum Niederschlag bringt, ist in seiner Entwicklung natürlich von dem Fortschritt dieser Arbeiten in den einzelnen Körperschaften abhängig. Es zeigt sich immer mehr, daß es für die schaffende Technik eine außerordentliche Erleichterung bedeutet, alle Veröffentlichungen dieser Art von einer Stelle beziehen zu können, die gleichzeitig verbindlich über den Stand dieser auf Selbstverwaltung beruhenden „technischen Gesetzgebung" Auskunft gibt. Der Beuth-Verlag hat hierdurch eine über den unmittelbaren Vertrieb hinausgehende Bedeutung im planmäßigen Aufbau der technisch Selbstverwaltung.

Im Jahre 1928 veröffentlichten:

Deutscher Normenausschuß (DNA)
- 682 Normenblätter, davon 541 neu, 8 erweitert, 133 geändert
- DIN-Taschenbuch 1 „Grundnormen" in 3. Auflage
- DIN-Taschenbuch 2 „Schaltzeichen und Schaltbilder" in 2. Auf
- DIN-Taschenbuch 4 „Werkstoffnormen" in 3. Auflage
- DIN-Taschenbuch 6 „Werkzeuge" in Neuausgabe
- DIN-Taschenbuch 7 „Elektrotechnik, Maschinen, Transformato und Apparate" in 2. Auflage
- DIN-Taschenbuch 9 „Normalprofile" in 2. Auflage
- DIN-Taschenbuch 11 „Lehren" in Neuausgabe
- Beuth-Heft 1 „Werkstoffnormen Stahl und Eisen" in 4. Auflage
- Nachtrag zum Normblatt-Verzeichnis Herbst 1927

Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF)
- 6 Betriebsblätter
- 7 Maschinenkarten und 1 Anleitung hierzu
- 22 Getriebeblätter
- 1 Buch „Getriebe und Getriebemodelle"
- 4 Beobachtungsbogen
- 7 Blätter über Stanzereitechnik
- 10 Merkhefte

Ausschuß für wirtschaftliche Verwaltung (AWV)
- „ABC-Regeln" (Wandtafel)
- 1 Buch „Richtlinien für die Behandlung der Geschäftspost"

Reichsausschuß für Lieferbedingungen (RAL)
- 8 Blätter über Lieferbedingungen
- 2 Farbtafeln

Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung (Refa)
- 1 Refa-Buch „Einführung in die Arbeitszeitermittlung"

Unfallverhütungsbild GmbH
- 42 Unfallbilder
- 1 Nachtrag zum Unfallbild-Verzeichnis

Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure (ADB)
- 1 Mappe Werkzeugmaschinenblätter (Vervollständigung der 1 erschienenen 23 Blätter)

Reichsforschungsgesellschaft (RFG)
- 1 Sonderheft „Kleinwohnungsgrundrisse"
- 1 Sonderheft „Die Küche"

Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft (ATL)
- 7 ATL-Lehrbildtafeln
- 3 ATL-Schriften
- 4 ATL-Betriebsmerkblätter

Reichskuratorium Technik in der Landwirtschaft (RKTL)
- RKTL-Heft 1 „Untersuchungen an Gebläseförderanlagen für F und Stroh"
- RKTL-Heft 2 „Beiträge zur Kenntnis des Sortiervorganges bei Sichtung von Saatgetreide durch Windströme"

Beuth-Verlag
- „Der technische Zeichner" von L. J. Kaiser, Berlin
- Richtlinien für die Mitarbeiter, Richtlinien für die Vorarbeiter, Richtlinien für Meisterkursus und Meisterertüchtigung } von Prof. Friedri Karlsruhe

Verein deutscher Ingenieure (V. d. I.)
- Richtlinien für die Anforderung für den Bau von Rauchgasv wärmern

Deutscher Dampfkessel-Ausschuß (DDA)
- Werkstoff- und Bauvorschriften für Schiffsdampfkessel
- Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel

TÄTIGKEIT DER MIT DEM VEREIN ENG ZUSAMMENARBEITENDEN KÖRPERSCHAFTEN

Deutscher Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine

Nach Aufnahme der Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik und des Verbandes für autogene Metallbearbeitung gehörten am Ende des Jahres 1928 dem Deutschen Verband 38 Körperschaften als Mitglieder an.

Unter den Ausschußarbeiten nahmen im Berichtsjahr die des Deutschen Nationalen Komitees der Weltkraftkonferenz den weitaus größten Raum ein. An der letzten Tagung der Weltkraftkonferenz, die als Brennstofftagung in der Zeit vom 24. September bis 6. Oktober 1928 in London stattfand, hat die gesamte technische Welt lebhaftesten Anteil genommen. Deutschland hatte von rd. 170 Berichten, die der Versammlung vorgelegt wurden, 17 geliefert und war durch 70 von insgesamt 1500 Teilnehmern auf der Tagung vertreten. Eine ausführliche Würdigung der Veranstaltung, ihres Verlaufs und ihrer Ergebnisse brachten — abgesehen von den überaus zahlreichen Berichten der in- und ausländischen Tages- und Fachpresse — die VDI-Nachrichten 1928 Nr. 40 und die VDI-Zeitschrift 1929 Nr. 1.

Die Teilkonferenz in Barcelona, die vom 15. bis 23. Mai ds. Js. stattfand und der Gesamtausnutzung der Wasserkräfte gewidmet war, hat sich sowohl mit allgemeinen technischen, wirtschaftlichen und finanziellen Problemen der Wasserkraftwirtschaft, als auch mit gesetzlichen Aufgaben und den Maßnahmen des Wasse schutzes befaßt. Von deutscher Seite waren für diese Tagu vier Beiträge angemeldet.

An den Vorbereitungen zum Weltingenieurko greß in Tokio, mit dem in der Zeit vom 29. Oktob bis 7. November wiederum eine Teiltagung der Weltkra konferenz verbunden sein wird, nehmen weiteste Krei der Ingenieurwelt, der Wirtschaft und Wissenschaft allen Ländern, besonders in Amerika, regen Anteil. Dies ersten Einladung des Fernen Ostens zu einer internati nalen technisch-wissenschaftlichen Veranstaltung werde voraussichtlich etwa 330 auswärtige, davon 36 deutsc Teilnehmer Folge leisten. Rd. 60 Anmeldungen von Be trägen liegen bereits jetzt aus Deutschland vor.

Die Vorarbeiten für die vom 16. bis 25. Juni 1930 Berlin stattfindende Zweite Vollkonferenz de Weltkraftkonferenz haben naturgemäß die Täti keit des Deutschen Verbandes im Berichtsjahr am stärk sten beeinflußt. Das vorläufige technische Programm d Konferenz, in der Exz. *Oskar von Miller* das Ehrenpräs dium und Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. *Köttgen* den Vorsi übernommen haben, ist bereits in vielen tausend Exem plaren in deutscher, französischer und englischer Sprach in der ganzen Welt verbreitet worden und hat lebhaft Widerhall gefunden. Zur Bearbeitung der einzelnen Tei gebiete: feste Brennstoffe, flüssige Brennstoffe, gasfö mige Brennstoffe, Dampfkraftanlagen, Verbrennungskraf

…agen, Wasserkraftanlagen, mechanische Energieleitung, …ktrizität, Allgemeines (Statistik, Rechtsfragen, Ausbil…g, Normung) sind neun Fachausschüsse gebildet wor…, in denen 300 führende deutsche Fachleute als tätige …arbeiter vertreten sind. Das wesentliche Ziel der Aus…ußtätigkeit ist zunächst, für die Erörterung vor der …nferenz geeignete Themen in Vorschlag zu bringen und … Länder zu benennen, mit deren Nationalen Komitees …tschland in Verbindung treten könnte, um Berichte … bedeutenden Persönlichkeiten zu erbitten. Sodann wer…n die Fachausschüsse bei der Aufstellung des endgültigen …hnischen Programms wertvolle Arbeit zu leisten haben, …hrend es den noch zur Zeit in Bildung begriffenen Ge…äftsausschüssen obliegt, sich mit den Finanzen, der …icklegung der Berichte, der Werbung und dem Verkehr, …ie gesellschaftlichen Veranstaltungen und Besichtigun… zu befassen. Bereits der augenblickliche Stand der …rarbeiten gewährleistet, daß die bevorstehende Vollkon…enz der Weltkraftkonferenz als erste große internationale …hnisch-wissenschaftliche Tagung, die nach dem Kriege … Deutschland stattfindet, mit der Sorgfalt vorbereitet …d, die man erwartet.

In der Sammlung der Illustrierten Techni…hen Wörterbücher konnte im Berichtsjahr das …echnologische Handbuch der Elektrotechnik und Elektro…mie" dem Buchhandel übergeben werden. Band 1 der …aschinenelemente" wird gegenwärtig neu bearbeitet, … der Fachband „Luftfahrt" ist vollkommen satzfertig. … große Beachtung, die nicht nur in den Kreisen der In…trie, sondern auch der Behörden, Konsulate u. dergl. … Illustrierten Technischen Wörterbüchern geschenkt …d, läßt darauf schließen, daß ihre Bedeutung über den …is der gesamten Technik hinaus auch für die Förde…g der zwischenstaatlichen Handelsbeziehungen an ein…ntiger Stelle richtig eingeschätzt wird. Gleichwohl …ibt zu wünschen, daß diese Erkenntnis recht bald Ge…ngut aller Schichten von Technik und Wirtschaft …rden möchte.

Das als erstes Arbeitsergebnis des im Vorjahre ge…ndeten Ausschusses für Technisches Schrift…m vorgelegte „Merkblatt für technisch-wissenschaftliche …öffentlichungen" ist bereits in 2. Auflage erschienen, …hdem die erste Auflage von 10 000 Stück in wenigen …naten vergriffen war. Inzwischen sind auch die vom …sschuß aufgestellten „Richtlinien für Vorträge technisch-…senschaftlichen Inhalts", sowie die „Richtlinien für die …sgestaltung von Vortragsräumen" der Öffentlichkeit …rgeben. Bezüglich der schon seit längerer Zeit er…erten Errichtung eines technisch-wissenschaftlichen …llennachweises hat der Ausschuß für technisches …rifttum eine Umfrage in mehr als 2000 Stück an …tliche in Frage kommenden Behörden, technisch-…senschaftlichen Vereine und Organisationen, an die …ustrie und sonstige interessierte Stellen des gesamten …tschen Sprachgebietes einschließlich Deutsch-Österreichs … der Schweiz gesandt. Sie ergab, daß weit über … Stellen für ziemlich alle Gebiete der Technik einen …llennachweis besitzen und daß die Errichtung einer …trale von diesen Stellen lebhaft begrüßt werden würde. …e Unterkommission wurde mit der Beratung von Ein…ragen betraut.

Der Deutsche Ausschuß für das Schiedsgerichts…sen wurde während des Berichtsjahres in 38 Fällen … Entscheidung bei Streitigkeiten herangezogen, die in …iedsgerichtsverfahren durch die Ernennung oder Ab…nung eines Schiedsrichters bzw. Obmannes veranlaßt …en. Die Nachfrage nach der Schiedsgerichtsordnung …mt zu; seit der Herausgabe ihrer letzten Fassung im …re 1925 sind fast 4000 Exemplare verkauft worden. Ihre …rkennung wird wesentlich dadurch gefördert, daß die …chsverdingungsordnung für Bauleistungen, die von einer …ßen Zahl deutscher Städte bereits angenommen ist, die …iedsgerichtsordnung des Deutschen Ausschusses als bin…d vorsieht, sofern nicht ausdrücklich ein Verfahren vor … ordentlichen Gericht vereinbart ist.

Im Rahmen des vor etwa Jahresfrist ins Leben gerufe… Auslanddienstes wurden besonders enge Beziehungen mit den technisch-wissenschaftlichen Kreisen Rußlands dadurch unterhalten, daß der Deutsche Verband sich als korrespondierende Stelle der in Rußland gegründeten Deutsch-Russischen Gesellschaft „Kultur und Technik" zur Verfügung stellte. Er hat in Zusammenarbeit mit seinen Mitgliedvereinen nach Rußland wiederholt Auskünfte über technisch-wissenschaftliche Veröffentlichungen erteilt, Sachverständige für verschiedene Gebiete namhaft gemacht, den Besuch von Büchereien vermittelt und insbesondre das Zustandekommen der „Woche deutscher Technik" gefördert. Sie fand vom 8. bis 15. Januar 1929 in Moskau statt. Deutschland war hierbei vertreten durch die Herren: Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *Fischer*, Dr.-Ing. E. h. *Gminder*, Prof. Dr. *Heß*, Prof. Dr.-Ing. E. h. *Matschoß*, Exzellenz *v. Miller*, Prof. Dr.-Ing. *Probst*, Prof. Dr. *Ries*, Architekt B D A *Taut*, Dr.-Ing. *Wendt*, Zivilingenieur *Zander*, Dr. *Zoerner*. Die ungewöhnlich herzliche Aufnahme der deutschen Delegation und die rege Beteiligung der russischen Öffentlichkeit an den Veranstaltungen, insbesondere den Vorträgen, ließen die „Woche deutscher Technik" zu einer eindrucksvollen Kundgebung für die Anbahnung einer Erfolg versprechenden technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit zwischen den beiden Ländern werden.

Die „Siemens-Ring-Stiftung" beschloß in ihrer Sitzung am 13. Dezember 1928, als neue Ehrung für bedeutende Männer der Technik ihr Andenken durch Überweisung von jährlich 100 wertvollen Bildnissen an Volks- und Mittelschulen in den Kreisen der heranwachsenden Jugend festzuhalten.

Das Bedürfnis nach eingehender Erörterung der Fragen, nach welchen allgemeinen Richtlinien sich die Ingenieurausbildung an den Technischen Hochschulen bei der ständig wachsenden Fülle und Vielseitigkeit des Stoffes und den sich dauernd steigernden Anforderungen der Industrie entwickeln soll, führte im Berichtsjahr erneut zur Abhaltung einer Hochschultagung. Sie fand am 29. November 1928 in Dresden statt und vereinigte rd. 180 Vertreter der Reichs- und Staatsbehörden, aus Industrie und Wissenschaft. Sechs einleitenden Berichten der Herren *Nägel*, *Matschoß*, *Probst*, *Zenneck*, *Heidebroek*, *Neumann* folgte eine eingehende Aussprache, in deren Verlauf angeregt wurde, beim Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen und dem V. d. I. eine Stelle zu schaffen, in der Vertreter der Industrie, der Hochschulen und Behörden, sowie der jeweils interessierten Kreise in gemeinsamer Beratung grundlegende Einzelfragen der Hochschulausbildung bearbeiten sollen. Der Inhalt der Vorträge, sowie die Ergebnisse der Aussprache werden in einer besondern Druckschrift niedergelegt. Eine ausführliche Veröffentlichung über den Tagungsverlauf brachten die VDI-Nachrichten 1928, Nr. 49.

Die Nachfrage nach den Lehrmitteln der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale (TWL) hat im Jahre 1928 bedeutend zugenommen. Käuflich und leihweise wurden rd. 48 000 Diapositive (gegenüber 34 500 im Vorjahre) sowie 33 000 Papierabzüge für episkopische Projektion und zum Verteilen an die Hörer in Vorträgen abgegeben. Zahlreiche neue Lichtbildreihen mit rd. 2400 Diapositiven wurden neu angefertigt. Gemeinsam mit der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht war schon im vorigen Berichtsjahr die Schaffung geeigneter Unterlagen für die Berücksichtigung der Technik im Unterricht der allgemeinbildenden Schulen in Angriff genommen worden. (Drucksache N 24). Die hierfür gewählten Darstellungen fanden nicht nur als Diapositive, sondern in größerem Umfange auch als Illustrationen physikalischer und chemischer Lehrbücher Verwendung.

Mit Behörden und gemeinnützigen Körperschaften arbeitete die TWL im Berichtsjahr eng zusammen. U. a. wurde gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure die Herausgabe einer Lehrmittelsammlung „Werkstattgerechtes Konstruieren", eine auf Anregung von Hrn. *Köttgen* unternommene Arbeit, wesentlich gefördert.

Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik

Die ständige Erweiterung und Vervollkommnung der Materialprüfverfahren und die wachsenden Anforderungen an die Genauigkeit der Untersuchungen drängen immer mehr dazu, durch zweckmäßige und rechtzeitige Bekanntgabe vorliegender Ergebnisse den Erfahrungsaustausch zwischen allen mit der Pflege des Prüfwesens betrauten Stellen zu fördern und die Bestrebungen um Vereinheitlichung der Prüfverfahren wirksam zu unterstützen.

Durch Überführung der Normen für Prüfverfahren und der Stoffnormen in das Normensammelwerk, durch Ausarbeitung einheitlicher, als DVM-Richtlinien gekennzeichneter Prüfverfahren und durch laufende Berichte über seine Ausschußarbeiten in Form von Zwanglosen Mitteilungen und Druckschriften ist der Deutsche Verband für die Materialprüfungen der Technik (DVM) bemüht, an der Weiterentwicklung des Prüfwesens erfolgreich mitzuwirken.

Gleichgerichtete Interessen legten eine enge Zusammenarbeit mit dem Deutschen Normenausschuß nahe; stoffkundliche Forschungsarbeiten größeren Umfanges wurden durch den Wissenschaftlichen Beirat des Vereines deutscher Ingenieure unterstützt, mit dessen Fachausschüssen der DVM dauernd in Verbindung steht.

Mit dem Österr. Verband für die Materialprüfungen der Technik (ÖVM) ist durch gemeinsame Herausgabe von Zwanglosen Mitteilungen, durch Vertretung des ÖVM in den Ausschüssen des DVM und durch gemeinsame Führung einzelner Ausschüsse ein fester Zusammenhang geschaffen, und im Neuen Internationalen Verband für die Materialprüfungen, der seine Arbeiten im Jahre 1928 aufnahm, ist der DVM mit über 300 Mitgliedern vertreten. Für die Vorbereitung des nächsten internationalen Kongresses für Materialprüfungen hat der DVM 20 Berichte angemeldet.

Arbeitsergebnisse des Jahres 1928, veröffentlicht in Normblättern (DIN, DVM), Druckschriften (Dr) oder in den Zwanglosen Mitteilungen (ZwM):

Natürliche Gesteine (Probeentnahme und petrographische Untersuchung, Kantenfestigkeit, Schlagfertigkeit [DIN DVM 2101, 2106, 2107, ZwM Nr. 11, 14]).
Schmiermittel (Toleranzen, Wassergehalt, Aschegehalt, Säurezahl, Verseifungszahl, Probeentnahme, Stockpunkt, Tropfpunkt der Fette, feste Brennstoffe [ZwM Nr. 11, 12]).
Kerbschlagprobe (Versuche a. d. Techn. Hochschule Dresden, Vorbereitung der Normung der Probenform [ZwM Nr. 14]).
Härteprüfung (Änderung des Blattes DIN 1605, Neuere Verfahren, Härte Schneidhaltigkeit [ZwM Nr. 12,] Herausgabe von Umrechnungstabellen für Brinellhärtewerte [Dr]).
Traß (Neubearbeitung der Normen, Sieben-Tage-Probe, Kieselsäuregehalt [ZwM Nr. Nr. 11, 13, DIN 1043]).
Anstrichstoffe (Begriffe und Benennungen, Analyse der Anstrichstoffe, Hausanstriche, Schnellprüfungen [ZwM Nr. 12, DIN DVM 3210]).
Verschleißwiderstand (Vergleichende Untersuchungen von Maschinen und Werkstoffen [ZwM Nr. 12]).
Streckgrenze (Vergleichende Untersuchungen über Beeinflussung der Streckgrenzenlage [ZwM Nr. 14]).
Leimprüfung (Prüfung von Lederleimen [ZwM Nr. 13]).
Drahtseilprüfung (Normen für Prüfverfahren [ZwM Nr. 7, DIN DVM 1201]).
Holzprüfung (Entwurf für Prüfverfahren [ZwM Nr. 14]).
Fußbodenbelage (Prüfung von Steinholz und von Mosaikplatten [ZwM Nr. 14]).
Dachdeckstoffe (Normen für Bitumenpappen, Rohpappen, Klebemassen, Dachanstrichstoffe [DIN DVM 2117/2137]).
Textilien (Prüfverfahren von allgemeiner Bedeutung für Fasern, Gespinste und Gewebe, Prüfung von Flachsgespinsten, roh und gebleicht [ZwM Nr. 14]).
Prüfung von Schreibtinte (Untersuchungen von Tinten [ZwM Nr. 14]).
Brennstoffe (Feste Brennstoffe — Probeentnahme, Koksrückstand und flüchtige Bestandteile, Chemische Prüfung, Kalorimetrische Prüfung — Flüssige Brennstoffe — Gasförmige Brennstoffe [ZwM Nr. 13]).

Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen

Entsprechend den größeren Aufgaben, die während des Berichtsjahres dem Bauingenieurwesen im allgemeinen erwuchsen, kann die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen eine Aufwärtsentwicklung ihrer Tätigkeit vermerken, wenn auch die günstigen Auswirkungen sich erst allmählich zeigen können. Regere Anteilnahme der Fachkreise, insbesondere an den Ausschußarbeiten, könnte viel dazu beitragen, diese ihrem Abschluß schneller entgegenzuführen.

Der Ausschuß für die Erforschung des Windeinflusses auf Bauwerke konnte durch die Beihilfe des Wissenschaftlichen Beirates des Vereines deutscher Ingenieure seine im Vorjahre begonnenen V suche mit offenen Gebäudemodellen fortsetzen; sie wur wiederum von der Aerodynamischen Versuchsanstalt Universität Göttingen durchgeführt. Die Sammlung Beobachtungen außergewöhnlicher Windwirkungen vervollständigt worden.

Der Deutsche Ausschuß für Baugru forschung hat auf den Entwurf eines Merkblattes die Entnahme und Behandlung von Bodenproben nah 100 Zuschriften erhalten, die in den Abänderungsv schlägen zum vorläufigen Merkblatt verarbeitet wurd Ferner wurden die gebräuchlichen Bezeichnungen Bodenarten zusammengestellt. Die Zusammenarbeit der vom Reichsverkehrsministerium und der Deutsc Reichsbahn gegründeten Deutschen Forschungsges schaft für Bodenmechanik an der Technischen Hochsch Berlin ist gesichert.

Der Arbeitsausschuß für das Garage wesen befaßte sich, einem Wunsche des Reichsverkel ministeriums folgend, mit der Frage einer etwai Vereinheitlichung der Länderverordnungen über Garagenwesen.

Der Ausschuß für die Berufsausb dung des akademischen Bauingenieurs die Antworten auf den im Vorjahre von ihm ausgesand Fragebogen über das Verhältnis zwischen fachwiss schaftlichem und wirtschaftlichem Lehrstoff zusamm gestellt und veröffentlicht. Nunmehr werden die tistischen Ermittlungen der Technischen Hochschule Be über das Praktikantenwesen verfolgt und ausgewerte

Die Gesellschaft hielt im Jahre 1928 ihre ordentli Mitgliederversammlung gleichzeitig mit der Haupt sammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Es eine Herbsttagung in Berlin und eine Bauwissensch liche Tagung mit anschließender Besichtigung der M in Leipzig ab. Einschließlich der Veranstaltungen in Ortsgruppen fanden im Berichtsjahr insgesamt 16 V träge und 12 Besichtigungen statt, über die im Or der Gesellschaft, der Zeitschrift „Der Bauingenieur", auch an andern Stellen ausführlich berichtet wurde.

An den mit Unterstützung des Reichskuratoriums Wirtschaftlichkeit von Prof. Dr. *Garbotz* angeregten durchgeführten Versuchen zur Feststellung der g stigsten Betonmischungen war die Gesellschaft beteil — Der Literaturnachweis der Gesellschaft wurde 190 Fällen in Anspruch genommen.

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde

Die überaus rege Anteilnahme in den Kreisen der tallverbraucher an allen Fragen der Werkstoffkunde insbesondere an der Entwicklung der Leichtmetalle neben den wissenschaftlichen Arbeiten der Gesellsc im Rahmen ihrer Fachausschußsitzungen vor allem nach außen gerichteten Veranstaltungen, die Fachtag gen, zu besonderer Bedeutung gelangen. Sie sind wertvollen Mittlern metallkundlicher Kenntnisse u Maschinenbauern und Betriebsfachleuten geworden erfreuten sich im Berichtsjahr eines sehr guten Besu Um ihren Arbeiten eine möglichst breite Grundlage geben, unterhält die Gesellschaft Beziehungen auch andern, ihrem Schaffensgebiet nahestehenden in- und a ländischen Körperschaften.

So wurde von den beiden in Berlin abgehalte Fachtagungen des Jahres 1928, „Röntgenforschung" „Metalle im Kraftwagen- und Flugzeugbau", die letzt in Verbindung mit dem Reichsverband der Automo industrie und in Anlehnung an die beiden großen in nationalen Berliner Ausstellungen für Flugzeuge und Kraftwagen durchgeführt. Die zur Hauptversamml der Gesellschaft in Dortmund (Juni 1928) gebot gleichfalls auf einen weiten Zuhörerkreis abgeste Vortragsreihe „Gase in Metallen" wurde unter Beteilig des Vereines deutscher Eisenhüttenleute veranstaltet.

Mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker s die Gesellschaft durch ihre Ausschußarbeiten in en und ständiger Fühlung, und die guten Beziehungen z Institute of Metals werden im Jahre 1929 auch äußer

rin zum Ausdruck kommen, daß kurz nach der Haupt-sammlung der deutschen die der englischen Gesell-aft für Metallkunde in Düsseldorf stattfindet.

Die in regelmäßigen Abständen angesetzten Vor-gsabende behandelten u. a. „Elektrisch geheizte Glüh-n", die, in Amerika seit längerer Zeit im Gebrauch, die Herstellung hochwertiger Ware jetzt auch in utschland mehr und mehr Bedeutung gewinnen.

Die Metallfachabende in Berlin und Stuttgart boten e Reihe von Veranstaltungen, die neben der sach-len Aussprache im engeren Kreise auch der Gewöh-g der jüngeren Fachleute an den öffentlichen Vortrag d dem Meinungsaustausch dienten.

In den Fachausschüssen hat sich, nachdem im Vor-re die Vorbereitungen zur Werkstoffschau vorüber-hend einen Rückgang in der Betätigung zur Folge ten, nunmehr wieder ein reges Leben entfaltet. Im sschuß für Aluminium und Leichtlegierungen sind in em Unterausschuß planmäßige Untersuchungen über müdungsfestigkeit bei vergütbaren Aluminiumlegierun-n in Angriff genommen, in einem andern werden die her noch mangelhaften Unterlagen für die Kennzeich-ng von Aluminiumguß-Legierungen gesammelt bzw. er-itelt. Der Unterausschuß für Aluminiumleitungen hat en neuen Bericht über die Bewährung von Aluminium-ileitungen für Starkstrom bei den deutschen Elektrizi-swerken herausgegeben und im Anschluß daran der mmission für Starkstrom-Freileitungen beim Verband utscher Elektrotechniker Vorschläge für die Verbes-sung der Armaturen bei Aluminiumleitungen unter-itet. Der mit dem Verband Deutscher Elektrotech-ier zusammenarbeitende Unterausschuß für Aluminium-itungsnormen stellte einen Entwurf auf, der bei der sjährigen Sitzung der Internationalen Elektrotech-chen Commission in Paris teilweise angenommen wor-n ist. Auch der auf Antrag des Verbandes Deutscher ektrotechniker bei der Gesellschaft ins Leben ge-ene Unterausschuß für Kupferleitungsnormen hat in-ischen einen Normungsentwurf verfaßt.

Aus dem Zusammenarbeiten mit dem Verband Deut-her Elektrotechniker ergab sich ferner die Durchfüh-g von Versuchen über die Dauerstandfestigkeit von rkstoffen für Starkstromfreileitungen. Drähte aus inaluminium, vergütbarem Aluminium, Kupfer und onze werden unter Aufsicht eines von der Gesellschaft d dem Verband Deutscher Elektrotechniker gebildeten sschusses im Metallwerk der Siemens-Schuckertwerke er einjährigen Dauerbelastungsprobe unterworfen, wo-rch Unterlagen für die Zulassung dieser und ähnlicher rkstoffe als „normale" Baustoffe für Freileitungen wonnen werden sollen.

Im Rahmen des Ausschusses für Großzahlforschung im Anschluß an die Herausgabe des Normblattes für gerweißmetalle eine Umfrage über die Verwendung n Lagermetallen veranstaltet worden, die bereits wert-lle Aufschlüsse über die Benutzung bleihaltiger Lager-talle mit niedrigem Zinngehalt brachte und zur Zeit ch fortgesetzt wird. Der Walzwerkausschuß hat nach gerer Pause seine Tätigkeit wieder aufgenommen und Ver-he über den Kraftbedarf an Vierwalzengerüsten vor-eitet.

Weitere Arbeiten der Gesellschaft bezogen sich auf Herstellung von Sauerstoffflaschen aus Leichtmetall, Ausarbeitung von Vorschriften für die Herstellung Dampffässern aus Nichteisenmetallen und andere fgaben, um deren Übernahme Behörden und Industrie-bände gebeten hatten.

Der Fachnormenausschuß für Nichteisenmetalle, der der Gesellschaft in der Geschäftsführung verbunden hat im Berichtsjahr die Normblätter Bronze und Rot-ß verabschiedet und die restlichen Arbeiten für die rmung der Kupferlegierungen soweit gefördert, daß Anfang 1929 abgeschlossen werden konnten. Die Ar-ten für die Normung von Kupfer, Zink, Neusilber, uminiumlegierungen und Edelmetallen sind mit Erfolg tgesetzt worden.

Das Organ der Gesellschaft, die „Zeitschrift für Me-llkunde" faßte in den beiden Fachheften „Dauerbruch" und „Röntgenforschung" den Inhalt der wichtigsten auf den Fachtagungen der Gesellschaft gehaltenen Vorträge zusammen. Es erschienen an bemerkenswerten Veröffentlichungen ferner eine Mappe mit den verkleinerten Wandtafeln der Werkstoffschau 1927, Gruppe Metalle. Die einmalige Auflage ist nahezu vergriffen, ebenso der erste Neudruck des Werkstoffhandbuches. Kurz vor dem Erscheinen steht ein für den Verbraucher bestimmtes handliches Buch über Aluminium und Leichtlegierungen.

Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen

Die Entwicklung der letzten Jahre hat die Fragen des Technischen Schulwesens stark in den Vordergrund gerückt und läßt ihre vertiefte Behandlung, insbesondere durch Ausbau aller die Ausbildung des Ingenieurstandes fördernden Einrichtungen als ein dringendes Gebot unsrer Zeit erscheinen. Demzufolge ist auch der Aufgabenkreis des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen (DATSCH) im 20. Jahre seines Bestehens bedeutend gewachsen.

Der DATSCH umfaßt gegenwärtig 44 technische Vereine und Verbände, die — gemäß einem im Vorjahre gefaßten Beschluß — wieder stärker zur Bearbeitung dringlicher Zeitfragen herangezogen werden konnten. Unter diesen spielten u. a. die Ausbildung der Gewerbelehrer eine wichtige Rolle. Eine viel beachtete Eingabe des Ausschusses an den Preußischen Minister für Handel und Gewerbe und an den Preußischen Landtag im Juli 1928 nahm gegen die beabsichtigte Akademisierung des Gewerbelehrerstandes sowie gegen die Verlängerung des Berufsstudiums Stellung und trat für die stärkere Heranziehung des aus dem gewerblichen Leben stammenden Praktikers ein. Das gleiche Ziel hatten entsprechende Eingaben maßgeblicher angeschlossener Körperschaften und der Mehrzahl der wirtschaftlichen Spitzenverbände. Im Zusammenhang hiermit griff der Deutsche Ausschuß, mit dankenswerter Unterstützung des Preußischen Handelsministeriums, die Gepflogenheit des Besuches der zur Behandlung stehenden Unterrichtsstätten durch eine Studienfahrt zu den preußischen berufspädagogischen Instituten in Frankfurt a. Main und Köln wieder auf, wodurch das Studium der Gewerbelehrerfrage wesentlich vertieft werden konnte.

Von den im Jahre 1928 unter Mitwirkung des DATSCH veranstalteten Tagungen vermittelte die Fachsitzung „Ausbildungswesen" auf der Hauptversammlung des V. d. I. in Essen einen Überblick über die vielseitigen vom V. d. I. geschaffenen Einrichtungen zur Ingenieurfortbildung, sowie über die Möglichkeit einer zeitgemäßen Erziehung der Konstrukteure auf den Hochschulen und ihrer Weiterbildung in der Praxis. Die Hochschultagung in Dresden, vom V. d. I., dem DATSCH und dem Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine am 29. November 1928 einberufen, ist in ihren Zielen und Ergebnissen bereits an anderer Stelle (im Bericht des Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine auf S. 905) gewürdigt worden.

Um weitere Kreise der Öffentlichkeit mit seinen Bestrebungen, insbesondere mit seinen neuzeitlichen Lehrmittelarbeiten, bekanntzumachen, veranstaltete der DATSCH rd. 40 Ausstellungen an verschiedenen Orten des In- und Auslandes. Sie fanden zugleich mit Tagungen und Kursen des V. d. I., sowie führender Handwerks- und Schulverbände statt.

Die Lehrmittelarbeiten, die der Berufsausbildung sowohl der Facharbeiter, Handwerker und Angelernten, als auch der Techniker und Ingenieure dienen, konnten durch zahlreiche Neuerscheinungen bereichert werden. So kamen zu den vorhandenen Lehrgängen solche für Feinmechaniker, Werkzeugmacher, Klempner, Bohrer und Fräser hinzu. Erstmalig wurde das Gebiet des Baugewerbes bearbeitet; die bisher erschienenen Teillieferungen für Maurer und Zimmerer fanden günstige Aufnahme. Auch auf den Gebieten der Fachkunde und der Gemeinschaftskunde wurden zahlreiche Tafeln und Erläuterungsblätter herausgebracht, z. B. über Werkstoffe, Dampfkesselwesen, Gasschmelz- und elektrische Schweißung, Veranschlagen. Mit

den Lehrtafeln über den Zahlungsverkehr wurde die Verbindung mit den Handelsschulen aufgenommen. Aus der Reihe der sonstigen Arbeiten seien eine Druckschrift „Der Mensch im Kreislauf des Stoffes“, einige Tafeln „Technik im Haushalt“, der Jugendkalender „Technik voran!“ und der „Lehrplan für den Unterricht der Maschinenschlosserlehrlinge und verwandter Berufe an Berufs- und Werkschulen“ hervorgehoben.

Das Organ des DATSCH ist die mit dem Arbeitsausschuß für Berufsausbildung herausgegebene Zeitschrift „Die Technische Erziehung“. Sie enthält außer den Berichten über die Tätigkeit der beiden Ausschüsse zahlreiche Veröffentlichungen führender Fachleute über die Zeitfragen des gesamten technischen Ausbildungswesens, so z. B. über das Problem der Anlernung, die Berufsstatistiken, die Gewerbelehrerfrage und über die Fortbildung der Konstrukteure. Neu aufgenommen wurde das Mitteilungsblatt des Reichsvereins der Werkschulen (R. d. W.), das als Vierteljahrsbeilage der „Technischen Erziehung“ beigefügt wird.

Durch die halbjährliche Versendung von rd. 25 000 Lehrmittelverzeichnissen an technische Schulen, Industrie, Buchhandlungen usw. wurde eine erhöhte Werbung durchgeführt, derzufolge sich auch die Umsätze an Lehrmitteln gegenüber früher merkbar steigerten. Ihre Verbreitung konnte durch die vorerwähnten Ausstellungen und die zahlreichen Auslagestellen des DATSCH im In- und Auslande gefördert werden. Immerhin bleiben noch manche Kreise der Industrie, des Handwerks und der Schulen den Lehrmitteln das nötige Interesse schuldig, und es wird daher der regsten Mitarbeit der dem DATSCH angeschlossenen Verbände und der seinen Bestrebungen nahestehenden Kreise bedürfen, um ihnen die verdiente Beachtung zu sichern.

Deutscher Normenausschuß

In seiner fast 12jährigen Tätigkeit hat der Deutsche Normenausschuß etwa 2800 bezugsfertige Normblätter herausgegeben. Die Darstellung der Verteilung der erschienenen Normblätter auf die einzelnen Fachgebiete läßt erkennen, daß die Normung im Lokomotivbau, im allgemeinen Maschinenbau, im Bauwesen und im Kraftfahrzeugbau am weitesten durchgeführt ist. Die Arbeiten des Berichtsjahres machten vorwiegend im Kraftfahrzeugbau, Bergbau, Bauwesen und in der Textilindustrie Fortschritte.

Im Jahre 1928 wurden herausgebracht rd. 800 Normblattentwürfe, 632 Normblätter; ferner Dintaschenbuch 6: Werkzeuge, Dintaschenbuch 11: Lehren.

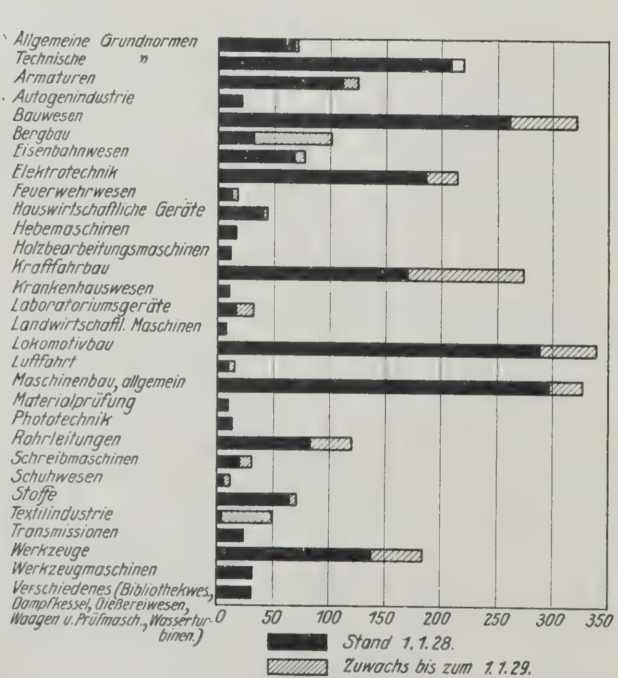


Abb. 8. Zahl der bis zum 1. 1. 1929 erschienenen Normblätter.

Neu aufgenommene Arbeiten:

Gütevorschriften für bituminöse Straßenbaustoffe,
Gütevorschriften für Linoleum,
Gütevorschriften für Stahlhäuser,
Lieferbedingungen für blanke Schrauben,
Lieferbedingungen für Ringschrauben,
Lieferbedingungen für Schraubenschlüssel,
Normen für Gewindezapfanschlüsse ortsfester Tankanlagen,
Normen für Glüh-, Härte- und Einsatzgefäße,
Normen für technisches Zeichengerät,
Normen und Gütevorschriften für Geräte, Handwerkzeuge un wandte Gebiete,
Normung von Atmungsgeräten,
Normung von Fleischereimaschinen,
Normung von Piano-, Flügel- und Möbelschlössern,
Normung von Sandstrahldüsen,
Röntgennormung,
Technische Lieferbedingungen für gezogenen Stahl,
Technische Vorschriften für Benzinabscheider,
Technische Vorschriften für Einbau von Leitungen in Straße
Gründung eines Fachnormenausschusses für Heizungen.

Reichsausschuß für Arbeitzeitermittlung

Die Einsetzung von vier neuen Kuratorien Reichsausschusses während des Berichtsjahres darf Beweis dafür gelten, daß die Erkenntnis von der Be tung einer gründlichen und einheitlichen Ausbildun den Verfahren der Arbeitzeitermittlung in immer tere Kreise dringt. Mit den Gründungen in Boc Dortmund, Duisburg und Gelsenkirchen haben die stehenden Refa-Kuratorien sich auf 25 erhöht und Bestrebungen gerade in einem an der Fortentwick der deutschen Technik besonders stark beteiligten Be eine wertvolle Stärkung erfahren.

Wie es in der eigentlichen Aufgabe des für die bildung in der Stückzeitrechnung bestimmten Ausschu begründet ist, liegt das Schwergewicht seiner Tätig in der Abhaltung von Lehrkursen. Sofern in den an i Durchführung interessierten Orten nicht eigene R Kuratorien bestehen oder benachbarte Kuratorien ei Teil ihrer Lehrkräfte für Kurse freigeben konnten, andere Stellen mit verwandten Bestrebungen für Veranstaltung von Unterrichtsgängen gewonnen wor So übernahm in Saarbrücken die Anstalt für Arb kunde der Saarindustrie E. V. die Abhaltung ersten dortigen Refa-Kursus, während in Oberschle die Eisenhütte Oberschlesien sich für den gleichen Zw zur Verfügung stellte.

In der Mehrzahl der Fälle sind die einmal ins Le gerufenen Kurse zu einer ständigen Einrichtung worden; vereinzelt allerdings mußte wegen Mangels geeigneten Lehrkräften ihre Weiterführung vertagt den. In Frankfurt a. M. und Görlitz gelang es nach fänglichen Schwierigkeiten dieser Art, die Lehrgänge wiederholen. Insgesamt fanden in 19 Städten 29 Ku statt, die von rd. 1150 Teilnehmern besucht waren.

Das allen Kursen hauptsächlich zugrunde liegen vom Reichsausschuß herausgegebene Unterrichtsmate mußte bei dem raschen Schrittmaß der technischen E wicklung neu bearbeitet werden, so die im Juni 1 erschienene „Refa-Mappe für spanabhebende Formun wie auch die Ende 1926 erschienene „Ergänzungsmapp und die „Refa-Mappe für Gießereiwesen“. Der mit dies Aufgaben betraute Arbeitsausschuß zur Neubearbeitu der Refa-Lehrmittel konnte im Oktober 1928 das Einführung in die Arbeitzeitermittlung bestimmte, se günstig aufgenommene „Refa-Buch“ herausbringen, dem zusammen ein neues Verzeichnis der Refa-Dru sachen erschien.

Während der Reichsausschuß die früheren, zule nicht weitergeführten Arbeiten für die Stückzeitermi lung in der Holzindustrie im Berichtsjahr wieder a gegriffen und an der Vervollständigung der Unterlage für Stückzeitbestimmung von Gießereiarbeiten weiterg arbeitet hat, konnte durch Fühlungnahme mit de Verein deutscher Eisenhüttenleute und der Vereinigu der deutschen Dampfkessel- und Apparate-Industrie au die erfolgreiche Erschließung neuer Arbeitsgebiete f den Refa angebahnt werden. Eine Jahressitzung des Au schusses hat im abgelaufenen Jahr nicht stattgefunde

Mai 1929.

C. Matschoß. W. Hellmich.

DIE TÄTIGKEIT DER BEZIRKSVEREINE IM JAHRE 1928/29

Während derjenige Teil der Tätigkeit des Vereines, [der] sich auf die Mitarbeit an großen, durch Gemein[sch]aftsarbeit zu behandelnden Aufgaben und auf die Er[ört]erung der vielen, für den Ingenieur wichtigen Fragen [sei]ner Erziehung und seiner Stellung in Wirtschaft und [Le]ben erstreckt, sich mehr innerhalb der dafür einge[se]tzten Ausschüsse abspielt, sind die von den Bezirks[ver]einen veranstalteten Vorträge nach wie vor ihr [w]entliches Tätigkeitsfeld.

Im Vortragsprogramm der Bezirksvereine spiegelt [sic]h bei der Zusammenstellung am Jahresschluß in sehr [kla]rer Weise wieder, welche Gebiete jeweils von beson[der]er Bedeutung sind. Es darf als ein günstiges Zeichen [für] den Fortschritt des Vortragwesens in den Bezirks[ver]einen angesehen werden, daß in der Tat ihre Vor[trag]sprogramme mit sehr geringer Nacheilung den drin[ge]nden Aufgaben der Gegenwart folgen, ja vielfach sogar [w]egend vorangehen.

Bei Durchsicht des letzten Jahres erscheint zunächst [bem]erkenswert, daß die Grundwissenschaften, besonders [Ph]ysik und Chemie, stärker als bislang behandelt [wo]rden sind. Daneben sind Maschinenelemente [un]d die Getriebelehre sehr häufig zum Gegenstand [de]r Erörterung gemacht worden. Diese stärkere Be[ton]ung der Grundlage unsrer technischen Wissenschaften [ist] zweifellos eine Auswirkung der Erkenntnis, daß wir [un]s mit der weit getriebenen Auflösung unsres Wissens in [Son]dergebiete allein auf einen unrichtigen Weg begeben [hab]en, und daß es an der Zeit ist, die Grundlagen tech[nis]cher Bildung mehr in den Vordergrund zu rücken.

Werkstofffragen, die im vorigen Jahre, ver[anl]aßt durch die Werkstofftagung und Werkstoffschau, [in] bemerkenswert hohem Maße den Gegenstand der Be[ha]ndlung gebildet hatten, traten im Berichtsjahre wieder [etw]as zurück; nur wurde nach wie vor den so überaus [wi]chtigen Nichteisenmetallen besonderes Interesse ent[ge]gengebracht. Bei den Brennstoffen stand natur[ge]mäß die Frage der Kohlenverflüssigung und der Her[ste]llung und Behandlung des Kohlenstaubes in erster [L]inie.

Wenn auch im abgelaufenen Jahre die Anregung, [die] von einer so großen Veranstaltung ausging, wie es die [We]rkstoffschau war, fehlte, so fand doch die Tätigkeit [de]r Ausschüsse des Gesamtvereines in den Bezirksver[ein]en zum Teil ein recht lebhaftes Echo. Insbesondere [wa]ren es die Gebiete der Anstrichtechnik und der [Sc]hweißtechnik, also vorwiegend die technologi[sch]en Arbeiten auf dem Randgebiete der Ingenieur[wi]ssenschaft, die in den Bezirksvereinen in eigenen Ver[ha]ndlungen oder in gemeinsamen Veranstaltungen in den [bet]reffenden Ausschüssen gepflegt wurden. Es ist erfreu[lic]h, festzustellen, daß bei diesen Sonderveranstaltungen [die] Bezirksvereine auch die am Orte vorhandenen übrigen [tec]hnisch-wissenschaftlichen Vereine, z. B. der Chemiker, [die] einschlägigen Behörden und auch die Handwerker er[fol]greich herangezogen werden konnten. Besonders zu [beg]rüßen ist, daß die Bezirksvereine im Grenzland ge[rad]e in dieser Hinsicht sehr erfolgreich arbeiteten. Es [sin]d hier zu erwähnen: der Pfalz-Saarbrücker Bezirksver[ein], der Westpreußische Bezirksverein, der Ostpreußische [Bez]irksverein und der Österreichische Bezirksverein deut[sch]er Ingenieure. Die innige Zusammenarbeit der beiden [Au]sschüsse mit den Bezirksvereinen ist besonders wert[vol]l zur Erreichung des Hauptzieles der Fachausschüsse, [näm]lich Zusammenschluß führender Fachleute aus Erzeu[ger]- und Verbraucherkreisen mit Vertretern der einschlä[gig]en Wissenschaften zur Förderung und Nutzbarmachung [wi]ssenschaftlicher Bestrebungen und zur Verbreitung [fac]htechnischer Gedanken in weitesten Kreisen der All[ge]meinheit. Bisher haben die beiden Ausschüsse gemeinsam in den Bezirksvereinen 14 Sprechabende veranstaltet, auf denen über die Fachausschußarbeiten vorgetragen wurde.

Unvermindert starker Berücksichtigung erfreut sich das Gebiet der Krafterzeugung und -verteilung. Von allgemeinen wirtschaftlichen Fragen abgesehen, wurden besonders die in der Neuzeit so bedeutungsvolle Frage der Hochdruckdampftechnik und weiterhin die sich durch das Fortschreiten der Elektrotechnik ergebenden Aufgaben behandelt.

Während diese Fragen in früheren Jahrzehnten 50 vH und mehr aller Vorträge für sich in Anspruch nahmen, hat sich in der Nachkriegzeit die Aufmerksamkeit sehr stark allen Fragen der Fertigung, also der Betriebstechnik, zugewandt. Bei 38 unserer 51 Bezirksvereine sind als besondere Fachgruppen für Betriebstechnik die Ortsgruppen der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure eingerichtet, und es zeigt sich, daß die Bezirksvereine selbst immer stärker an den Arbeiten ihrer ADB-Ortsgruppen tätigen Anteil nehmen. Die Bezirksvereine haben mit Recht erkannt, daß durch die ADB-Ortsgruppen die eigene Arbeit in sehr wirkungsvoller Weise ergänzt wird und daß vor allem die Möglichkeit besteht, mit der Verbreitung wichtigster betriebstechnischer Kenntnisse auch an Kreise heranzukommen, die zwar keine Mitglieder des Vereines stellen, deren Aufklärung und Weiterbildung aber in außerordentlichem Maße segenbringend für die Industrie sein muß. So hat sich gerade im abgelaufenen Jahre gezeigt, daß verschiedene Bezirksvereine bei Schwierigkeiten innerhalb ihrer ADB-Ortsgruppen sich kraftvoll für deren Fortbestehen eingesetzt und durch Unterstützung in moralischer und finanzieller Beziehung ihr Ziel auch erreicht haben.

Daß Maschine und Werkzeug allein einen guten Betrieb nicht ausmachen, sondern daß bei allen Fragen der Mensch selbst im Mittelpunkt steht, wird von allen einsichtigen Ingenieuren anerkannt, und doch ist sicherlich in den letzten Jahren vielfach der Mensch bei den Erörterungen über wichtige technische Fragen unserer Betriebe zu kurz gekommen. Auch hier ist ein sehr bemerkenswerter Ansatz zur Besserung festzustellen. Über Erziehung und Ausbildung, über die Stellung des Menschen zur Technik und über alle Fragen des Arbeitsplatzes, der Unfallverhütung und der Gewerbehygiene ist in vielen Bezirksvereinen im letzten Jahre vorgetragen worden.

Von den technischen Einzelgebieten steht ganz bedeutsam im Vordergrund die Verkehrstechnik. Daß in unseren Zeiten des ungeahnt starken Anschwellens im städtischen Verkehr der Ingenieur den Wunsch hat, sich über die Zusammenhänge zwischen Kraftwagen- und Straßenbahnverkehr, in Großstädten auch über Hochbahnen und staatliche Vorortbahnen zu unterrichten, ist nur zu natürlich. Als ein günstiges Zeichen ist daneben zu werten, daß trotz der hemmenden Bestimmungen, die lange auf uns gelastet haben, die Bezirksvereine in ganz besonders starkem Ausmaß Fragen des Luftverkehrs behandeln ließen. Auch das Nachrichtenwesen war in verschiedenen Vorträgen vertreten.

Die von berufener Stelle vor Jahresfrist ausgesprochene Mahnung, der Ingenieur möge sich hinfort nicht nur mit dem eigentlichen Maschinenbau beschäftigen, sondern sich auch der Gewerbe annehmen, die dem Menschen Nahrung, Kleidung und Behausung liefern, scheint auf einen fruchtbaren Boden gefallen zu sein. Auf allen drei Gebieten finden wir eine Fülle der verschiedenartigsten Themen, die behandelt worden sind. Im Wohnwesen sehen wir, daß durch das rasche Wachstum der Großstädte bedingt, Fragen der Bebauungs- und

Siedlungspläne, daneben die heute so wichtige Frage der Gasfernversorgung und endlich die in manchen unsrer Großstädte immer dringender werdende Frage der Wasserversorgung immer wieder in den Vortragsprogrammen auftauchen.

Aus der Gruppe der Grenzgebiete und der allgemeinen Wissenschaften mögen noch zwei Gegenstände herausgehoben sein, die auch sicher nicht zufällig in erster Reihe erscheinen. Einmal ist es die Geschichte der Technik, die nach wie vor unsere Fachgenossen fesselt, wobei gelegentliche Abschweifungen auf das benachbarte Gebiet der Kunst in gleicher Richtung liegen. Jeder, der sich mit der Geschichte der Technik befaßt, wird immer wieder staunend feststellen müssen, daß frühere Geschlechter vor gleichen Aufgaben standen wie die heutigen, und daß vielfach die gleichen Mittel vorgeschlagen und angewandt worden sind. Wenn wir wirtschaftlich arbeiten wollen, ist es notwendig, sich die Erfahrungen früherer Geschlechter zunutze zu machen.

Endlich seien in dieser Aufzählung erwähnt die überaus zahlreichen Auslandsberichte, die in fast allen Bezirksvereinen im Laufe des Jahres erstattet worden sind, teils von eigenen Mitgliedern, die von Reisen ins Ausland zurückkehrten, teils von Ausländern, die als Gäste auf unserm Boden weilten. Gerade in unser
genwärtigen mißlichen Lage erscheint es dringend
schenswert, daß der deutsche Ingenieur sich mög
genaue Kenntnis des Auslandes erwirbt, wenn es
durch Tätigkeit im Auslande oder durch Reisen,
aber durch eifriges Verfolgen des Schrifttums und
Anhören von Berichten. In diesem Lichte gesehen
die vielen in dieser Richtung liegenden Veranstalt
unserer Bezirksvereine von ganz besonderer Bedeutung

Verschiedene Bezirksvereine haben sich in dan
werter Weise in den Dienst der vom Verein deutsch
genieure aufgenommenen Arbeiten auf dem Gebiet
hauswirtschaftlichen Technik gestellt, d
steigendem Maß Bedeutung für den Ingenieur ge
Wenn es möglich war, die Wanderausstellung „Techn
Heim“ in Essen vom 6. April bis 5. Mai erstmalig
Öffentlichkeit vorzuführen, so ist dies zum großen Te
Verdienst des Ruhr-Bezirksvereines, der die Wande
stellung in ausgezeichneter Weise vorbereitet und
eine neue Pionierleistung vollbracht hat.

Außer den Vorträgen fanden im abgelaufenen
133 Besichtigungen und 31 Erörterungsabende statt.
besonders bemerkenswerten Veranstaltungen traten he
der Pfalz-Saarbrücker Bezirksverein mit neun Erörter

Übersicht über die Bezirksvereine und ihre Tätigkeit im Jahre 1928/29

Bezirksverein	Zahl der Mitglieder			Versammlungen		Mittlere Besucherzahl einschließlich Gäste	Anzahl der Vorträge	Anzahl der Besichtigungen	Kurse und Vortragsreihen	Anzahl der geselligen Veranstaltungen	Bemerkun
	ordentliche	besuchende	insgesamt	ordentliche	außerordentliche						
Aachen	284	9	293	10	—	52	10	—	—	2	
Augsburg	299	4	303	5	—	50	8	3	—	2	
Bayern	672	8	680	12	1	50	12	5	—	2	
Berg	378	13	391	11	—	28	10	2	—	1	
Berlin	4485	153	4638	9	2	320	17	11	5 Vortragsreihen (21 Vorträge) m. and. Vereinen u. 4 Vorträge der ATL-Ortsgruppe	2	
Bochum (Ortsgr. Witten)	403	11	414	8	—	—	7	2	—	2	2 Erörterun abende
Bodensee	363	7	370	9	—	—	20	4	—	2	
Braunschweig	264	7	271	7	1	—	9	3	—	1	
Bremen (Ortsgr. Emden, Wilhelmshafen, Oldenburg)	527	27	554	7	3	80	10	1	12 Fortbildungskurse für Ingenieure	3	
Breslau (Ortsgr. Waldenburg	665	7	672	8	1	—	8	1		2	1 Sprechab (zus. m. A Vertreter zu senschaftl. Kongresse entsandt
Chemnitz	516	27	543	12	9 (zus. mit ADB)	80	15 (+ 9 zus. m. ADB)	3	2 Härtekurse (zus. mit ADB Ortsgr. u. Gewerbeakadem.)	3	
Dresden	650	21	671	10	—	140	16	5	—	2	
Elbing	74	9	83	2	1	—	8	1	—	—	Filmvorführ
Emscher	184	3	187	2	—	—	6	2	—	1	
Franken-Oberpfalz (Ortsgr. Bamberg)	768	21	789	7	—	132	8	4	—	2	
Frankfurt (Ortsgr. Darmstadt)	873	6	879	10	—	88	11 (+ 1 mit anderen Techn. Vereinen)	5 (+ 1 mit anderen Techn. Verein.)	—	3	
Hamburg	1126	26	1152	7	2	60	14	1	2 Vorträge im Rahmen der Fachgruppe f. Verkehrstechnik	2	Zwanglose F gruppe für kehrstechn gegründet
Hannover	764	5	769	29	—	90	32	4	—	1	
Hessen	262	4	266	10	—	49	10	4	—	2	
Karlsruhe	327	6	333	9	5	97	13	1	—	1	1 Erörterung abend
Köln (Ortsgr. Gummersbach)	1066	18	1084	11	—	—	10 (zus. mit anderen techn. Vereinen u. d. ADB)	2	Schweißkurse gem. m. d. Masch.-Bauschule, Vortr. u. Kurse d. Ges. f. techn.-wissensch. Fortb.	1	
Lausitz (Ortsgr. Bautzen, Zittau)	337	8	345	8	1	im allgemeinen gut bes.	9	1	—	1	

(Fortsetzung)

Bezirksverein	Zahl der Mitglieder			Versammlungen		Mittlere Besucherzahl einschließlich Gäste	Anzahl der Vorträge	Anzahl der Besichtigungen	Kurse und Vortragsreihen	Anzahl der geselligen Veranstaltungen	Bemerkungen
	ordentliche	besuchende	insgesamt	ordentliche	außerordentliche						
ıg (Ortsgr. …a)	800	37	837	10	1	—	10 (+ 2 im Verbande d. techn.-wissenschaftl. Vereine Mitteldeutschl.)	3	Technisches Vorlesungswesen, ADB-Vorträge	3	1 Erörterungsabend
r	342	70	412	8	—	60	8	6	Abendkurse zur Fortbildung v. Industriefacharbeitern	3	
ck (Ortsgr. …stock, Wismar)	247	15	262	7	—	46	10	—	—	1	1 Erörterungsabend
(Ortsgr. Kott-…s, Guben)	242	3	245	6	—	32	4	3	—	4	Ortsgruppe Guben gegr.
ieburg	471	13	484	15	—	90	18	—	—	2	
ıheim.	800	13	813	11	—	120	27 (davon 18 d. ADB-Ortsgr.)	3	1 Hochschulkurs. anschl. m. 6tägiger Übung z. Weiterbildg. v. Ingenieuren	3	1 Erörterungsabend
lrhein	148	2	150	4	—	—	10	7	—	1	
lthüringen . .	463	12	475	11	—	50	11	—	—	1	
l	94	8	102	10	—	—	10	2	—	1	
rrhein (Ortsgr. …efeld-Ürdingen, …-Gladbach-…eydt, Neuß)	1195	43	1238	10	1	220	10	1	—	1	
schlesien . . .	392	1	393	10	—	125	9	1	—	1	
reich. Verein …rtsgr. Steyr)	640	7	647	7	—	220	16	12	—	2	10 Erörterungsabende
brück	146	2	148	8	—	Besuch war befriedigend	9	—	—	—	
reußen	148	4	152	7	—	—	5	6	—	2	1 Sprechabend über Anstrichtechnik
-Saarbrücken …rtsgr. Zwei…icken, Kaisers…tern)	402	11	413	10	—	142	14	4	1 Härtekursus	3	2 Sprechabende, Anstrichtechnik u. Schweißtechnik
nern	320	15	335	9	—	45	9	1	—	4	
ngau	268	3	271	11	—	47	11	2	—	2	
. . . . . .	1062	17	1079	10	—	—	10	18 einschl. Hauptvers.	—	—	„Haus der Technik“ u. seine Vortr. unterstützt. Hauptvers. d. V.d.I.-Ausstellung Kunst u. Technik
sen-Anhalt …rtsgr. Köthen, …ßfurt-…poldshall)	327	18	345	8	—	80	8	1	—	1	
swig-Holstein .	308	28	336	11	—	70	11	2	—	2	
n	172	1	173	11	—	—	9	1	—	2	
burg	174	6	180	7	1	40	7	1	—	2	
ingen.	486	11	497	9	1	85	9	1	Refa-Kursus	4	
rfranken …tsgr. Schwein…t)	189	19	208	14	—	42	12	3	—	4	
rweser	119	2	121	8	—	38	9	—	—	2	
falen (Ortsgr. …mm., Münster)	731	26	757	10	2	140	12	4	—	2	
preußen . . .	150	5	155	10	—	39	10	—	—	3	
temberg …tsgr. Reutlin-…, Heilbronn, …denheim, Ulm)	1354	40	1394	13	—	92	11	6	3 Fortbildungskurse für Ingenieure	—	
kau	236	7	243	9	—	im allgemeinen gut besucht	9	—	—	1	
tinien	61	1	62	—	—	25	4	—	—	3	
. . . .	53	—	53	9	—	—	6	1	—	1	1 Erörterungsabend, Bildung eines Normenausschusses

abenden, die unter dem Titel: „Was den Ingenieur interessiert — Rückschau und Ausblick", die neuesten Ergebnisse in Technik und Wirtschaft behandelten, und einem Härtekursus; der Berliner Bezirksverein mit technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen, die er zusammen mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule, mit dem Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung, dem Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes und der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure durchführte; der Bremer Bezirksverein mit einem Fortbildungslehrgang für Ingenieure; der Chemnitzer Bezirksverein mit zwei Härtekursen und Beteiligung an dem technischen Vorlesungswesen zusammen mit der ADB-Ortsgruppe Chemnitz und der Gewerbeakademie; der Hamburger Bezirksverein mit zwei Vorträgen im Rahmen seiner Fachgruppe für Verkehrstechnik; der Lenne-Bezirksverein mit Abendkursen zur Fortbildung von Industriefacharbeitern (Abendschule); der Mannheimer Bezirksverein mit einem Hochschulkursus und sechstägigen Übungen zur weiteren Unterrichtung von Ingenieuren über Eigenschaften der Werkstoffe nach dem Stand der neuesten Forschung; der Württembergische Bezirksverein mit drei Kursen für Konstrukteure, Betriebsingenieure und Wärmetechniker; der Kölner Bezirksverein mit Schweißkursen, gemeinsam mit der Maschinenbauschule; der Ruhr-Bezirksverein durch Beteiligung an den Vorträgen des „Hauses der Technik".

Im einzelnen umfaßten die Vorträge in den Bezirksvereinen folgende Fachgebiete (in Klammern die Zahlen von 1927/1928): Arbeitsmaschinen 12 (8), Astronomie 2 (4), Auslandfragen 16 (19), Bauwesen 17 (16), Berg- und Hüttenwesen 14 (12), Betriebstechnik und Betriebswissenschaft 38 (30), Brennstoffe 9 (5), Dampfkessel und Feuerungen 5 (16), Dampfmaschinen und Turbinen 10 (3), Elektrotechnik (Stark- und Schwachstrom) 16 (18), Förderwesen 11 (14), Gas- und Wasserversorgung 14 (8), Geschichte 16 (9), Gesundheitstechnik 5 (3), Ingenieurfragen 13 (5), Kältetechnik 5 (2), Kraftmaschinen und Kraftanlagen 19 (9), Landwirtschaft 1 (2), Lichttechnik 8 (1), Maschinenelemente und Getriebe 11 (8), Mathematik und Mechanik 5 (9), Meßtechnik 4 (8), Nachrichtenwesen 1 (5), Normung und Vereinheitlichung 4 (9), Psychotechnik — (1), Recht und Verwaltung 10 (11), Schiffbau 3 (4), Schweißtechnik — (11), Selbstkostenwesen 12 (3), Soziales 4 (2), Technik in der Landwirtschaft 5 (—), Technische Physik und Chemie 15 Technologie 20 (—), Textilindustrie 5 (2), Unfal hütung — (1), Unterricht und Erziehung 15 (3), arbeitende Industrien — (8), Verkehrswesen (E bahn, Kraftwagen, Straßenbahn, Luftfahrt, Schiff 43 (46), Verschiedenes 82 (43), Wärmewirtschaft 12 Wasserwirtschaft 3 (5), Werkstoffkunde 20 (37), W stoffprüfung 7 (—), Wirtschaft 9 (14).

Im Laufe des Jahres erhielten die Bezirksve 20 Rundschreiben vom Gesamtverein, die zum grö Teil Vorlagen zur Beratung in den Mitgliederversa lungen enthielten. In der Hauptsache betrafen Rundschreiben: Besuchende Mitglieder, Richtlinien die Altmitgliedschaft, Vereinsabzeichen, den gesetzli Schutz der Berufsbezeichnung „Ingenieur", mittleres nisches Schulwesen, Fragen des Patentwesens.

Im Mittel haben sich auf diese Rundschreiben 51 Bezirksvereinen 35, oder rd. 70 vH, geäußert.

Einige Rundschreiben, die den Bezirksvereinen zur Kenntnis und Bekanntgabe in den Mitglieder sammlungen zugesandt waren, betrafen: Ingenieurt keit außerhalb der Maschinenindustrie, Büchereien Bezirksvereine, Satzungen der Bezirksvereine, I strielles Rechnungswesen, Hochschultagung 1928.

Von den Bezirksvereinen sind Anträge zur Berat in allen Bezirksvereinen nicht eingereicht worden.

Auf Antrag des Vorstandes des Gesamtvereines den §§ 3, 16 und 64 der Satzung geändert.

Der Anregung des Mittelrheinischen Bezirksvere auf Schaffung eines neuen Vereinsabzeichens, das den Mitgliedern dauernd getragen werden kann, stim der Vorstandsrat zu.

Die Ortsgruppe Kottbus des Märkischen Bezi vereines und die Ortsgruppe Waldenburg des Bresla Bezirksvereines wurden in selbständige Bezirksver umgewandelt, so daß die Anzahl der Bezirksvereine Schluß des Berichtsjahres 53 beträgt mit 28 Ortsgrup

Daneben bestehen noch die Vereine in Argentinien China.

Der Emscher-Bezirksverein und der Unterwe Bezirksverein feierten das Jubiläum ihres 25jähri Bestehens.

Die Übersicht auf S. 910 und 911 faßt die Mitglie bewegung und die Tätigkeit in den Bezirksvereinen zah mäßig zusammen. [V 2862

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★
. 73 SONNABEND, 29. JUNI 1929 Nr. 26

ie 100 at-Anlage des Großkraftwerkes Mannheim

Von Dr.-Ing. F. MARGUERRE, Mannheim

Es werden zunächst die Gründe, die zur Wahl eines Druckes von 100 at geführt haben, erläutert und die allgemeine thermische Arbeitsweise des Werkes geschildert. Anschließend hieran werden die einzelnen Teile der Anlage wie Kessel, Turbinen, Pumpen, Speicher, Rohrleitungen, Regleranlage und Wärmekontrolleinrichtungen beschrieben.

ie Gesichtspunkte höchster Wirtschaftlichkeit in der Stromerzeugung, die für alle Kraftwerke maßgebend il, führen, je nach den besonderen Verhältnissen, in em Werk zu verschiedenen Lösungen. Maßgebend il hierfür Standort, Kohlenpreis, Kühlwasserverhältise, Größe, voraussichtliche Steigerung des Verbrauis, Bindung durch bereits bestehende Anlagen und ließlich rein örtliche Verhältnisse, wie z. B. Grundkgröße und Bodenbeschaffenheit.

Es soll im folgenden zunächst erläutert werden, wie dem Zusammenwirken dieser Umstände der Entluß entstand, bei einer Erweiterung nicht nur die iche Druckerhöhung vorzunehmen, sondern zu dem, ndestens für Kondensationsanlagen, noch ungewöhnien Druck von 100 at überzugehen.

Gründe für die Wahl des Betriebsdrucks

Zunächst war natürlich der unbestreitbare Vorteil maßend, daß bei Steigerung des Drucks über den üblichen letzten Jahre (rd. 35 at) und gleichzeitiger Steigerung Überhitzung, die bei gleicher Wandtemperatur der erhitzer wegen der besseren Kühlwirkung des dich- Dampfes höher getrieben werden kann, noch erhebie wirtschaftliche Gewinne zu erwarten sind; oberb 70 bis 80 at werden sie allerdings gering. Die gelnte Neuanlage mußte mit den vorhandenen Einrichgen in einen gewissen Einklang gebracht werden: bestehende Werk hatte drei noch ziemlich neue Einhäuse-Turbinen von je 12 500 kW und eine ganz derne Dreigehäuse-Turbine für 20 000 kW, alle für at und 350 °.

Da die Zunahme des Stromverbrauchs im Verteiliet nicht so rasch vor sich geht, daß die Aufstellung ier vollständigen Neuanlage mit Hochdruckturbinen ischließlich Reserve gerechtfertigt erschien, vielmehr Turbinenleistung schon größer als die Kesselleistung r, mußte man sein Augenmerk auf Beibehaltung und öhung der Wirtschaftlichkeit der bestehenden Mainenanlage richten. Dies führte dazu, Vorschaltturien, deren Abdampf mit dem Frischdampf aus der beenden 20 at-Kesselanlage gemischt werden sollte, ins Age zu fassen.

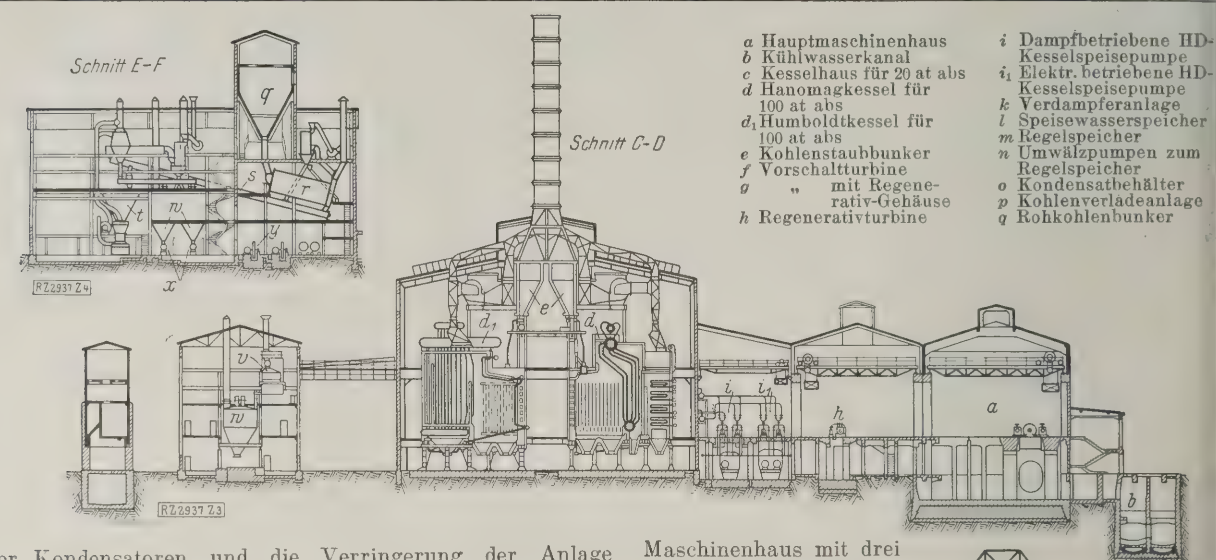
Da nach der zu erwartenden Zunahme des Stromatzes die neue Kesselanlage keine sehr großen mpfmengen zu liefern hatte, würde die Wahl eines ingen Druckes für die Vorschaltturbinen, z. B. 35 at, der gegebenen Dampfmenge zu sehr kleinen Einten mit entsprechend hohen spezifischen Anlageten für Maschinen und Gebäude geführt haben; diese hteile vermindern sich mit zunehmendem Druck. Die der Zunahme des Druckes notwendig werdende Zischenüberhitzung schien nicht bedenklich, wenn sie Frischdampf durchgeführt wurde. Die in England Amerika mehrfach verwendete Methode der Zwienüberhitzung durch Rückführen des Zwischendampfes in den Kessel wird bei uns mit Recht als betrieblich bedenklich abgelehnt und führt außerdem zu erheblichen Anlagekosten, Druck- und Temperaturverlusten. Zwischenüberhitzung mit Frischdampf ist ihrerseits zwar in der Höhe beschränkt und daher weniger wirksam; dies gleicht sich aber durch Fortfall der oben erwähnten Verluste wieder aus; betrieblich ist sie denkbar einfach. Sie wird mit zunehmendem Druck wirksamer, da die Sattdampftemperatur des zur Zwischenüberhitzung verwendeten Dampfes steigt.

Hiermit lagen bereits mehrere Gründe vor, die auf einen besonders hohen Druck hinwiesen. Dazu kam als weiterer die Absicht, später auch Dampf an umliegende Industriewerke zu verteilen. Die Vorteile des hohen Anfangsdruckes für diesen Fall brauchen nicht erläutert zu werden.

Schließlich kam noch die Erwägung hinzu, daß für mittlere Drücke von 60 bis 80 at, auf die man unter Berücksichtigung der bisher gegebenen Gesichtspunkte noch hätte kommen können, die neueren Hochdruck-Dampferzeuger von *Benson* und *Löffler* nicht mehr in Betracht kommen. Wählte man dagegen 100 at, so war es immer noch möglich, falls sich im Laufe der Zeit herausstellen würde, daß diese Verfahren wirtschaftliche Vorteile aufweisen, dazu überzugehen, ohne wieder innerhalb eines gegebenen Kraftwerks eine weitere Druckstufe einführen zu müssen. Zur Zeit der Entscheidung über die Wahl des Druckes waren allerdings diese Sonderbauarten noch im Versuch; es kamen daher nur Kessel der üblichen Bauart in Frage.

Gegenüber diesen Gründen, die für einen hohen Dampfdruck sprachen, mußte geprüft werden, ob nicht erhöhte Anlagekosten die wirtschaftlichen Vorteile wieder vernichten oder technische Schwierigkeiten die Betriebsicherheit in Frage stellen würden. Bezüglich der Höhe der Anlagekosten kann allgemein folgendes gesagt werden: Die Kosten der Kessel, Überhitzer und Vorwärmer steigen natürlich mit dem Druck rasch an, aber schon die Preise der Feuerungen und des ganzen übrigen Kesselzubehörs sind vom Druck unabhängig. Gebäude, Bunker und Kohlenförderung haben mit dem Druck zunächst nichts zu tun; wenn aber durch Erhöhung von Druck und Temperatur der Kohlenverbrauch z. B. um 15 vH herabgedrückt wird und daher ein Kessel mit dem gleichen Kohlenverbrauch 15 vH mehr Leistung in kW ergibt, so ist klar, daß sich die Kosten der zuletzt genannten Teile, bezogen auf 1 kW Maschinenleistung, um 15 vH senken. Hierdurch werden die Mehrkosten der Kessel, die, gerechnet auf 1 kW, auch erheblich weniger steigen als auf 1 t Dampf, zum großen Teil ausgeglichen.

Speisepumpen und Speiseleitungen werden natürlich mit zunehmendem Druck erheblich teurer, während dies bei Dampfleitungen wegen der kleineren Querschnitte nicht zutrifft. Bei Turbinen besteht keine wesentliche Preissteigerung mit Zunahme des Druckes; die Verkleinerung



der Kondensatoren und die Verringerung der Anlage zur Kühlwasserbeschaffung und ihre höhere Leistungsfähigkeit in kW bildet hier ein ausgleichendes Moment. Im vorliegenden Falle wurden die Vorschaltturbinen, da sie bei höherem Druck erheblich größere Leistungen bekamen, auf 1 kW sogar billiger als Turbinen für niedrigeren Druck. So zeigte das Ergebnis der Rechnung keine irgendwie ins Gewicht fallende erhöhte Kapitalbelastung infolge der Druckerhöhung.

Die Frage der technischen Schwierigkeiten war natürlich, trotz sorgfältigen Studiums, nicht restlos zu übersehen, und es mußte mit Anfangsschwierigkeiten gerechnet werden. Die zu erwartenden wirtschaftlichen Vorteile ließen es aber durchaus gerechtfertigt scheinen, gewisse vorübergehende Schwierigkeiten in den Kauf zu nehmen.

Wahl der Feuerung

Bei der Beschreibung der einzelnen Anlageteile wird auf die in Betracht kommenden technischen Gesichtspunkte noch eingegangen werden. Von grundsätzlicher Wichtigkeit schien im Hinblick auf den Druck die Art der Feuerung. Kessel für sehr hohen Druck werden notgedrungen Kessel mit sehr kleinem Wasserinhalt. Bei solchen Kesseln ist es wichtig, daß für den Fall eines Versagens der Speisung, was trotz aller Sorgfalt einmal vorkommen kann, ein Ausglühen der Kessel mit Sicherheit vermieden wird.

Hierin scheint die Kohlenstaubfeuerung, die überhaupt keine in Betracht kommenden Kohlengewichte im Feuerraum hat, allen andern Feuerungsarten wesentlich überlegen. Beim Versagen der Speisung kann durch Druck auf einen Knopf die Feuerung im Augenblick abgestellt werden und nur die strahlende Wärme des Mauerwerkes bedroht den Kessel. Bei jeder andern Feuerung sind noch große Kohlenmengen auf dem Rost vorhanden, die die aufgespeicherte Wärmemenge erheblich vergrößern; durch Abstellen des Unterwindes kann man allerdings eine solche glühende Kohlenschicht ziemlich schnell mit einer kälteren Kruste bedecken; doch kann der Unterschied von einigen Minuten von entscheidender Bedeutung sein. Es wurde daher Kohlenstaubfeuerung gewählt, wofür auch bei der Kohlenmarktlage gewisse wirtschaftliche Gründe sprachen.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, wie man aus besonderen Gründen dazu kam, zum erstenmal in Europa für eine große Betriebsanlage zu 100 at überzugehen, was immerhin ein Wagnis scheinen konnte; in Zukunft werden sich, nach der Überzeugung des Verfassers, auch ohne Vorhandensein solcher besonderer Gründe die hohen Drücke durchsetzen.

Allgemeine Anordnung des Werkes

Abb. 1 bis 5 zeigen die allgemeine Anordnung des Werkes. Diese erklärt sich aus der ursprünglich vorhandenen Anlage und aus den sehr beschränkten Raumverhältnissen. Ursprünglich hatte das Werk ein Maschinenhaus mit drei Turbinen und ein mit senkrechter Achse dazu stehendes Kesselhaus mit 16 Kesseln von je 600 m². Die Aufgabe, auf dem in der Richtung der Maschinenhausachse sehr beschränkten Raum eine möglichst große … stung unterzubringen und doch zu einer übers… lichen Anlage mit nicht zu langen Dampfleitu… zu kommen, führte dazu, parallel zum vorhande… verlängerten Hauptmaschinenhaus ein zweites Haus … die Vorschaltturbinen einzurichten. Das neue Kessel… wurde, da die vorgesehenen Großkessel gegenüber … früheren Kesseln viel weniger Grundfläche brauch… wiederum parallelachsig zu den Maschinenhäusern ge… und zwischen den Maschinenhäusern und dem Kessel… wurden die Speisepumpen, Verdampfer usw. angeor… So entstand ein verhältnismäßig kurzer Weg für … Speisewasser von den Kondensatoren zum Kessel und … den Dampf vom Kesselhaus in das Hochdruck-Maschi… haus und von dort in das Hauptmaschinenhaus.

Die zentrale Kohlenmahlanlage wurde mit Zwisch… raum wiederum parallel zum Kesselhaus gelegt; der Z… schenraum war im Hinblick auf die behördlichen Best… mungen und auf gute Licht- und Luftzuführung … Kesselhaus notwendig. Der Raum zwischen dem a… und dem neuen Kesselhaus wurde zur Aufstellung … Speicher benutzt.

Das allgemeine Wärmeflußbild der Anla… Abb. 6, zeigt in vereinfachter Form das Zusammenar… ten der 20- und der 100 at-Anlage und dürfte sich se… erklären. Einige Worte sind nur dem hier angewand… Gleichdruckspeicher (Verdrängungsspeicher) und … Zwischenüberhitzung zu widmen. Die Wirkungswe… des Speichers ist derart, daß durch Steuern selbsttäti… Ventile mittels der Umwälzpumpe entweder durch … Anzapfvorwärmer erwärmtes Wasser von oben o… kaltes Wasser von unten in den Speicher eintritt, w… rend das heiße Kesselspeisewasser oben entnomm… wird. Bei Kraftmangel wird kein Wasser durch … Vorwärmer geschickt, sondern das kalte Wasser fli… in den unteren Teil des Speichers, wodurch der A… zapfdampf, der sonst auf 20, 9½ und 4½ at abs ex… diert, bis in die Kondensation hinein ausgenutzt werd… kann; ohne die Kesseldampfmenge zu ändern ka… man also eine wesentliche Mehrleistung erzeu… Umgekehrt wird bei geringer Last durch volles Öff… der Ventile mittels der Umwälzpumpe eine größ… Wassermenge durch die Vorwärmer geschickt als … Kesselspeisewassermenge entspricht und dadurch hi… mehr Dampf niedergeschlagen. Dieses überschüssi… Wasser kommt von oben in den Speicher und füllt i… von oben nach unten mit heißem Wasser; entspreche… dem verminderten Wärmegefälle gibt die gleiche Kess… dampfmenge eine verminderte Leistung her. Bei den v…

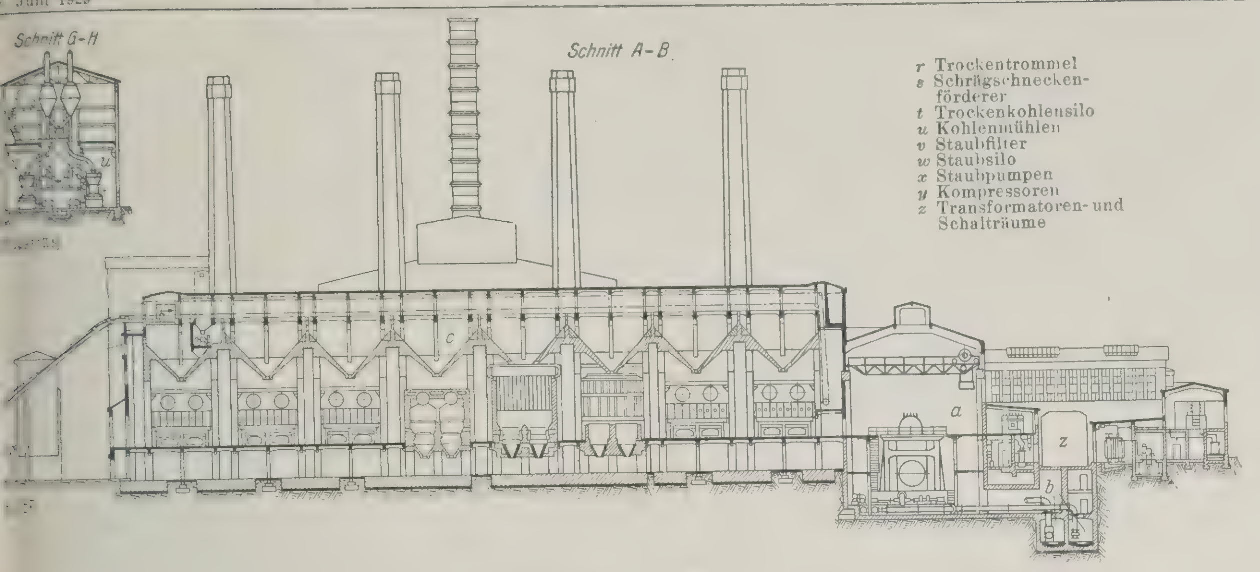


Abb. 1 bis 5. Großkraftwerk Mannheim. Allgemeine Anordnung des Werkes.

liegenden Verhältnissen kann die Last etwa zwischen 60 und 100 vH schwanken, ohne daß eine Änderung an der Feuerführung der Kessel notwendig ist. Der Hauptvorteil der Anlage liegt in der erheblichen Verbilligung gegenüber einer entsprechenden Vergrößerung der Kesselanlage; bei zweistündigen Spitzen (Dreieckform), für die der Speicher bemessen ist, kostet der Speicher nur etwa ein Fünftel dessen, was eine Vergrößerung des Kesselhauses gekostet haben würde.

Die Zwischenüberhitzung mit Dampf, die grundsätzlich sehr einfach ist, wurde infolge des Zwanges der bestehenden Verhältnisse etwas verwickelt. In einer neuen Anlage würde man den Dampf bei etwa 10 bis 12 at mit kondensiertem Frischdampf auf 300 ° überhitzen. Hier mußte die Zwischenüberhitzung in die bestehende Zwischenstufe von 18 bis 20 at eingeschaltet und wegen der bestehenden Kesselanlage auf etwa 350 ° getrieben werden. Wie aus dem Wärmeflußbild ersichtlich, ist daher die Zwischenüberhitzung zweistufig ausgeführt. Der aus der Vorschaltturbine austretende Dampf wird zunächst in einer mit kondensierendem 100 at-Dampf geheizten Stufe auf rd. 300 ° erwärmt und tritt dann in eine zweite Stufe, durch welche der gesamte, in die Vorschaltturbine gehende Frischdampf strömt. Letzterer wird hierbei um etwa 25 bis 30 ° abgekühlt und tritt normalerweise mit 425 ° in die Turbine. Der austretende Dampf, wovon der zur Speisewasservorwärmung dienende vorher abgezweigt ist, erwärmt sich um 40 bis 45 °, was dadurch möglich wird, daß, wie erwähnt, seine Menge geringer und außerdem die spezifische Wärme des überhitzten Dampfes beim höheren Druck größer ist. Der ganze Zwischenüberhitzer konnte unter dem Hochdruckteil der Vorschaltturbine untergebracht werden.

Einzelteile der Anlage

Bei der Beschreibung der einzelnen Anlageteile folgen wir dem Wege von der Kohle zum Dampf und zur Elektrizität. Die Kohlenaufbereitung sei nur mit einigen Worten gestreift. Die Frage, ob man für jeden Kessel Einzelmühlen oder eine Zentralmahlanlage aufstellen sollte, wurde im vorliegenden Fall zu Gunsten der letzten entschieden, hauptsächlich aus zwei Gründen: erstens, weil man von dem Kohlenlieferer keine Gewähr dafür bekommen konnte, daß die Kohle nicht mehr als 10 vH Feuchtigkeit enthalten würde und die Hersteller von Einzelmühlen damals nicht in der Lage waren, ausreichende Gewähr für das Verhalten der Mühlen bei höherem Feuchtigkeitsgehalt der Kohle als 10 vH [bieten]. Zweitens wird zwar der Hochdruckanlage [die] Grundbelastung zugewiesen werden, doch sind info[lge] des Zusammenarbeitens mit Laufwasserkräften sta[rke] Ungleichförmigkeiten in der Belastung bei Tag und Nacht zu erwarten; daher schien eine Anlage mit Ein[zel]mühlen in bezug auf ihre Regelbarkeit und auf [den] Kraftverbrauch bei Teilbelastungen ungünstiger.

Ferner kann eine Zentralmahlanlage durch Abstel[len] der Trockner und Mühlen während der eigentlichen La[st]spitze oder durch Verlegen des Aufbereitungsbetriebes [in] die Nachtschicht noch einen gewissen Ausgleich der [Be]lastung herbeiführen. Das Trocknen der Kohle mitt[els] Dampf bietet noch gewisse, wenn auch kleine ther[mo]dynamische Vorteile. Die Anlage, wurde von C[.] v. Grueber auf Grund der Erfahrungen der letzten Ja[hre] entworfen und ausgeführt und bietet gegenüber ande[ren] Ausführungen keine hervorstechenden Besonderheit[en;] einen Schnitt durch die Mühle gibt Abb. 7.

Der schwierigste Teil der ganzen Anlage wa[r] zweifellos die Kessel; denn hier tauchten eine Men[ge] neuer Probleme bezüglich der Beanspruchung der We[rk]stoffe usw. auf. Zunächst war über das Kesselsystem [zu] entscheiden. Wie oben dargelegt, kamen nur Kessel d[er] üblichen Bauart in Frage, die den besonderen Verhä[lt]nissen des Hochdruckbetriebes in technischer und wi[rt]schaftlicher Beziehung angepaßt werden mußten. In [Be]tracht gezogen wurden Steilrohr- und Teilkammerkess[el,] und wenn schließlich zwei Steilrohrkessel verschieden[er] Bauart zur Aufstellung kamen, so waren hierfür kei[ne] Gründe prinzipieller Natur maßgebend.

Bei den Steilrohrkesseln mußte in erster Lin[ie] Rücksicht auf einwandfreien Wasserumlauf maßgebe[nd] sein. Die Verhältnisse liegen in dieser Beziehu[ng] günstiger beim Zweitrommelkessel als bei Vie[r]trommelkesseln, die auch, da die Trommeln den teue[r]sten Teil darstellen, wesentlich kostspieliger werden. B[ei] der ganzen Bemessung der Kessel mußte aber auch a[uf] die große Verschiebung im Verhältnis von Verdamp[fungs]wärme zu Gesamtwärme gegenüber den üblichen Ve[r]hältnissen Rücksicht genommen werden. Während b[ei] 20 at noch bei einer Gesamtwärme von 668,7 kcal/kg d[ie] Verdampfungswärme 452,9 kcal/kg beträgt. lauten d[ie] entsprechenden Zahlen bei 100 at 640,5 und 311,8 kcal/k[g.] Diese Eigenschaft muß man sich beim Bau von Hoc[h]druckkesseln zunutze machen, um den teuersten Te[il,] den eigentlichen Kessel mit Trommeln, nach Möglichke[it] zu verkleinern. Obwohl da[s] Speisewasser bis auf 200[°] vorgewärmt wird, wurde da[]her der Einbau eines Rauc[h]gasvorwärmers, der das Ke[s]selwasser noch auf 260 bis 27[0°] weitererwärmt, vorgesehe[n.] Die Restabkühlung der Gas[e] erfolgt in einem entsprechen[d] großen Lufterhitzer, der di[e] Luft auf 250 bis 300 ° erwä[r]men soll. Auf diese Weise wa[r] es möglich, die teure Kesse[l]heizfläche selbst verhältnis[]mäßig sehr klein zu halte[n.] Die sich aus der Kesselheiz[]fläche ergebenden mittlere[n] Beanspruchungen von r[d.] 100 kg/m²h brauchen dab[ei] nicht als besonders hoch a[n]gesehen zu werden, da si[e] nicht durch stärkere Bea[n]spruchung der vorderen Roh[r]reihe, sondern lediglich durc[h] Fortfall der schlechter ausge[]nutzten hinteren Rohrreihe[n] erzielt werden.

Die Beanspruchung de[r] Trommeln mußte einer ein[]gehenden Prüfung unte[r]zogen werden, da es selbstver[]

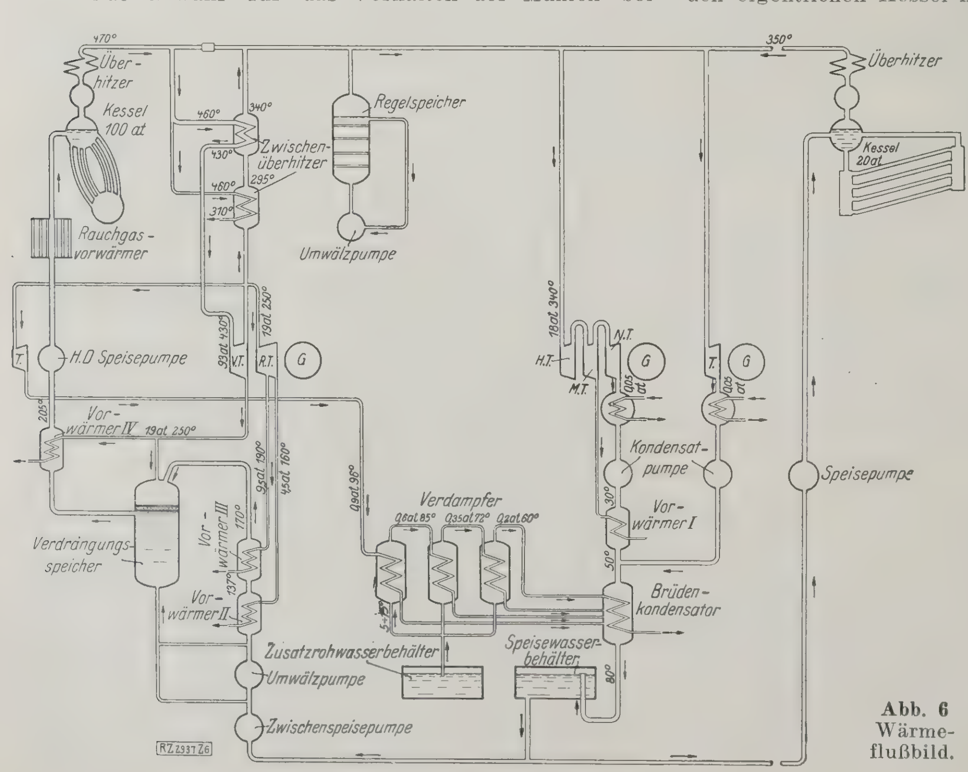


Abb. 6 Wärmeflußbild.

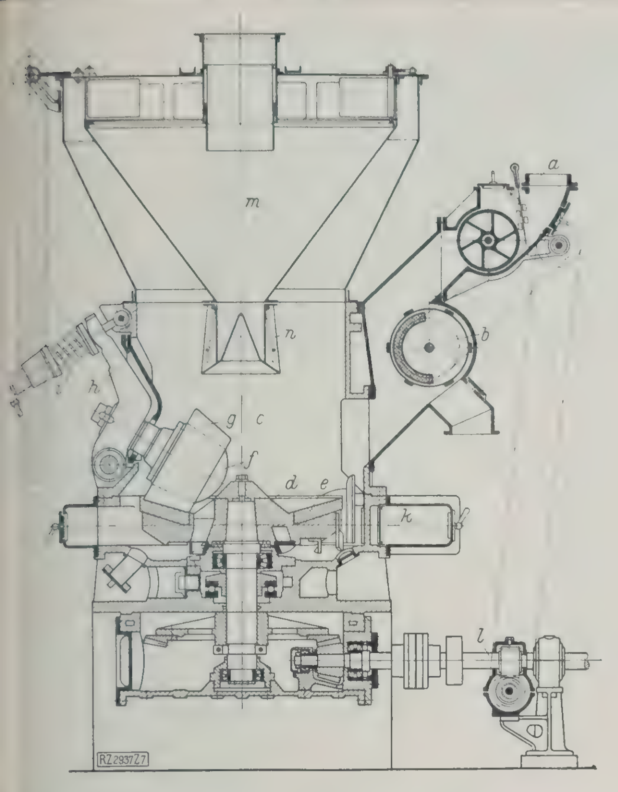


Abb. 7
Kohlenmühle von Curt von Grueber, Maschinenbau-A.-G.

a Aufgabe *b* Magnetscheider *c* Mahlraum *d* Mahlschüssel
e Mahlring *f* Mahlwalze *g* Walzenmantel *h* Schwenghebel
i Anpreßfeder *k* Rückluftkanal *l* Antriebwelle
m Windsichter *n* Rückschlagklappen

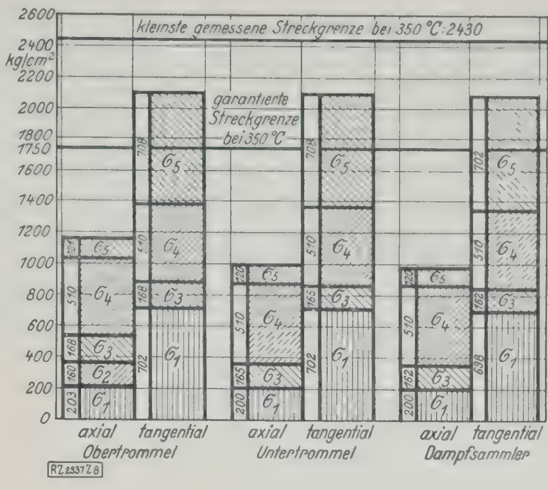


Abb. 8
Beanspruchungen der Kesseltrommeln unter Berücksichtigung der Nebenkräfte.

σ_1 Spannung durch Innendruck
σ_2 „ „ Biegung
σ_3 „ „ Beheizung
σ_4 Spannung durch Walzung
σ_5 Spannungserhöhung am Lochrand

ndlich ausgeschlossen war, die gesetzliche Formel, die für drigere Drücke entwickelt ist, einfach auf die neuen Vertnisse zu übertragen. Zunächst mußte berücksichtigt wer, daß die Werkstoffeigenschaften bei einer Sattdampftematur von 312° schon sehr wesentlich von denjenigen bei wöhnlicher Temperatur abweichen. Die zusätzliche Beanuchungen infolge des Wärmeübergangs durch große anddicken mußten mindestens untersucht werden, obon ein weitgehender Schutz der Trommeln gegen Wärmestrahlung vorgesehen war. Bei der Länge der Trommeln nnten die Biegungsbeanspruchungen nicht außer Betracht assen werden. Schließlich mußten die zusätzlichen Bespruchungen infolge der Trommeldurchbohrung für die hre und infolge des Einwalzens nach dem derzeitigen nde der Theorie Berücksichtigung finden.

Alle diese Beanspruchungen wurden rechnerisch ertelt; obgleich auf ausreichenden Abstand der Rohre einander sehr gesehen wurde, zeigte es sich, daß an ungünstigsten Stellen Beanspruchungen auftraten, die it über das hinausgehen, womit man gewöhnlich zu hnen pflegt. Abb. 8 veranschaulicht die einzelnen Bespruchungen. Nach der gesetzlichen Formel hätte die anddicke der Trommeln 79 mm betragen. Tatsächlich rde die Wanddicke mit 111 mm gewählt, während Rechnung ergab, daß sogar diese Wanddicke gegenr der gewährleisteten Streckgrenze von 17,5 kg/mm², entlich gar keine Sicherheit mehr bildet. Allerdings t diese Garantie für die Temperatur von 350 ° und sie außerdem bei den Materialprüfungen wesentlich überritten worden. Die Rechnungen berücksichtigen enbar nicht gewisse Ausgleicherscheinungen innerb des Werkstoffs, da sonst alle praktisch ausgeführ Kessel einen erschreckend geringen Sicherheitsgrad weisen müßten. Es schien jedoch geraten, die nicht r erheblichen Kosten für größere Wanddicken der chmiedeten Trommel in den Kauf zu nehmen, da die rhältnisse in dicken Wandungen unter Umständen niger günstig liegen können als in dünneren Blechen.

Als Werkstoff für die Trommeln wurde vergüteter kelstahl, Marke F, mit 1,5 vH Nickelgehalt, von Krupp wählt. Dieser Werkstoff führte gerade bei hohen nperaturen zu erheblich geringeren Wanddicken und wichten als gewöhnlicher Kohlenstoffstahl und bietet h wegen seiner größeren Härte eine gewisse Sicher gegen das Verformen der Einwalzstellen der Rohre, bei den sehr großen Wanddicken dieser Rohre unter Umständen befürchtet werden müßte. Die Wahl fiel auf diesen Nickelstahl und nicht auf den mit 5 vH Nickelgehalt, weil der erste infolge besonderer Wärmebehandlung fast die gleichen Festigkeitseigenschaften hat wie der zweite, aber viel geringere Bedenken wegen möglicher elektrolytischer Wirkungen zwischen dem in Aussicht genommenen Kohlenstoffstahl der Rohre und dem Trommelwerkstoff erregte und auch billiger ist.

Untersuchungen der Technischen Hochschule Karlsruhe in dieser Beziehung zeigten, daß die elektrolytischen Wirkungen ziemlich proportional dem Nickelgehalt sind und daß unter gewissen Umständen Korrosionen infolge Elektrolyse bei verschiedenartigem Werkstoff zu befürchten sind. Die Untersuchungen ergaben allerdings kein eindeutiges Bild, da Nebenumstände aller Art gleichfalls zur Entstehung von elektrischen Spannungen führen. Im bisherigen Betrieb hat sich noch nichts gezeigt, was Bedenken in bezug auf elektrolytische Wirkung bei dem gewählten Nickelstahl von 1,5 vH gerechtfertigt hätte.

Als Werkstoff für die Kesselrohre kam wegen des Einwalzens und wegen des Preises nach dem damaligen Stande der Technik nur unlegierter Stahl in Frage. Die größere Wanddicke konnte hier in den Kauf genommen werden, obschon natürlich die inneren Beanspruchungen der Rohre infolge des Wärmedurchganges mit zunehmender Wanddicke erheblich wachsen. Sie dürften jedoch auch in der Brennkammer, bei nicht übermäßig hohen Belastungen, immer noch mit genügender Sicherheit unterhalb der Streckgrenze bleiben, so lange kein Kesselstein vorhanden ist; sobald sich aber Ablagerungen bilden, wird hier die Wärmestauung so groß, daß die Wanddicke der Rohre bedeutungslos wird.

Das Einwalzen der Rohre wurde zum Gegenstand eines besonderen Studiums gemacht; bei den ausführenden Firmen wurde eine größere Anzahl von Versuchen durchgeführt. Die Ergebnisse einer Versuchsreihe sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Aus Zahlentafel 1 sind die Einflüsse der Stärke des Einwalzens, des Vorhandenseins einer Walzrille und des Rohrdurchmessers ersichtlich. Die Sicherheiten gegen Herausreißen mögen bei dem ganz großen Rohrdurchmesser nicht mehr sehr reichlich erscheinen, doch ist zu beachten, daß das Herausdrücken vor dem Umbördeln des Rohrendes erfolgte; dieses erhöht die Sicherheit noch wesentlich. Die Dichtheit der Walzverbindung machte,

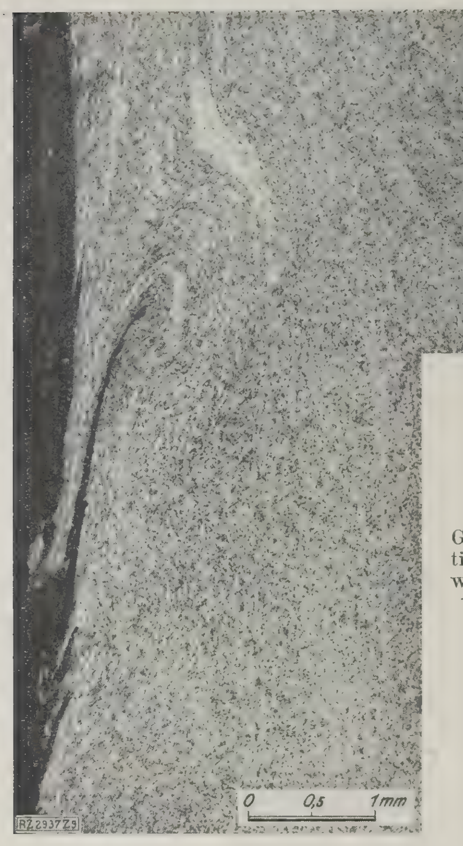


Abb. 9
Geringe Eindringtiefe der Einwalzwirkung bei dickwandigem Rohr (Abblättern infolge von Einschlüssen).

wenn sie mechanisch einwandfrei durchgeführt war, keine Schwierigkeiten; sie widerstand wesentlich höherem Druck. Auf der Baustelle wurden dann noch Probeeinwalzungen durch die Richtmeister vorgenommen, die die Arbeit auszuführen hatten; die Stücke wurden dann bei einer Materialprüfanstalt untersucht. Es schien ferner zweifelhaft, ob das Einwalzen sehr starker Rohre nicht zu unzulässigen Quetschungen des Werkstoffes führt; das Schliffbild, Abb. 9, zeigt, daß, obwohl an der Innenwand noch ein Materialfehler vorhanden war, die Kaltreckung des Werkstoffs, wenigstens bei sorgfältiger Walzarbeit, nur ganz wenig von der Innenseite aus eindringt.

Für die Überhitzer ergaben sich insofern besondere Verhältnisse, als die sehr hohe Überhitzungstemperatur von 470 °, bei Schwankungen im Betrieb, zu Temperaturen der Rohrwand führte, die bereits in der Gegend der wenig bekannten niedrigen Dauerstandfestigkeit des Werkstoffs liegen; hier schien die Verwendung von legiertem Stahl doch ratsam. Der Überhitzer wurde in zwei Teile zerlegt; der kältere erhielt Nickelstahl-Sammelkästen und gewöhnliche Stahlrohre, der heißere Nickelstahlrohre und Chromnickelstahl-Sammelkästen. Zwischen beide Überhitzerhälften wurde ein Einspritzkörper, Bauart *Hencky*, mit selbsttätigem Temperaturregler eingebaut. Auf diese Weise soll der Überhitzer nach Möglichkeit gegen Temperaturschwankungen schützt werden, während die Beanspruchung in Nickelstahlrohren, die etwa 3 kg/mm² beträgt, sicherl auch bei 500 ° unter der Dauerstandfestigkeit liegt.

Bei den hohen Anforderungen an die Werksto waren sorgfältige Prüfung und Abnahme eine Selbstv ständlichkeit. Alle Werkstoffe wurden nach den Bed gungen der Vereinigung der Großkesselbesitzer, die n in einzelnen Punkten etwas verschärft waren, ab nommen. Insbesondere wurden eine größere Anz von Heißzerreißversuchen ausgeführt, um auch Eigenschaften der Werkstoffe in den hohen Temperat gebieten zu prüfen. Die Abweichungen der Festigk gegenüber den Normaltemperaturen bewegten sich dur weg in den bekannten Größen.

Es kamen zwei Kessel zur Aufstellung, von denen eine von der Hanomag, Hannover, mit Brennkammer u Kohlenstaubfeuerung der Kohlen-Scheidungs-Gesellsch (Lopulco), der andre von der Maschinenbauanstalt Hu boldt, Köln, mit Brennkammer der AEG geliefert wur Die Hauptgrößen der Kessel betragen:

	Hanomag	Humbold
Dampfleistung, im Mittel . . t/h	63	63
Dampfleistung, höchstens . . „	70	70
Kesselheizfläche . . . . . . m²	835	716
Überhitzerheizfläche . . . . „	453	700
Heizfläche des Rauchgasvorwärmers . . . . „	668	500
Heizfläche des Lufterhitzers	3 400	3 400
Bauart „ „ „	Platten	Röhren
Gewährleisteter Wirkungsgrad bei Vollast . . . . . vH	88,0	88,0

Von der Kesselheizfläche liegen beim ersten Kes etwa 200 m² in der Brennkammer; zieht man die unb strahlten Rückseiten ab, so kann man mit etwa 128 wirksamer Fläche rechnen; beim zweiten Kessel ka man bei 210 m² in der Brennkammer rd. 100 m² als wir sam annehmen.

Bauart der Dampfkessel

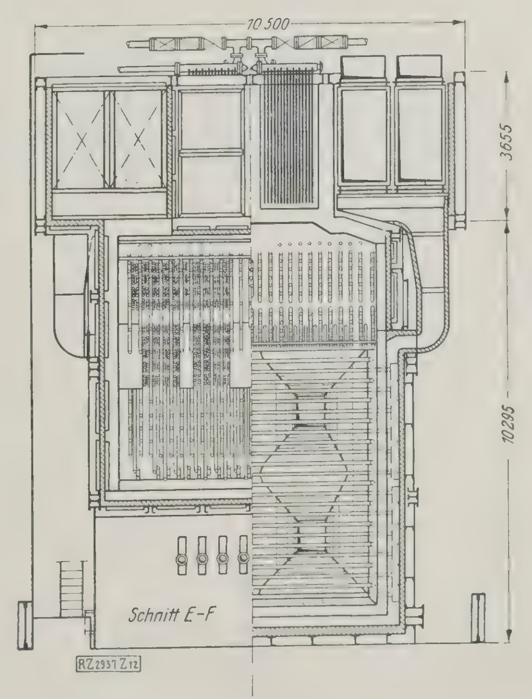
Bezüglich der Ausführung der Kessel sei im wese lichen auf Abb. 10 bis 15 verwiesen. Bei beiden Kesse ist die Obertrommel im Kesselgerüst und der ganze K sel an den Rohren aufgehängt. Die Unterstützung d einzelnen Kesselteile erfolgt so, daß die Wärmedehnu

Zahlentafel 1. Einwalzversuche auf der Baustelle. Kessel B.

Rohrdurchmesser . . . . mm	54			70			95			108		
Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Art der Walzstelle	mit einer Rille			mit einer Rille			mit einer Rille			mit einer Rille		
Walzlänge. . . . . mm	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lochdurchmesser vor dem Walzen. „	56,0	56,0	55,8	71,9	71,9	71,9	96,7	96,9	96,9	109,5	109,7	109
Rohr-Außendurchmesser v.d.Walzen „	53,4	53,5	53,6	69,4	69,4	69,7	95,0	94,1	94,0	107,5	107,5	107
Rohr-Innendurchmesser v.d.Walzen „	42,2	41,8	42,1	52,1	54,8	53,8	72,7	73,2	73,1	87,3	89,1	88
Rohr-Innendurchm. nach d. Walzen „	45,8	45,8	46,1	55,4	59,0	57,7	77,4	77,4	76,4	91,3	91,5	91
Walzdauer . . . . .min, s	9′ 15″	—	10′ 0″	11′30″	4′ 0″	5′ 30′	5′ 50″	6′ 20″	5′ 10″	6′ 30″	8′ 0″	7′ 3
Druck zum Herausdrücken . . . . kg	28 900	24 500	25 500	43 600	44 100	40 300	55 000	48 000	28 000*	55 000	53 000	56 5
Haftfläche . . . . cm²	97	97	96	124	124	124	167	168	168	189	189	18
Haftdruck . . . . .kg/cm²	298	253	266	352	356	325	328	386	167*	290	280	29
bei 100 at: Druck zum Herausdrücken kg	2550	2550	2550	4200	4200	4200	7600	7600	7600	9700	9700	970
Sicherheit gegen 100 at	11,3	9,6	10,0	10,4	10,5	9,6	7,2	6,3	3,7*	5,7	5,5	5,

Bemerkung: * mit Absicht schwächer gewalzt.

Abb. 10 bis 12
Ianomag-Kessel mit Brennkammer und Kohlenstaubfeuerung der Kohlen-Scheidungs-Ges.



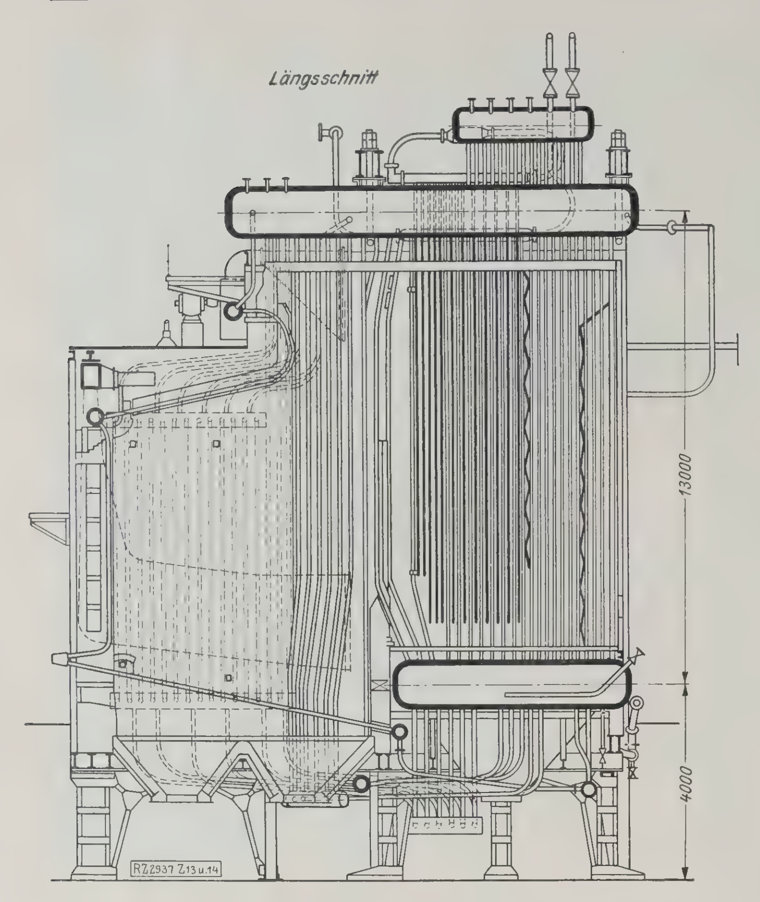
ı den gebogenen Rohren aufgenommen werden ın. Von der in Amerika üblichen Aufhängung des ssels am Kesselhausgerüst wurde abgesehen, da diese geringe Ersparnisse, dagegen aber eine Abhängigt zwischen Kesselhaus und Kesselkonstruktion mit in bringt, die später den Einbau anderer Kessel stark ındert hätte.

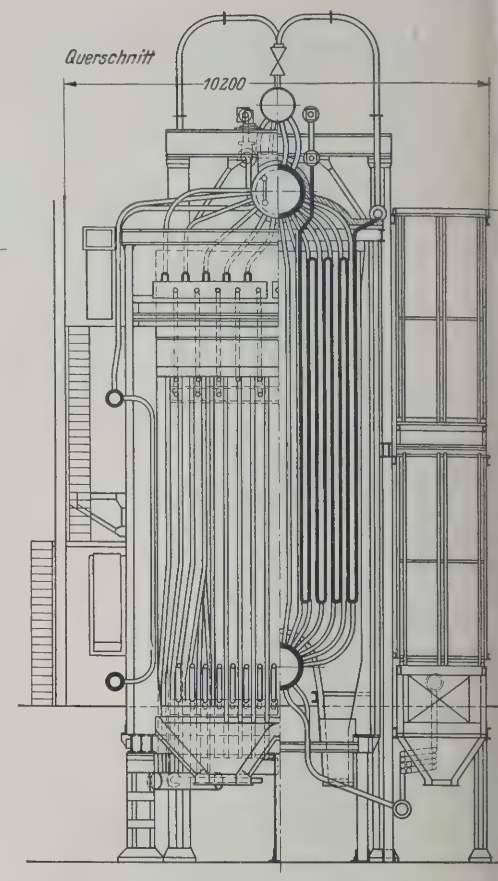
Der Hanomag-Kessel hat einen mehrfach geteilten sserumlauf: zunächst sind die Rohre der vorletzten ihe zum größten Teil den Heizgasen überhaupt entzen; sie dienen als Fallrohre für die Untertrommel, der das Wasser durch die vorderen Rohrreihen wie aufsteigt. Die Brennkammer hat einen davon geınten Umlauf. Für die Vorderwand- und Deckenıre bildet die letzte Rohrreihe des Kessels den Zulauf ıe Verbindung mit dem übrigen System. Ähnlich vert es sich mit dem Kühlrost, der mit den beiden Seitennden der Brennkammer in Verbindung steht.

Diese vollständige Trennung der Kreisläufe hat zwar visse Vorteile, doch bedingt ihre konstruktive Durchlung Schwierigkeiten; die Betriebserfahrungen haben h dazu geführt, sie für einen neu bestellten Kessel ht mehr beizubehalten. Insbesondre muß darauf geıen werden, daß sich bei hoch beanspruchten Kesseln eintretende Speisewasser stets mit dem vorhandenen sselinhalt mischt, da sonst bei dem Vorhandensein iner Resthärte, die häufig nicht zu vermeiden ist, das halten einer gewissen Alkalität im Kesselwasser, nigstens für den Teil, der fast unmittelbar in die llrohre der Sonderkreisläufe einläuft, zwecklos ist.

Die Brennkammer ist nur auf etwa 15 vH mit hren, die vor dem Mauerwerk liegen, ausgekleidet, il die beabsichtigte Verwendung von Magerkohle st trotz der vorgesehenen Temperatur von 250 bis)° kein genügend gutes Ausbrennen erwarten ließ. Es waren ohnedies besondere Maßnahmen notwendig, um ein ausreichendes Ausbrennen bei einem Brennstoff mit 8 bis 10 vH flüchtigen Bestandteilen zu erreichen; die Versuche hierüber sind noch nicht ganz abgeschlossen.

Der Überhitzer ist zwischen die Rohre gehängt und noch teilweise der Strahlung ausgesetzt; der vordere Teil besteht aus Nickelstahlrohr von 3 vH Nickelgehalt.





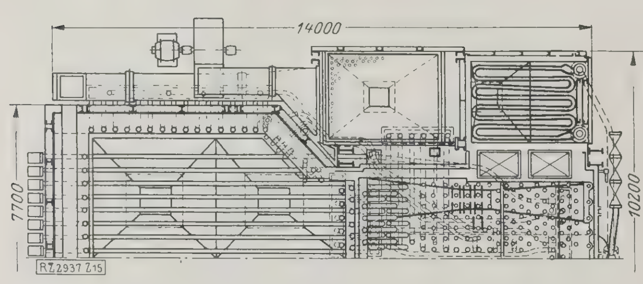


Abb. 13 bis 15
Kessel der Maschinenbauanstalt Humboldt mit Brennkammer der AEG.

Die Dampfgeschwindigkeit im Überhitzer beträgt rd. 9 m/s und der Druckabfall rd. 3 at bei Vollast. Das Regeln der Überhitzung durch Einspritzen von Wasser zwischen beide Hälften des Überhitzers hat sich grundsätzlich bewährt; allerdings ist es bei hohen Temperaturen ein Mangel, daß die Temperatur im Überhitzer von der Belastung stark abhängt; denn, wenn man die Temperatur bis hinunter zu 30 bis 40 vH Belastung auf rd. 460 ° erhalten will, so steigt die Temperatur bei Vollast über 500 ° und ein Versagen der Einspritzung bedeutet immerhin eine gewisse Gefährdung des Überhitzers.

Es wäre sehr erwünscht, wenn weitere Erfahrungen mit dem noch umstrittenen Strahlungsüberhitzer gemacht werden könnten, da bekanntlich die Verbindung von Strahlungs- und Berührungsüberhitzer zu günstigerem Verlauf der Temperaturen führt.

Der Rauchgasvorwärmer besteht aus schmiedeisernen Rohren, die in Sammelkörper eingewalzt sind, und ist so angeordnet, daß das Wasser in ihm dauernd ansteigt und sich keine Dampfsäcke bilden können. Es darf also auch gelegentlich eine Dampfbildung im Vorwärmer ohne Schaden zugelassen werden; die Speiseregelventile befinden sich vor dem Vorwärmer. Korrosionen im Vorwärmer dürften nicht zu befürchten sein, da das Wasser entlüftet und außerdem bereits mit 200 ° erwärmt eintritt. Der Lufterhitzer nach der Plattenbauart weist keine besondre Eigentümlichkeit auf. Die Beschreibung der von der Kohlen-Scheidungs-Gesellschaft, Berlin, gelieferten Lopulco-Fe[...]rung erübrigt sich.

Der Humboldt-Kessel unterscheidet sich äußerli[...] vom Hanomag-Kessel durch die Querlage der Tromme[...] und hat im Gegensatz zu diesem sämtliche Wasserumläu[...] an die Untertrommel angeschlossen. Die von der AE[...] gelieferte Brennkammer für Kohlenstaubfeuerung h[...] nur 10 vH ihrer Flächen mit Rohren verkleidet, und zw[...] gleichfalls im Hinblick auf die Verwendung von Mag[...]kohle. Ein Teil der Rohre liegt innerhalb des Maue[...]werkes der Brennkammer, durch die im übrigen, wie b[...] der KSG-Feuerung, die erwärmte Zweitluft strömt.

Die Querlage der Trommeln bedingt eine Verengu[...] der Brennkammer da, wo der eigentliche Kessel begin[...] wodurch sich eine verhältnismäßig günstige Anordnu[...] der Vorwärmer, der Lufterhitzer und der Warmlu[...]zuführung ermöglichen ließ. Der Überhitzer hängt wi[...]derum zwischen den Kesselrohren und besteht auch a[...] zwei Teilen; die Rohre sind in die aus dem Vollen g[...]bohrten Chromnickelstahl-Sammelkörper eingewalzt. D[...] Ekonomiser ist, abweichend von dem des ersten Kesse[...] mit senkrecht liegenden Sammelkörpern versehen u[...] der Lufterhitzer als Röhrenlufterhitzer ausgebildet.

Die Aschenbeseitigung erfolgt für die sich bilden[...] Schlacke und die unten anfallende Asche hydraulis[...] ebenso für die aus den Gasen mittels Zyklonen entfern[...] Asche. Die von Telex, Apparatebau-Gesellschaft, Fran[...]furt a. M., gelieferten Zyklone besondrer Bauart habe[...] nachdem eine vorher eingebaute Naßentstaubung tr[...] günstigerer Wirkung wegen der entstehenden Anfressu[...]gen ausgebaut werden mußte, immerhin etwa 70 vH d[...] Asche ausgeschieden, so daß bei der gewählten Schor[...]steinhöhe von 60 m und der Feinheit des noch entweiche[...]den Staubes keine Belästigung der Nachbarschaft [...] höherem Maße zu befürchten ist, als mit jeder Industr[...]anlage verknüpft ist. [B 2937] (Schluß folgt.)

Fortschritte im Bau elektrischer Lokomotiven

Von Dr.-Ing. K. SACHS, Baden (Schweiz)

Schluß von S. 695.

Teile der elektrischen Ausrüstung wie Stromabnehmer, Hauptschalter, Transformator und die Steuerung in ihrer letzten Entwicklung werden behandelt. Die verschiedenen Schaltungen zur elektrischen Bremsung und die Sicherheitseinrichtungen für einmännige Fahrzeugführung.

Elektrische Ausrüstung[33])

Stromabnehmer

In der bei Lokomotiven für Fahrdrahtoberleitung rherrschenden Storchschnabelbauart hat der Stromnehmer schon vor dem Krieg einen hohen Grad von llkommenheit erreicht. Er zeigte eigentlich nur den chteil, zu schwer zu sein, was sich gelegentlich in Verndung mit einer ungenügenden Dämpfung beim Hocher Niedergehen in mehr oder weniger starken Schlägen f die Fahrdrahtanlage und Untergestell des Stromnehmers auswirkte.

Einen sehr bemerkenswerten Fortschritt stellt in eser Richtung der von den Siemens-Schuckertwerken tworfene Einheitsstromabnehmer der Deuthen Reichsbahn, Abb. 69 dar. Das zur Überndung des Gewichtmomentes aus Schere und Schleifgel und zur Erzeugung des Anpreßdruckes erforderhe Gegendrehmoment an den beiden Stromabnehmerellen *e* wird von den beiden Zugfedern *l* und die Zutzfeder *m* erzeugt. Je eine Zugfeder ist auf beiden iten des Stromabnehmers zwischen den Wellen *e* anordnet, während die Zusatzfeder *m* dicht neben einer r Zugfedern *l* liegt. Das eine Ende der Zusatzfeder eift wie die Zugfedern an einer Kurvenscheibe *n* an, ährend ihr anderes Ende an der Kolbenstange des uckluftzylinders befestigt ist. Die beiden Zugfedern *l* eichen den größten Teil (etwa zwei Drittel) des Eigenwichts der Schere mit Schleifbügel aus, während die t dem Luftzylinder verbundene Zusatzfeder *m* in geanntem Zustande den Rest des Eigengewichtes übermmt und den Anpreßdruck erzeugt. Infolge der Form r Kurvenscheiben wird der Hebelarm, an dem die Fern angreifen, derart geändert, daß trotz des veränderlhen Gewichtmomentes der Schere und der veränderhen Federspannung der Anpreßdruck des Schleifbügels i jeder Höhe praktisch gleich ist.

Bemerkenswert ist der Abschalter *d*, der den niederlegten Stromabnehmer selbsttätig von der zwischen den iden Stromabnehmern angeordneten Verbindungsleing abschaltet; der niedergelegte Stromabnehmer ist also annungslos, auch wenn der zweite Stromabnehmer des hrzeuges noch am Fahrdraht anliegt.

Das Gesamtgewicht dieses Stromabnehmers beträgt r 375 kg.

Abb. 70 zeigt den von der S. A. des Ateliers de cheron in Genf entwickelten Stromabnehmer, der sich eichfalls durch geringes Gewicht und Verwendung von r zwei Zugfedern auszeichnet.

Bei dem vor kurzem von der A.-G. Brown Boveri Cie. neu entwickelten Stromabnehmer, Abb. 71, ist das tisch überbestimmte und daher leicht Klemmungen rursachende, gelenkige Gebilde unter weiterer Gechtsverminderung durch ein statisch einfach bestimms Gebilde ersetzt, indem die oberen Scheren nur aus n beiden seitlichen Rohren und einer mit ihnen beidsitig gelenkig verbundenen Schrägstrebe bestehen[33a]). nstige Querverbindungen sind nicht vorhanden. Die itliche Steifigkeit wird hier von den biegungsfesten teren Scherearmen und von den unteren Querwellen, e gegen Verdrehung sichern und besonders kräftig ausbildet sind, übernommen. Wie beim vorerwähnten

[33]) Die Lokomotivmotoren sind bereits im ersten Teile des Aufzes im Fachheft „Elektrische Bahnen", Z. Nr. 20 vom 18. Mai 1929, behdelt worden.

[33a]) DRP angem. A 50 940 (A.-G. Brown, Boveri & Cie. — Dr. A. *uwenhoven*).

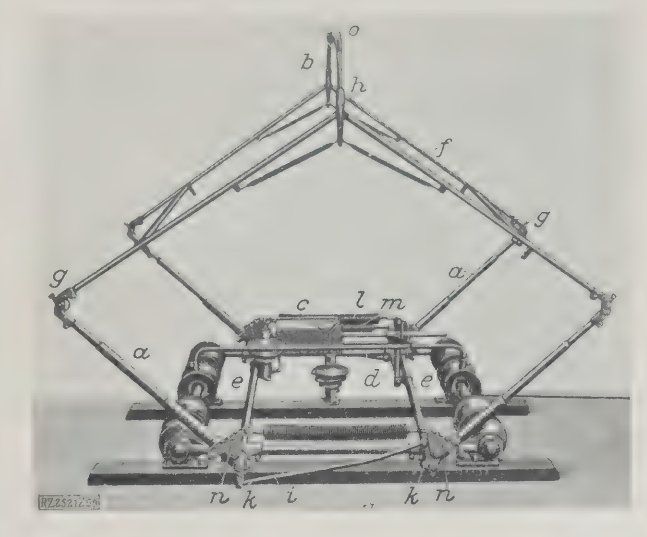


Abb. 69. Einheitsstromabnehmer der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (Siemens-Schuckertwerke, A.-G.).

a Schere mit Federung	*k* Hebel
b Schleifbügel (Peitsche)	*l* Zugfeder
c Druckluftantrieb	*m* Zusatzfeder, mit Luftzylinder verbunden
d Abschalter	*n* Kurvenscheiben
e Hauptwellen	*o* Aluminiumschleifstück mit Fettschmierung
f, g, h oberer Rohrrahmen mit Gelenk und Gabeln	
i Kuppelstange	

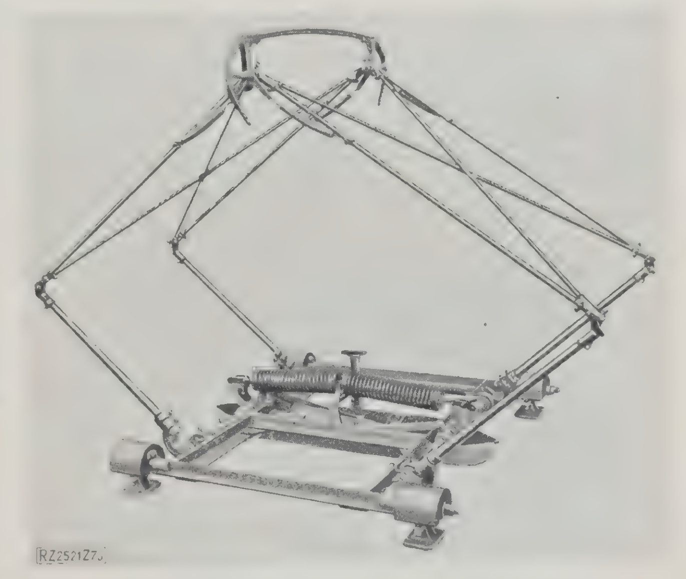


Abb. 70. Stromabnehmer, Bauart Sécheron.

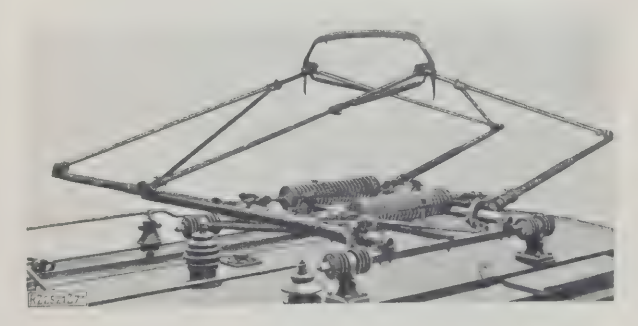


Abb. 71. Stromabnehmer, Bauart BBC.

Stromabnehmer sind auch hier nur zwei Hauptfedern vorhanden. Die Vorrichtung zum Spannen dieser Federn ist so ausgebildet, daß sich die Bügeldrücke unabhängig voneinander im obern und untern Arbeitsbereich verändern lassen. Neuartig ist ferner die bei diesem Stromabnehmer angewendete Klemmverbindung[34]) der Rohre mit den Gelenkstücken.

Hauptschalter

Der als Ölschalter gebaute Hauptschalter der Einphasenlokomotiven unterschied sich in der Zeit vor dem Kriege nicht grundsätzlich von den damaligen Ölschaltern für ortfeste Anlagen. Erst das Entstehen größerer, aus mehreren Kraftwerken oder Unterwerken versorgten Bahnnetze in der Nachkriegszeit legte die Notwendigkeit nahe, den Hauptschalter für eine im Verhältnis zur Lokomotivleistung wesentlich höhere Abschaltleistung zu bauen. Dieser infolge der beengten Raumverhältnisse auf der Lokomotive erschwerten Forderung genügten die in Abb. 72 und 73 dargestellten Schalter, die mit Mehrfachunterbrechung arbeiten und in einen am Lokomotivdach angebrachten, druckfesten Kübel eintauchen. Der entsprechend schwächer ausgebildete Schalterdeckel bildet einen Teil des Lokomotivdaches. Schalterexplosionen oder auch nur die harmlosen Begleiterscheinungen schwerer Abschaltungen (Ölauswurf, Rauchentwicklung) kommen also nur nach außen zur Auswirkung.

Abb. 72 stellt den von der A.-G. Brown Boveri & Cie. entwickelten, bei den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und jenen der Schweizerischen Bundesbahnen gebrauchten Einheitsölschalter dar. Der Unterschied zwischen den bei den beiden Verwaltungen benutzten Bauarten besteht nur darin, daß in der Schweiz der Schalterdeckel mit dem Lokomotivdach fest verschraubt ist, so daß zwecks Untersuchung der Ölkübel heruntergelassen werden muß, während in Deutschland der die ganze Schaltereinrichtung tragende Deckel hochgekurbelt wird. Abb. 73 zeigt einen Lokomotivölschalter ähnlicher Bauart, der gemeinsam von den Siemens-Schuckertwerken und der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft ausgebildet wurde.

Wenn auch heute Ölschalter neuzeitlicher Bauart mit den hier in Frage kommenden Abmessungen Abschaltleistungen von reichlich mehr als 100 000 kVA zu bewältigen imstande sind, so schien doch bei der stets enger werdenden Vermaschung der elektrischen Bahnne empfehlenswert, wenigstens primäre Kurzschlüsse v den Unterwerkschaltern abschalten zu lassen, was i den Schweizerischen Bundesbahnen mittels Einstellu der Höchststromrelais des Zugheizungs- und Triebmotor Stromkreises auf Augenblicksauslösung, des Hochsp nungsrelais auf Zeitauslösung für zwei bis drei Sekund und durch Anordnung eines Blockierrelais erreicht wi Dieses unterbricht im Augenblick, in dem ein heftiger Ku schluß auf der Primärseite einsetzt, den (Gleichstron Auslösestromkreis des Nullspannungs- und Höchststro relais, so daß das Nullspannungsrelais den Lokomot ölschalter erst nach Verschwinden des Kurzschlußstrom — also nach dessen Ausschaltung durch das Unterwe und Freigabe des Auslösestromkreises — auslöst.

Bei den Lokomotiven der Reichsbahn, bei den Wechselstrom einer bestimmten Transformatoranzapfu als Steuerstrom dient, bürgert sich folgende Schaltung f den gleichen Zweck ein: Das Höchststromrelais schlie bei Überschreitung der zulässigen Stromstärke zwei Ko taktpaare. Das erste schließt einen Stromkreis v der Steuerstromanzapfung des Haupttransformators üb einen Auslöser am Hauptschalter zur Erde. Bei Übe lastung der Lokomotive und bei leichten Kurzschlüss wirkt die Einrichtung in gewöhnlicher Weise als u mittelbare Höchststromauslösung. Bei schweren Ku schlüssen, namentlich auf der Oberspannungsseite, ge die Spannung auf der Lokomotive bis auf null zurüc es fließt kein Strom durch den Steuerstromkreis und d Auslöser am Hauptschalter, der nun nicht zur Auslösu kommt. Das zweite Kontaktpaar am Höchststromrela schließt einen Gleichstromkreis, der von der Beleuchtung batterie gespeist wird und je einen Fallklappenauslöser a den beiden Führerständen betätigt, die dem Führer anzeige daß das Höchststromrelais angesprochen hat und ihn ve hindern, den Hauptschalter wiederholt einzulegen.

Sehr bemerkenswert ist der Versuch, den Hau ölschalter durch einen Luftschalter mit Pre luftlöschung zu ersetzen. Abb. 74 und 75 zeigen d von den Siemens-Schuckertwerken auf Grund einer Rei von Versuchsausführungen entworfenen Schalter, wie er die 1 Do 1-Schnellzuglokomotive (Reihe E 16 101) der Deu schen Reichsbahn eingebaut wurde. Ein derartig Schalter fällt natürlich wesentlich größer aus als ein C schalter.

Für Gleichstromlokomotiven hoher Spannung ist e Luftschalter entwickelt worden, bei dem die Abreißele troden, die zeitlich nach der Hauptkontaktbürste öffne sich der Form der Blasspule anschmiegen, Abb. 76. We hier die Fußpunkte des Abschaltlichtbogens längs d Abreißelektroden zurückwandern, verlängert sich d Lichtbogen in einem Blasfeld annähernd gleichbleibende und zwar größter Stärke und kommt dadurch rasch zu Verlöschen.

[34]) DRP Nr. 469 297 (A.-G. Brown, Boveri & Cie. — Dr. *A. Couwenhoven*).

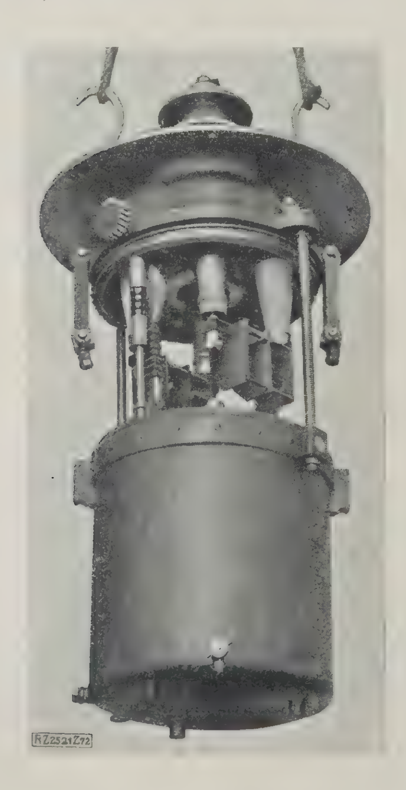


Abb. 72
Einheitsölschalter der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und der Schweizerischen Bundesbahnen (Bauart BBC).

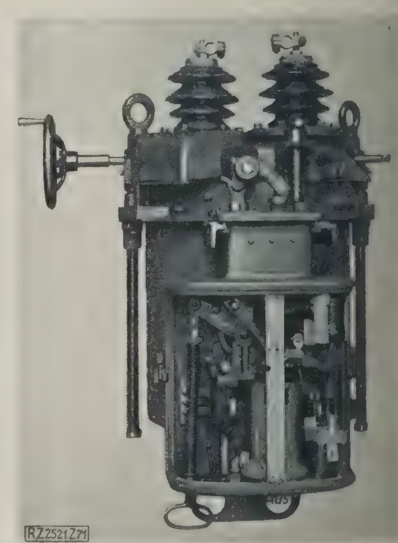


Abb. 73
Lokomotivölschalter, Bauart „Wasseg" (AEG und SSW).

Abb. 74 und 75 Luftschalter als Lokomotivhauptschalter (Bauart SSW).

Transformatoren

Die Neuerungen auf diesem Gebiete betreffen vor [...]em die Kühlung bei der nach dem Kriege vorwiegend [...]sgeführten Bauart mit glattem, genietetem oder ge[...]sweißtem Ölkübel, nachdem sich der Wellblechkasten, [...]ssen Oberfläche zur Abfuhr der Verlustwärme allen[...]lls ausreichen mochte, den Erschütterungen des Bahn[...]triebes nicht gewachsen erwiesen hatte. Gemeinsam ist [...]en diesen Kühlarten der besondere Ölkühler, bestehend [...]s Rohrschlangen, die von dem zu kühlenden Öl durch[...]ssen werden. Gibt man diesen Kühlern eine genügend [...]oße Oberfläche, d. h. genügend große Länge, dann reicht [...]r bei der Fahrt entstehende Luftzug für die Kühlung [...]s. Die Anordnung der unter Vermittlung einer Pumpe [...]m Öl durchflossenen Kühlrohrschlangen an den Lo[...]motivseitenwänden ergibt sich dabei als zwangloseste [...]sung. Rohre mit kleiner Oberfläche und damit kleiner [...]nge werden mittels eines besonderen Lüfters gekühlt. [...]lche Kühler können zunächst in Form von Rohren aus[...]bildet sein, die henkelartig an den Transformator an[...]schlossen sind, Abb. 77, und in einen künstlich be[...]teten Schacht hineinragen. In den Henkelrohren kreist [...]s Öl von oben nach unten lediglich unter Einwirkung des sich einstellenden Temperaturgefälles zwischen der obersten und untersten Ölschicht im Kübel, also ohne Zuhilfenahme einer Ölpumpe. Bei einer andern Ausführung werden die Kühlrohre zu einem besonderen Röhrenkühler vereinigt, der entweder unter Vermeidung langer Rohrleitungen an den Transformator unmittelbar angebaut wird, Abb. 78, und zwar samt den zugehörigen Lüftern, oder mit diesen zu einer besonderen Gruppe vereinigt wird, wobei ein Motor Lüfter und Ölpumpe gemeinsam antreibt, Abb. 79.

Eine sehr beachtenswerte, hiervon abweichende Form der Ölkühlung zeigt Abb. 80[35]). Das Öl wird hier im Kübel von luftdurchströmten Röhrenbündeln gekühlt. Öldurchflossene Kühlrohre, die umständlich zu reinigen und auf die Dauer schwierig dicht zu halten sind, sind hier vollkommen vermieden.

In Deutschland scheint man sich neuerdings wieder mehr dem Trockentransformator, Abb. 81, zuzuwenden, der heute, im Gegensatz zur Zeit vor dem Kriege, für

[35]) Ausgeführt von der S. A. des Ateliers de Sécheron in Genf bei den Lokomotiven der Achsfolge 1Co1, 2Co1 und 1Bo1-Bo1 der Reihen 10 201, 10 261 und 12 501 der Schweizerischen Bundesbahnen und bei den 1Co-Co1-Lokomotiven Reihe 201 der Lötschbergbahn, ferner von der „Elin" A.-G. in Wien bei den Bo-Bo-Lokomotiven Reihe 1170 der Österreichischen Bundesbahnen.

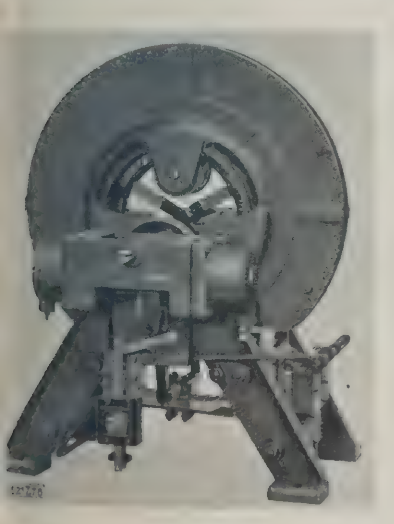
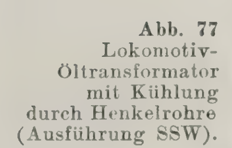


Abb. 76 Hauptschalter für Gleichstromlokomotiven hoher Spannung



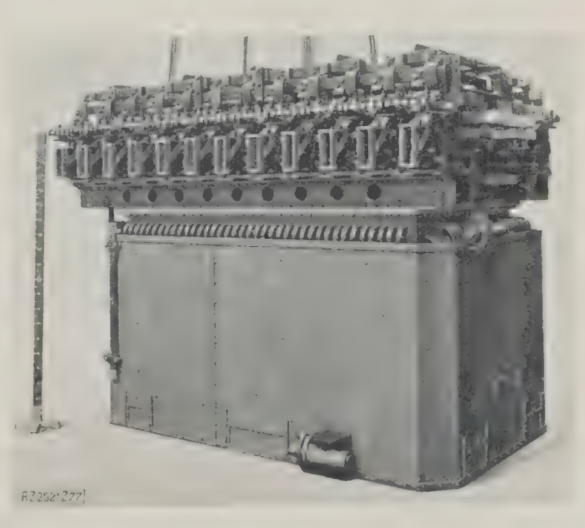


Abb. 77 Lokomotiv-Öltransformator mit Kühlung durch Henkelrohre (Ausführung SSW).

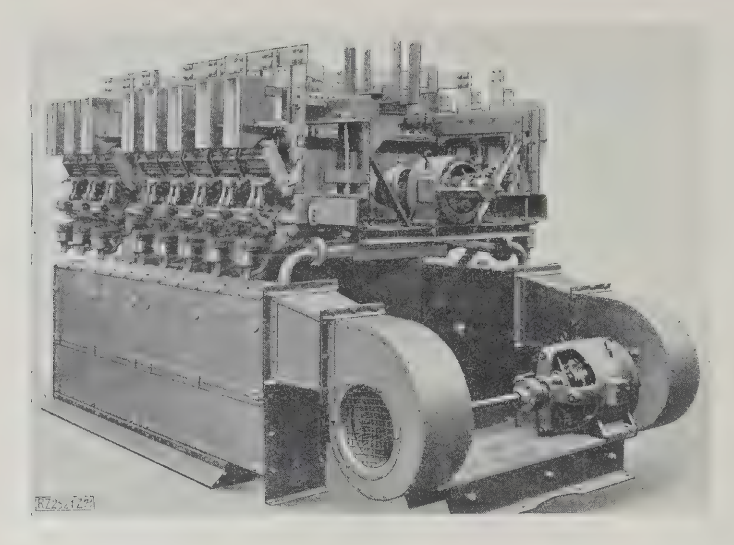


Abb. 78
Lokomotiv-Öltransformator mit unmittelbar angebautem, künstlich belüftetem Röhrenkühler (Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G.).

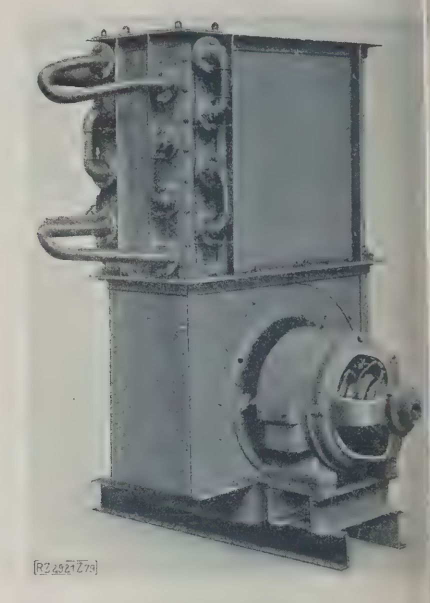


Abb. 79
Ölkühlergruppe für einen Lokomotiv-transformator bei getrennter Aufstellung (Bauart BBC).

15 kV Oberspannung betriebsicher gebaut werden kann, wenn für peinliche Reinigung der Kühlluft durch eingebaute Filter gesorgt wird. Allerdings weist der Trockentransformator nicht die Überlastungsfähigkeit des Öltransformators auf und schließt im Fall örtlicher Übererwärmungen Brandgefahr in höherem Maße in sich als der Öltransformator, dessen Ölfüllung im Bahnbetrieb gefährliche Temperaturen kaum erreicht und daher nur selten einer Erneuerung bedarf, die zugegebenermaßen umständlich ist.

Steuerung

Die zum Zwecke der Geschwindigkeitregelung zur Bedienung der einzelnen Stufen des Anfahrwiderstandes oder des Transformators dienenden Einzelschalter oder Schützen wurden in beiden Bauformen als elektromagnetisch- und elektrisch-druckluftbetätigte Vorrichtungen ausgebildet, die zuverlässig und den Anforderungen des Bahnbetriebes gewachsen sind. Der Vorteil der Schützensteuerung liegt darin, daß sich die verschiedensten Schaltungen und allenfalls Motorgruppierungen leicht durchführen lassen, da sich jegliche Art von Schaltfolge mittels entsprechender Ausbildung der Abwicklung d Führerstandwalze mühelos erreichen läßt, wenn man n zugleich dafür sorgt, daß das gleichzeitige Einschalten ei ander feindlicher Schützen mittels entsprechender Ve riegelungskontakte und deren Verbindungsleitungen ve hindert wird.

In der Notwendigkeit dieser Wartung und Instan haltung erfordernden Verriegelungskontakte und -leitu gen liegt ein gewisser Nachteil der Schützensteuerung schlechtweg, und es hat nicht an Bemühung gefehlt, wenigstens deren Zahl zu vermindern. schöner Weise ist dies der Pöge-Elektrizität A.-G., Chemnitz, bei den 2 D 1-Güterzuglokomotive Reihe E 7901 der Deutschen Reichsbahn gelunge deren Steuerstromkreise Abb. 82 zeigt. Die Führe standwalze arbeitet in der Weise, daß der Steuerstro zwei Gleitschienen zugeführt wird, die über Kontak schleifen. Die eine Gleitschiene, die Magnetfingerwalz leitet den Strom zu den Magnetspulen der einzelne

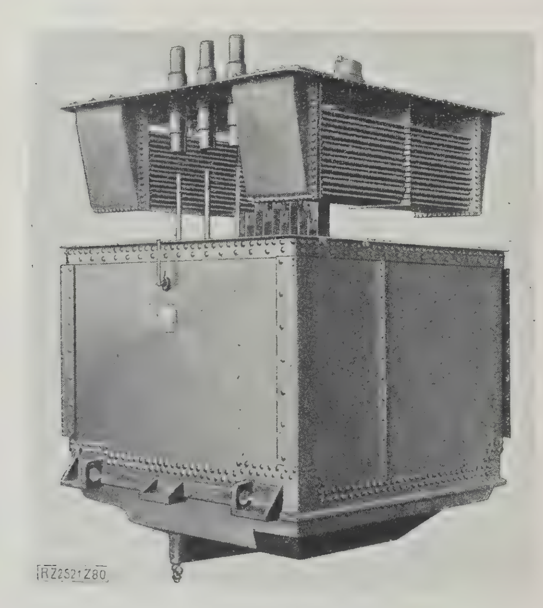


Abb. 80
Lokomotiv-Öltransformator mit eingebautem luftdurchströmten Kühlrohrbündel (Bauart S. A. des Ateliers de Sécheron).

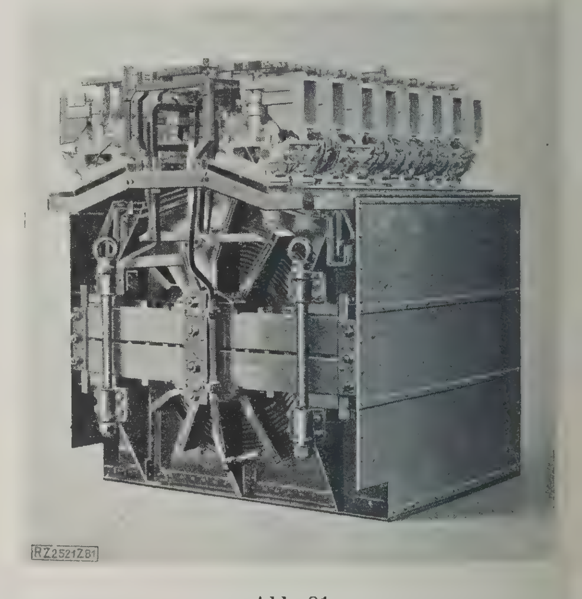


Abb. 81
Lokomotiv-Trockentransformator der 2 Do 1-Schnellzuglokomotiven, Reihe E 2101 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (Bauart AEG).

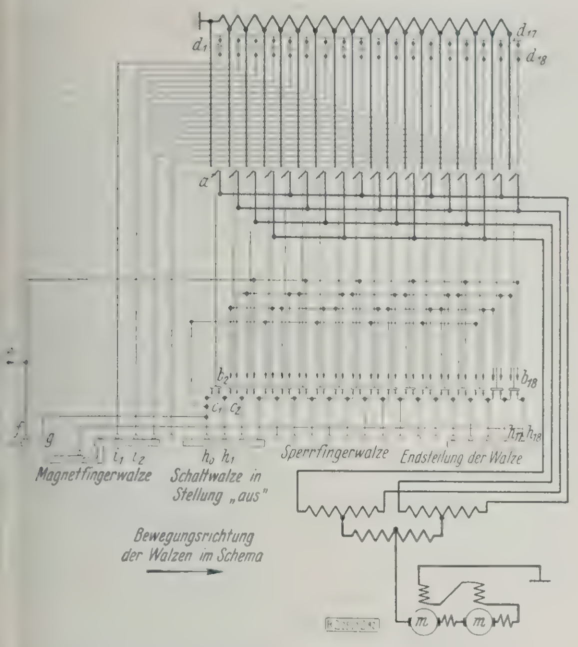


Abb. 82. Schaltplan der Steuerwalze der 2 D 1-Güterzuglokomotiven, Reihe E 7901 der Deutschen Reichsbahn - Gesellschaft (Pöge-Elektrizitäts-A.-G.).

a Hauptschützen
b_2 bis b_{18} obere Sperrkontakte
c_1 „ c_{18} untere „
d_1 „ d_{18} Einschaltmagnete
e Steuerstromzuleitung von der Reglerschütze
f g Vorkontakte zur Sperrfingerwalze
h_0 bis h_{18} Kontakte der Sperrfingerwalze
i_1 bis i_{18} Kontakte der Magnetfingerwalze
k Dauerkontakt der Magnetfingerwalze
m Motoren

cützen. Der Steuerstrom kann aber erst zu ihr gelangen, ·in die Steuerung aus der Ruhestellung soweit gedreht st daß die Vorkontakte *f* und *g* miteinander verbunden ıl. Wird die Steuerung über die erste Stufe hinaus be-·t, so wird diese Überbrückung wieder unterbrochen. Der ıerstrom kann dann nur auf dem Wege über die oberen ·i Hilfskontakte b_2 bis b_{18} der geschlossenen Schützen ·aufen. Wenn also auf einer höheren Stufe, als der An-·stufe der Führerstandwalze der Strom aus irgendeinem ·nde unterbrochen worden ist, so können die Schützen · wieder ansprechen, wenn die Führerstandwalze in die ·e Fahrstufe zurückgedreht ist. Ferner sichern die ·en oberen Hilfskontakte davor, daß nichteinschaltende ·ützen überschaltet werden können.

Einen Teilkurzschluß des Transformators infolge des ·genbleibens einer Schütze verhindern die unteren Hilfs-·takte c_1 bis c_{18}, je zwei für eine Schütze, im Verein mit ·zweiten Gleitschiene, der Sperrfingerwalze. Auf allen ·en muß der Steuerstrom über die unteren Hilfskontakte ·enigen Schützen verlaufen, die nicht eingeschaltet sein ·n. Nur die Hilfskontakte der vier Schützen, die gerade ·iten sollen, überbrückt die Sperrfingerwalze. Bleibt ·r beim Übergang von einer Fahrstufe zu einer andern ·ndeine Schütze hängen, so ist der Steuerstrom unter-·hen, und alle Schützen fallen ab. In Wirklichkeit sind ·e Raumersparnis wegen die beiden Gleitschienen als ·aubenflächen ausgebildet, die in den Betriebstellungen ·ier oder fünf Kontakte berühren.

Bei der in Abb. 83 und 83 a dargestellten Anordnung ·err. Siemens-Schuckert-Werke) sind Verriegelungs-·takte und -leitungen vollständig vermieden[38]). Je ·. druckluftbetätigte Schützen a_1 bis a_8 sind hier ·hanisch untereinander so verriegelt, daß immer · eine einzige eingeschaltet sein kann, und zwar ·iht die Verriegelung auf dem Grundsatz, daß · eine Gelenkkette *b* nur um ein bestimmtes · (entsprechend dem Hub eines Ventilkolbens *c*) ·schen zwei Anschlägen *d* strecken läßt. Die ·schaltfedern *e* wirken für alle acht Schützen ge-·sam auf die Gelenkkette. Ein besonderer Vorteil der

[38]) Österr. Patent Nr. 102 450 (Österr. Siemens-Schuckertwerke).

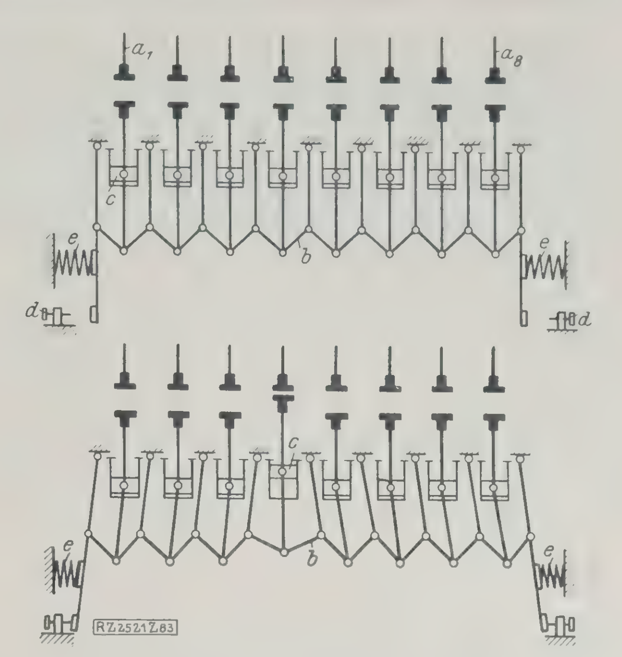


Abb. 83 und 83 a. Mechanische Schützenverriegelung der 1 Do 1-Schnellzuglokomotiven, Reihe 1570 der Österr. Bundesbahnen (Österr. Siemens-Schuckert-Werke).

a_1 bis a_8 durch Druckluft betätigte Schützen
b Gelenkkette
c Ventilkolben
d Anschläge
e Ausschaltfedern

dargestellten mechanischen Verriegelung liegt darin, daß beim Überschalten von einer Stufe zur nächsten außer den Abschaltfedern auch noch die einzuschaltende Schütze mit ihrer vollen Kolbenkraft die benachbarte auszuschalten mithilft.

Eine eigentümliche Lösung der Aufgabe, die durch die Anzapfungen am Haupttransformator bestimmten Span-

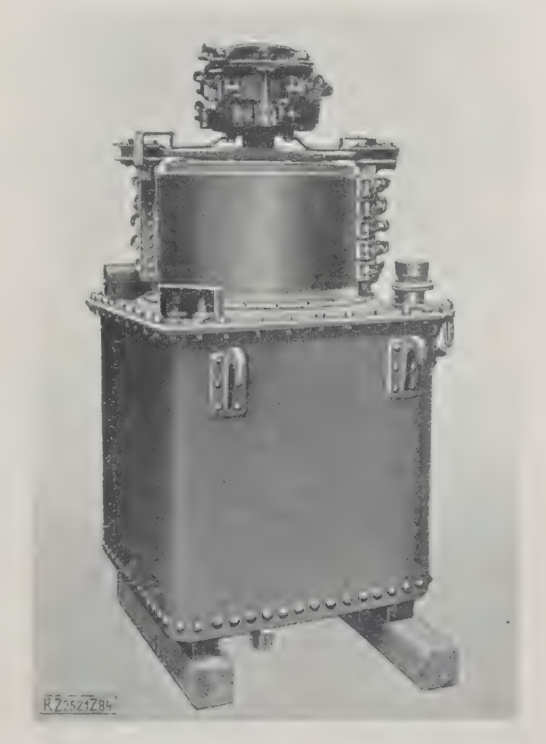


Abb. 84
Kommutatorregler der 2 D 1-Güterzuglokomotive, Reihe E 7901 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (Pöge-Elektrizitäts-A.-G. — Dr. *J. Döry*).

nungsprünge mehr oder wenig stetig zu überbrücken, um eine möglichst feinstufige Regelung der Motoren zu erzielen, stellt

der Kommutatorregler[39]) von *Döry*, Abb. 84, dar. Seinem mechanischen Aufbau nach ist dieser Regler ein Öl-Kerntransformator mit ringförmigem Eisenkern. Die innere, auf diesem sitzende Wicklung ist die vom Haupttransformator gespeiste Primärwicklung. Die Windungen der außenliegenden Sekundärwicklung sind an die Lamellen eines außerhalb des Ölkessels auf dem Deckel liegenden, feststehenden Kommutators angeschlossen. Von zwei beliebig drehbaren, gegeneinander elektrisch um 180° versetzten Bürstensätzen kann über zwei Schleifringe eine nach Größe und Richtung wechselnde Spannung abgenommen werden, die der Zusatzwicklung des zwischen die Spannungsmittelpunkte zweier Spannungsteiler geschalteten Schalttransformators aufgedrückt wird und damit Größe wie Richtung des in letzterem vorhandenen Kraftflusses bestimmt. Dieser legt seinerseits wie die den Fahrmotoren aufzudrückende Klemmenspannung zwangläufig fest.

Auch auf dem Gebiete der

Nockenfahrschalter,

die aus der mechanischen Vereinigung von Schützen zu einer konstruktiven Einheit mit gemeinsamer zwangläufig folgerichtiger Betätigung mittels einer Nockenwelle entstanden sind, sind bemerkenswerte Neuerungen geschaffen worden.

Wirkt die Nocken- oder Exzenterwelle unmittelbar auf die beweglichen Kontakte der einzelnen Schaltelemente, dann sind bei unmittelbarem Handantrieb beträchtliche Verstellkräfte erforderlich, und der Servomotor-Antrieb (s. u.) wird bevorzugt. Um diesen noch zu vermeiden, kann man mit Hilfe der Exzenterwelle die Betätigungsstromkreise der elektromagnetisch- oder druckluftbetätigten Schützen steuern[40]) oder aber die Ventile der luftbetäti Schützen unmittelbar umstellen[41]), eine Ausführung, namentlich von der S. A. des Ateliers de Sécheron in (zu hoher Vollkommenheit entwickelt worden ist. Bei F schaltung der Schützenkontakte (Hängenbleiben) wird Exzenterwelle mittels eines an allen Exzenterscheiben gebrachten Sperrkranzes in der Weise an der Wei bewegung gehindert, daß ein je von der Ventilkol stange aus betätigter Sperriegel mit diesem Sperrk in Anschlag kommt.

In ähnlicher Weise ist die in Abb. 85 dargeste von den Bergmann-Elektrizitätswerken, A.-G., für 2 Do 1 - Schnellzuglokomotive Reihe E 2151 entwick Steuerung durchgebildet.

Den einfachsten servomotorischen Antrieb der Nocl welle bildet der elektrisch gesteuerte Luftmotor, dem m und mehr der Vorzug gegeben wird, nachdem es gelun ist, die elastische Nachwirkung der in den Zylindern geschlossenen Luftmengen auszuschalten, so daß die zelnen Schaltstellungen ebenso genau festliegen wie elektrischem Servomotor oder Schaltmagnet. Abb. zeigt schematisch einen elektrisch-druckluftbetätig Antrieb[42]) dieser Art, bei dem die Bewegung des Dr luftmotors *b*, *c* mittels einer Sperrklinke *k* begr wird, die selbst zugleich die Steuerventile *e*, *g* betä und den Druckluftmotor gleichzeitig zum Stillst bringt, indem sie in die Rastscheibe *h* einfällt.

Abb. 87 zeigt die von den Bergmann Elektrizit Werken, A.-G., gemeinsam mit den Maffei-Schwartzko Werken für die Triebwagen der Berliner Stadtbahn wickelte elektrisch-druckluftbetätigte Steuerung[43]). Nockenwelle *a* wird von Stufe zu Stufe mittels eines in Steigrad *b* eingreifenden Klinkwerks *c* gedreht, das von Kolben des Arbeitzylinders *d* angetrieben wird, währ ein zweiter Druckluftzylinder *e*, der Rückzugzylinder, Schaltwalze rasch in die Nullstellung zurückdreht, w der Triebwagenführer den Druckknopf *g* an der Fa kurbel *f* losläßt. Die Druckluft gelangt in den Arb

[39]) DRP Nr. 386 389 und Nr. 424 785 (Pöge-Elektrizitäts-A.-G.).

[40]) Französisches Patent Nr. 586 376 (Forg Ateliers de Constructions Electriques de Jeumon

[41]) DRP Nr. 426 426 (S. A. des Atelier Sécheron). — Ausgeführt bei den 1Co-Co1-Güte lokomotiven (Reihe 201) der Lötschbergbahn, s. Ab und 25 in Heft 20 S. 684/5 und bei der Bo-Bo-l motive Nr. 82 der Bernina-Bahn.

[42]) DRP Nr. 432 041 (A.-G. Brown Boveri & — Dr. *A. Couwenhoven*). — Die Bo-Bo-Bo-Lok tiven (Gruppe E 625.004 bis 625.007) der Ital. St bahnen, die 1Do1-Lokomotiven (Reihe E 465) Tschechoslowakischen Staatsbahnen, die 2Co2-l motive Nr. 4002 $\frac{EC}{1}$ der GreatIndian Peninsula-B die 1Do1-Lokomotive Nr. 231 der Paulista-Bahn die 2Co-Co2-Lokomotiven (Reihe 7201) der Span. N bahn sind hiermit ausgerüstet.

[43]) DRP Nr. 398 982 (Bergmann-Elektrizi Werke, A.-G.).

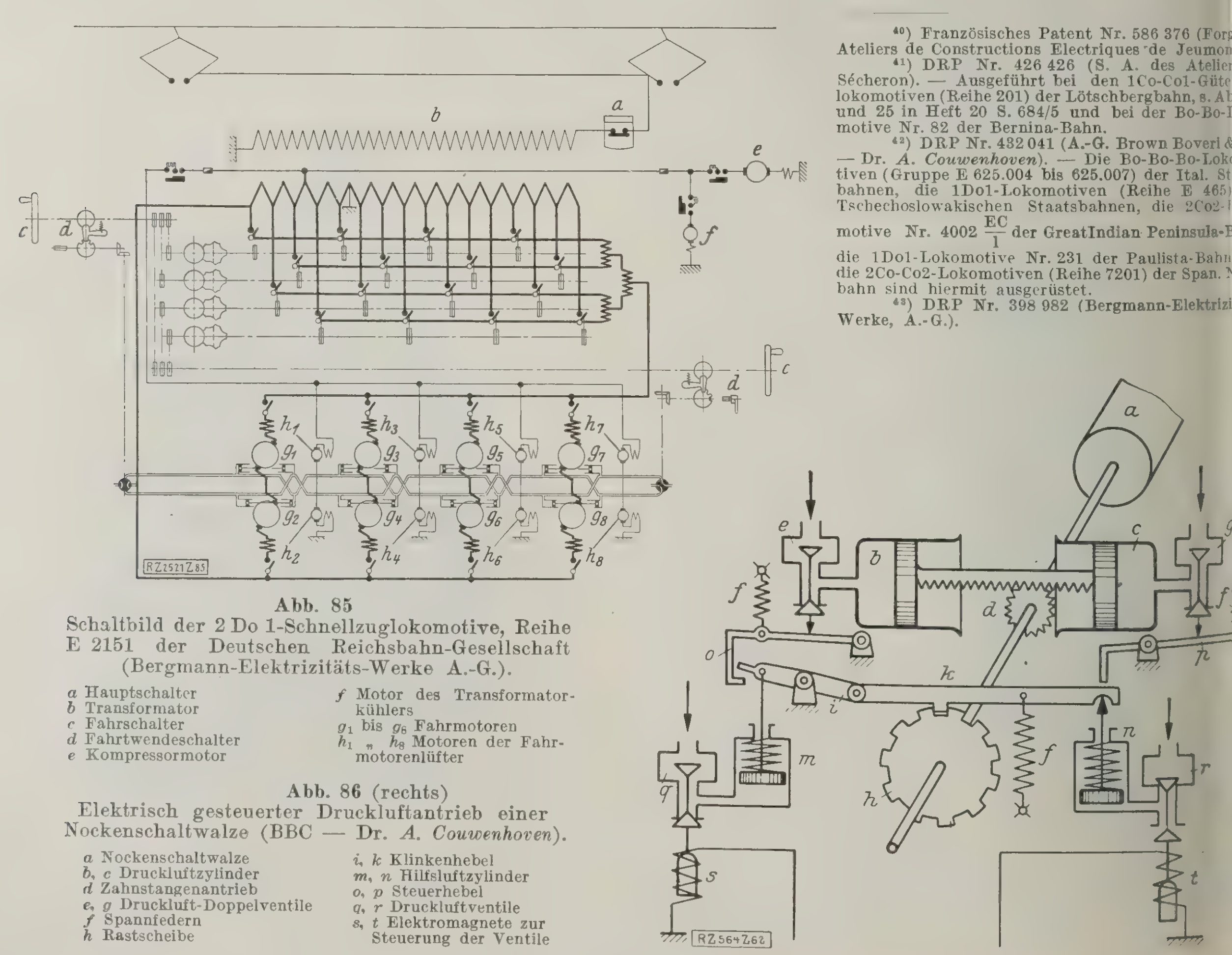
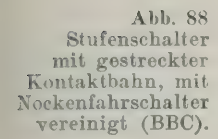


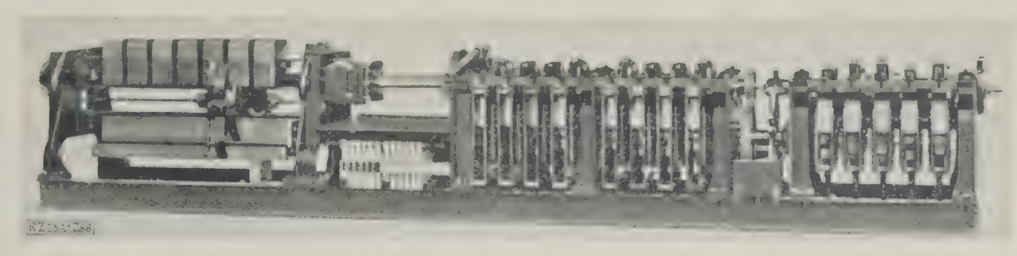
Abb. 85
Schaltbild der 2 Do 1-Schnellzuglokomotive, Reihe E 2151 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G.).

a Hauptschalter
b Transformator
c Fahrschalter
d Fahrtwendeschalter
e Kompressormotor
f Motor des Transformatorkühlers
g_1 bis g_8 Fahrmotoren
h_1 „ h_8 Motoren der Fahrmotorenlüfter

Abb. 86 (rechts)
Elektrisch gesteuerter Druckluftantrieb einer Nockenschaltwalze (BBC — Dr. *A. Couwenhoven*).

a Nockenschaltwalze
b, *c* Druckluftzylinder
d Zahnstangenantrieb
e, *g* Druckluft-Doppelventile
f Spannfedern
h Rastscheibe
i, *k* Klinkenhebel
m, *n* Hilfsluftzylinder
o, *p* Steuerhebel
q, *r* Druckluftventile
s, *t* Elektromagnete zur Steuerung der Ventile


Abb. 88 Stufenschalter mit gestreckter Kontaktbahn, mit Nockenfahrschalter vereinigt (BBC).



…linder jeweils bei Erregung des zugehörigen elektrisch …steuerten Ventils *h*, das seine Erregung am Ende der …rdurch bewirkten Vorwärtsbewegung des Arbeitskolbens …lbsttätig wieder verliert, worauf die Feder *i* den Kolben … die Anfangstellung zurückführt. Das Spiel wiederholt …h solange, bis die bei Beginn der Anfahrt eingestellte …haltstufe erreicht ist und solange dabei der Motorstrom …ter einem bestimmten Grenzwert bleibt. Wird dieser …erschritten, so zieht das Fortschaltrelais *k* seinen Anker … und öffnet damit einen Hilfskontakt im Stromkreis …s Ventils des Arbeitszylinders, so daß dieser nicht weiter…halten kann. Sinkt der Motorstrom wieder unter den …enzwert, so fällt der Anker wieder ab und schließt den …lfskontakt, so daß das Klinkwerk weiterschaltet.

Beim

…ufenschalter mit gestreckter Kontaktbahn[44]),

…ch Schlittenschalter genannt, bei dem jegliche Art von …rriegelungsleitungen in Wegfall kommen, hat man …ecks Verminderung der Verstellkräfte bei unmittelbarem …ndantrieb zwischen die das Kontaktbürstenpaar tra…nde Wandermutter und die Spindel Kugeln gelagert[45]); …erdies sind die Drehmomente mittels einer auf der …halterspindel angebrachten Gegenexzenterscheibe ausgeglichen worden. Die Form der Scheibe ist derart, daß die zur Drehung aufgewendeten oder abgegebenen Momente den in den Exzentern der Funkenschalter erzeugten Momenten in allen Stellungen annähernd gleich und entgegengesetzt sind[46]).

Abb. 88 zeigt einen Stufenschalter dieser Art, der mit einem Nockenfahrschalter zusammenarbeitet, wobei an Stelle der Spindel eine nachstellbare Kette benutzt wird. Der Nockenfahrschalter dient, wie das Schaltschema, Abb. 89, zeigt, dazu, einen Hilftransformator zusätzlich oder vermindernd zwischen die Stufen des Haupttransformators zu schalten; diese werden von dem Schlittenschalter bedient und ihre Zahl konnte infolgedessen bei insgesamt 21 Fahrstufen auf sieben beschränkt werden.

Der für Stufenschalter dieser Art von Dr. *A. Couwenhoven* für Vielfachsteuerung entwickelte und vielbenutzte elektro-servomotorische Antrieb (DRP Nr. 316 598, 374 373) erscheint hier in der Weise abgeändert, daß der Rückmeldeschalter, dem die Aufgabe zufällt, den Strom

[44]) Von Brown-Boveri entwickelt und in großem Maßstab bei Ein…sen-Lokomotiven benutzt.

[45]) DRGM Nr. 925 071 (A.-G. Brown-Boveri & Cie.). — Angewendet … den 1C1-Lokomotiven (Reihe E 3206) und 1Do1-Lokomotiven (Reihe …601) der Deutschen Reichsbahn.

[46]) DRP Nr. 432 871 (A.-G. Brown Boveri & Cie. — Dr. *A. Wichert*). Angewendet bei den 1 C 1-Lokomotiven (Reihe E 3206) und 1 Do-1-Lokomotiven (Reihe E 1601) der Deutschen Reichsbahn.

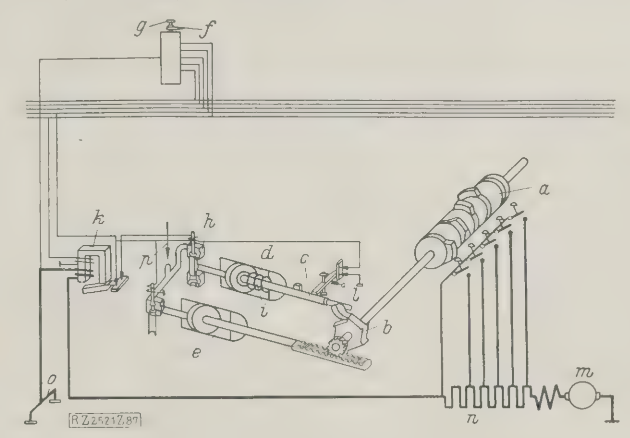


Abb. 87 (rechts) Vollselbsttätige elektrisch-druckluftbetätigte Steuerung mit Nockenschaltwalze (Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G. — Maffei-Schwartzkopff-Werke A.-G.).

a Nockenwelle
b Steigrad
c Klinkwerk
d Arbeitzylinder
e Rückzugzylinder
f Fahrkurbel
g Druckknopf
h Elektrisch gesteuertes Druckluftventil
i Feder
k Fortschaltrelais
l Hilfskontakt
m Fahrmotor
n Anfahrwiderstand
o Stromabnehmer
p Druckluftleitung

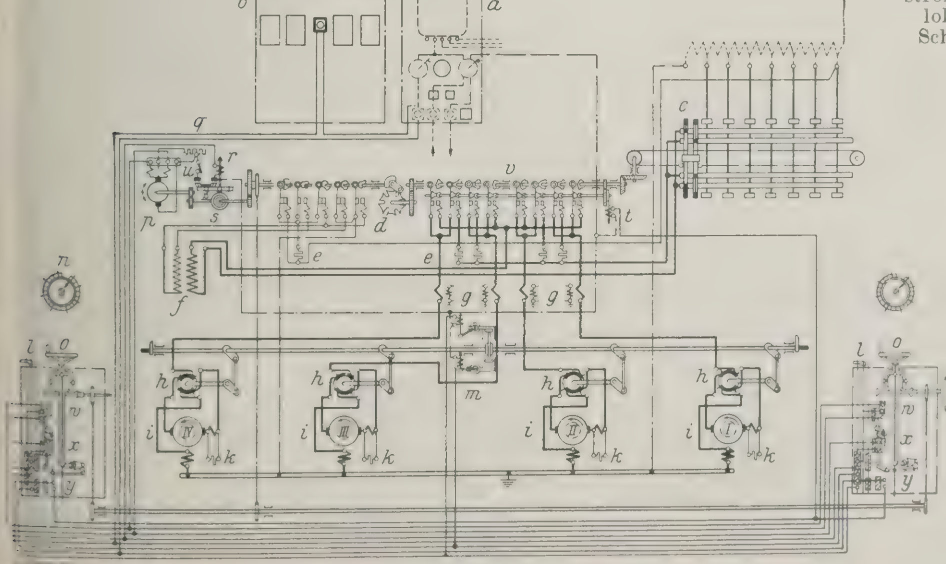


Abb. 89 (links) Motor- und Stufenschalter-Steuerstromkreis der 2 Do 1-Schnellzuglokomotive, Reihe 10 901, der Schweizerischen Bundesbahnen (BBC).

a Schalttafel für Gleichstrom
b „ „ Steuerstrom
c Stufenschalter
d Schalter für Zusatzstufen
e Dämpfungswiderstände
f Hilftransformator
g Stromwandler f. d. Fahrmotor
h Wendeschalter
i Fahrmotoren
k Ohmscher Widerstand
l Fernschalter für die Wendeschalter
m Druckluft-elektrischer Antrieb
n Fernbetätigung des Stufenschalters
o Steuerschalter
p Steuermotor
q Widerstand f. d. Steuermotor
r Sperrmagnet f. d. Steuermotor
s Rutschkupplung, Sperrad, Klinke
t Magnet für Momentausschaltung der Fahrmotoren
u Verriegelung f. d. Steuermotor
v Funkenlöschschalter
w Umschalter für den Stufenschaltermotor
x Schalter für Sperrmagnet
y Einschaltkontakt für *t*

zum Servomotor zu unterbrechen, sobald der Stufenschalter die am Steuerschalter eingestellte Stufe erreicht hat, in vereinfachter Gestalt in den Steuerschalter, Abb. 90, selbst verlegt wurde[47]). Die Wirkungsweise ist die folgende: Dreht man das Handrad von null aus auf eine Fahrstellung, so wird auch eine Drehbewegung vom oberen Kegelrad *d* des Differentialgetriebes *c* aus über die anderen Kegelräder und die gekuppelte Hohlwelle *e* auf den Rollenhebel *f* ausgeübt. Die Rolle dieses Hebels greift in der Ruhelage in die Gabel des Hebels *g*.

Dreht man also am Handrad, so bewegt sich auch der Hebel *g* und nimmt über die Zugstange *h* den Schalter *a* mit, der so den Stromkreis des Einschaltmagneten *m* des Servomotors schließt. Der Schalter ist so ausgebildet, daß er mit seinen Anschlägen *i* den als Walze (Hohlwelle) ausgebildeten Schleppschalter *b* mitnimmt und auf seine Vorwärts- oder Einschaltstellung dreht. Der Steuermotor erhält somit über sein Feld für diese Drehrichtung Strom. Jetzt erst fängt der Steuermotor *p* an zu laufen und dreht den Stufenschalter in seine dem Steuerschalter entsprechende Stellung.

Da Stufenschalter und Steuerschalter mittels eines Getriebes, s. Abb. 89, starr miteinander gekuppelt sind, so wird jetzt der Steuerkontroller vom Stufenschalter angetrieben. Ein Kettenrad überträgt die Drehbewegung über eine Schnecke auf das Schneckenrad des Differentialgetriebes. Da die Handradwelle von der Rastscheibe *k*, s. Abb. 90, festgehalten wird, so muß vom Schneckenrad über die Kegelräder wieder die Hohlwelle *e* angetrieben werden, und zwar in dem der Einschaltrichtung entgegengesetzten Drehsinn. Der Rollenhebel *f* bewegt sich zurück, kommt wieder in Eingriff mit der Gabel des Hebels *g*, unterbricht den Schalter *a* und schaltet somit den Magnet *m* des Servomotors aus. Stufenschalter und Steuerkontroller kommen so in der vom Steuerkontroller vorbereiteten Fahrstellung zum Stillstand. Der Antriebmotor wird also in der Antriebvorrichtung ausgeschaltet, und der Schleppschalter bleibt elektrisch unverändert.

Es besteht dann folgender Zustand: der Stufenschal befindet sich in der der Anzeigescheibe des Steuerschalt entsprechenden Fahrstellung. Schalter *a* ist aus- u Schleppschalter *b* ist noch in Fahrstellung eingeschal

Wenn man weitere Geschwindigkeitstufen zuschal wird also nur der Schalter *a* geschlossen und, sobald Stufenschalter nachgeeilt ist, wieder unterbrochen. Be Ausschalten wird ebenfalls wieder der Schalter *a* e geschaltet, aber der Schalter *b* umgeschaltet, so daß Motor über sein Rücklauffeld Strom erhält. Der Stuf schalter und der Steuerschalter werden auf null gedr und der Schalter *a* wird wieder unterbrochen. Zeiger meldet zurück, daß der Stufenschalter in die gewünsc Stellung gelangt ist.

Dreht man das Handrad aus irgendeiner Fahrstellu schnell über null in die Stellung null-null, so erfo Schnellauslösung des Stufenschalters durch den Kontakt Die Triebmotoren werden infolgedessen sofort von d Funkenschaltern *v* abgeschaltet, und der Stufenschalt läuft stromlos in seine Nullstellung zurück. Abb. 91 u 92 zeigen die Auslösevorrichtung der erwähnten Schne abschaltung[48]). In dringenden Fällen, besonders bei v späteter Streckensignalgebung, ist es nämlich erwünsc den Motorstrom augenblicklich zu unterbrechen. D Hochspannungsschalter wird nicht gern zu solchen I triebabschaltungen benutzt, da gleichzeitig alle hint ihm angeschlossenen Hilfsbetriebe stromlos würden u außerdem das Öl im Schalter bei zu häufigem Ansprech leidet.

Zur Schnellabschaltung sind die auf den Kurv scheiben der Motorfunkenschalter, s. a. Abb. 89, gefül ten Gabeln am oberen Schenkel mit einem Gelenk verseh worden. Die Gabeln *c* sitzen lose auf der Hilfswelle s. Abb. 91 und 92. Auf der gleichen Hilfwelle sind

[47]) DRP Nr. 458 132 (A. G. Brown Boveri & Cie.). — Angewendet bei den 2Do1-Schnellzuglokomotiven Reihe 10 901 der Schweizerischen Bundesbahnen.

[48]) DRP Nr. 459 984 (A. G. Brown Boveri & Cie.). — In Gebra bei den 2 Do 1-Schnellzuglokomotiven (Reihe 10 901) der Schweizerisc Bundesbahnen.

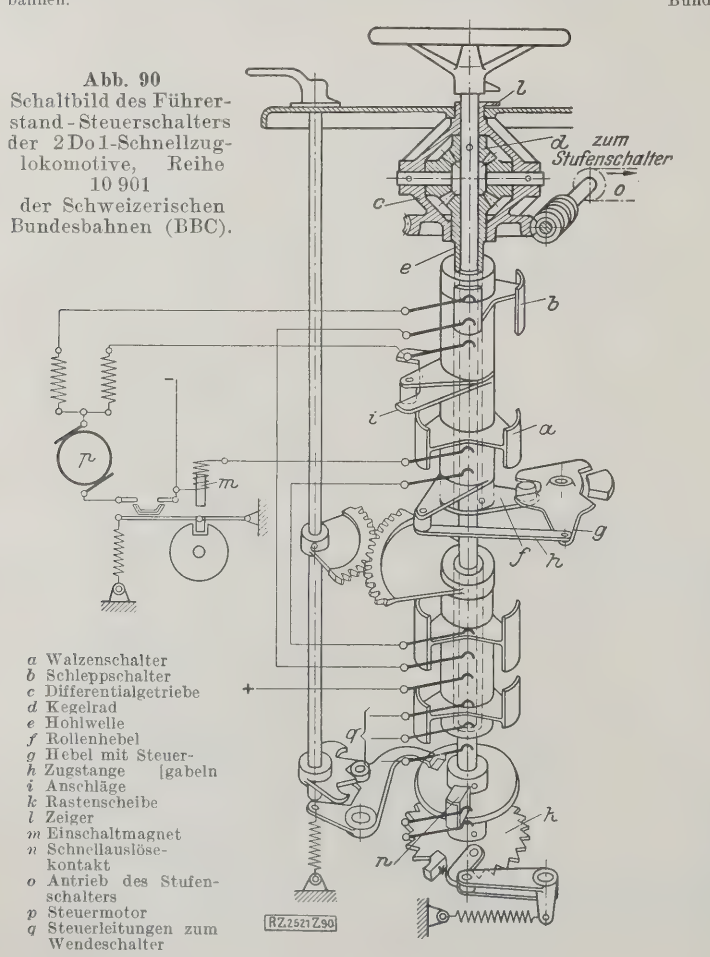


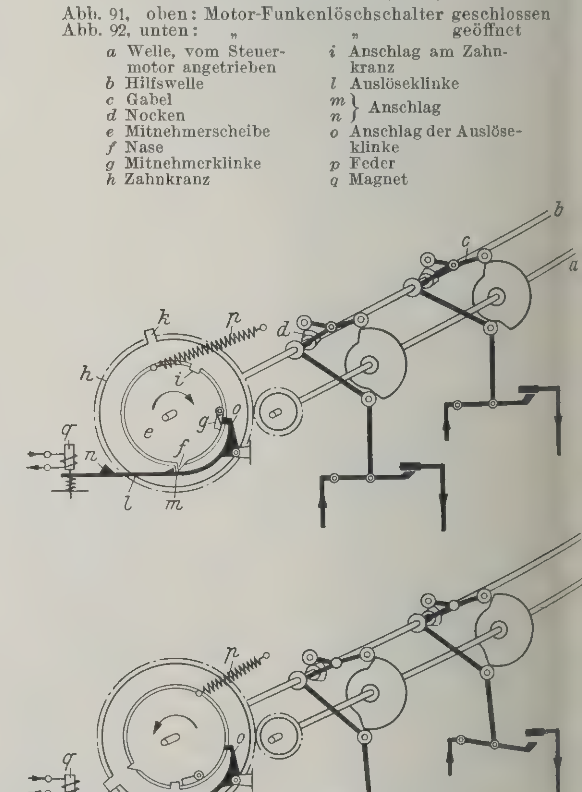
Abb. 90
Schaltbild des Führerstand-Steuerschalters der 2 Do 1-Schnellzuglokomotive, Reihe 10 901 der Schweizerischen Bundesbahnen (BBC).

a Walzenschalter
b Schleppschalter
c Differentialgetriebe
d Kegelrad
e Hohlwelle
f Rollenhebel
g Hebel mit Steuergabeln
h Zugstange
i Anschläge
k Rastenscheibe
l Zeiger
m Einschaltmagnet
n Schnellauslösekontakt
o Antrieb des Stufenschalters
p Steuermotor
q Steuerleitungen zum Wendeschalter

Abb. 91 und 92
Schema der Einrichtung für Schnellabschaltung des Stufenschalters (BBC).

Abb. 91, oben: Motor-Funkenlöschschalter geschlossen
Abb. 92, unten: „ „ geöffnet

a Welle, vom Steuermotor angetrieben
b Hilfswelle
c Gabel
d Nocken
e Mitnehmerscheibe
f Nase
g Mitnehmerklinke
h Zahnkranz
i Anschlag am Zahnkranz
l Auslöseklinke
m, *n* Anschlag
o Anschlag der Auslöseklinke
p Feder
q Magnet



...cken *d* und eine Mitnehmerscheibe *e* aufgekeilt. Bei ...schlossenen Funkenschaltern hält der Anschlag *m* der ...slöseklinke *l* die Mitnehmerscheibe fest, die Gabeln *c* ...m Nockenschalter sind geschlossen. Dieser Zustand ... in Abb. 91 dargestellt.

Zur Einleitung der Schnellabschaltung wird das ...ndrad des Steuerkontrollers über die Nullstellung hin...s in die Stellung null-null gebracht, wodurch der im ...uerkontroller eingebaute Kontaktgeber, s. Abb. 89 ...d 90, den Stromkreis zum Magnet *q* schließt; der An...lag *m* der Klinke *l* kommt außer Eingriff. Infolge der ...rkung der gespannten Feder *p* dreht sich die Mit...merscheibe *e* mit Hilfswelle *b* im Sinne des Uhrzeigers, ... auf der Hilfswelle aufgekeilten Nocken *d* bewirken ... Öffnen der Gabel *c* und damit auch das Öffnen der ...n den Gabeln freigegebenen und sich infolge ihres ...gengewichtes nach unten bewegenden Funkenhämmer. ...mzufolge werden die vier Triebmotoren sofort, also ...vor der Stufenschalter seine Nullstellung erreicht hat, ...m Transformator abgetrennt. Ein erneutes Aufschal...n ist erst möglich, nachdem der Stufenschalter auf die ...illstellung zurückgelaufen ist.

Bei dem folgenden Wiederaufschalten treibt die vom ...euermotor angetriebene Welle *a* über ein Ritzel den ...f der Mitnehmerscheibe lose sitzenden Zahnkranz *h* ...tgegen dem Sinne des Uhrzeigers an. Der Anschlag *i* ...s Zahnkranzes stößt gegen die Mitnehmerklinke *g*, die ...lfswelle und die Nocken drehen sich ebenfalls entgegen ...m Uhrzeigersinn, mit den Gabeln schließen sich die ...nkenhämmer, die Feder *p* ist wieder gespannt.

Beim Weiterdrehen des Zahnkranzes wird die Mit...hmerklinke *g* vom Anschlag *o* der Auslöseklinke abge...rückt, so daß die unter Federzug stehende Mitnehmer...heibe sich wieder am Anschlag *m* der Auslöseklinke ...stützt, die Funkenschalter sind geschlossen, die Schnell...slösung ist wieder betriebsbereit.

Elektrische Bremsung

Bemerkenswerte Schaltungen sind angegeben und ...sgeführt worden, um elektrische Lokomotiven samt ...m angehängten Zuggewicht bei Fahrt im Gefälle zur ...honung der Radreifen, Bremsklötze und Schienen elek...sch zu bremsen, wobei die von den Radachsen angetrie...nen Motoren als Stromerzeuger arbeiten und die er...ugte elektrische Energie entweder in Widerständen auf ...r Lokomotive vernichtet, d. h. in Wärme umgesetzt, ...er nutzbar an die Fahrdrahtleitung zurückgegeben ...rd (Nutzbremsung oder Bremsung mit Stromrück...winnung).

Erstere Art der Bremsung ist in Form der

...iderstand- oder Kurzschlußbremsung

...n den Triebwagen der Straßen- und Überlandbahnen ...f Gleichstrom-[49]) und Wechselstromlokomotiven über...gen worden, wenn auch der sicheren Regelmöglichkeit ...gen unter Umschaltung auf Fremderregung. Diese ...folgt bei ein für allemal unveränderlichem Brems...derstand von einer besonderen Umformergruppe aus ...t sekundärer Niederspannungs-Gleichstrommaschine, ...obei bei Wechselstromlokomotiven die Fahrmotoren für ... Dauer der Bremsung zu fremderregten Gleichstrom...zeugern werden[50]). Bei Wechselstromlokomotiven ist allerdings auch einfache Fremderregung vom Netz her über den Haupttransformator möglich und ausgeführt worden, wobei mit der gleichen Steuervorrichtung gebremst und die Fahrt geregelt wird und die Motoren wieder während der Bremsung zu fremderregten Kommutator-Wechselstromerzeugern werden[51]).

Bei großen Zuggewichten, die ganz oder zum großen Teil elektrisch gebremst werden sollen, tritt an Stelle der Widerstandbremsung, die wegen der Schwierigkeit der Unterbringung der Widerstände und der Abfuhr der in ihnen während der Bremsung erzeugten Wärme unmöglich wird,

die Nutzbremsung.

Abb. 93 zeigt (auf einen Motor bezogen) die heute bei Gleichstromlokomotiven meist gebräuchliche Schaltung für Nutzbremsung[52]). Hierbei ist der Anker der Erregermaschine *a* mit der Feldwicklung *c* des stromliefernden Fahrmotors *b* in Reihe geschaltet, der selbst als Reihenschlußmotor geschaltet bleibt. Parallel zum Erregeranker und zur Motorfeldwicklung ist ein Ohmscher Widerstand *d* geschaltet, der bei Änderung der Netzspannung die Änderung des Netzstromes in kleinen Grenzen hält.

Nachteilig ist bei dieser Schaltung allenfalls eine bei schnellen Änderungen der Netzspannung eintretende Überregulierung infolge der starken Verschiedenheit der Scheinwiderstände der beiden für den Netzstrom parallelen Zweige. Die Folge können Stromstöße im Erregerkreis sein, die sich in Bremsmomentstößen auswirken. Es ist daher vorgeschlagen worden, an Stelle des Ohmschen Stabilisierungswiderstandes auf der gleichen Welle wie die Erregermaschine und deren Antriebmotor einen Gleichstrom-Reihenschlußmotor als Hilfsmotor zu verwenden, Abb. 94, dessen Blindwiderstand man durch geringe Sättigung möglich hoch zu halten sucht[53]).

Gegenüber den in Abb. 93 und 94 dargestellten Anordnungen tritt die für Nutzbremsung mögliche Nebenschlußumschaltung der Fahrmotoren[54]), sowie die Umschaltung auf völlig unabhängige Fremderregung[55]) an Bedeutung zurück.

In jüngster Zeit sind schließlich noch die Nutzbremsschaltungen von *G. Somajni* und *A. Della Riccia* bekannt geworden. Erstere[56]) besteht im wesentlichen aus zwei Motoren mit Nebenschluß-Reihenschlußerregung und einem Spannungsteiler, der durch einen Anker mit drei getrennten Wicklungen und Kommutatoren dargestellt ist. Die drei Wicklungen liegen in Reihe an der Netz-

[49]) z. B. bei den 1Do1-Schnellzuglokomotiven (Reihe 3001) der Nieder...ländisch-Indischen Staatsbahnen.

[50]) u. a. bei den C-C-Lokomotiven Reihe 401 der Rhätischen Bahn, ...Güterzuglokomotiven Reihe 1080. 100 der Österr. Bundesbahnen.

[51]) Bei den 1Co-Co1-Güterzuglokomotiven Reihe 201 der Lötschbergbahn, den Bo-Bo-Lokomotiven Reihe 1170 der Österr. Bundesbahnen und den C-C-Lokomotiven Reihe E 9181 der Deutschen Reichsbahn.

[52]) Patente der Vereinigten Staaten von Amerika Nr. 1 298 706, 1 298 943 (*R. E. Hellmund*). — Angewendet z. B. bei den Co-Co- und Bo-Bo-Lokomotiven (Reihe 214 und 212) der Paulista-Bahn, den 1Co-Co1- und Co-Co-Lokomotiven Reihe 2801 und 2001 der Chilenischen Staatsbahnen, der 2Do2-Lokomotive Nr. 502 der Paris-Orléans-Bahn, der 1Co-Co1-Lokomotive Nr. 161. DE der Französischen Mittelmeerbahn, den Bo-Bo-Bo-Lokomotiven Gruppe E 626 und E 625.001 bis 625.003 sowie E 625.008 der Ital. Staatsbahnen, u. a.

[53]) DRP Nr. 400 074 (A. G. Brown Boveri & Cie. — *F. Prandtl*). — Ausgeführt bei den Bo-Bo-Bo-Güterzuglokomotiven (Gruppe E 625.004 bis 625.007) der Ital. Staatsbahnen, bei den 2Co-Co2-Lokomotiven Reihe 7201 der Spanischen Nordbahn und bei der 1Do1-Lokomotive Nr. 231 der Paulista-Bahn.

[54]) DRP Nr. 436 355 (A. G. Brown Boveri & Cie. — *F. Prandtl*). — Benutzt bei den Triebwagen der Bahn Biella-Oropa.

[55]) Angewendet bei den Bo-Bo-Lokomotiven Reihe E 4001 der Chemins de Fer du Midi sowie bei den Bo-Bo-Lokomotiven der Südafrikanischen Regierungsbahnen.

[56]) DRP Nr. 459 982, 461 841 (*G. Somajni*).

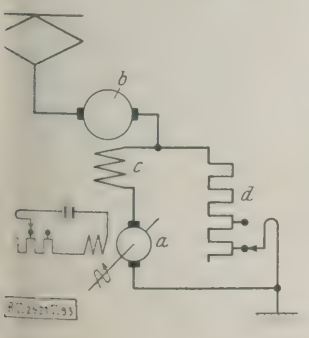


Abb. 93
Nutzbremsschaltung für Gleichstromlokomotiven mit fremderregtem Fahrmotor und Stabilisierungswiderstand (Westinghouse El. & Mfg. Co. — *R. E. Hellmund*).

a Anker der Erregermaschine
b Anker des Fahrmotors
c Feldwicklung des Fahrmotors
d Stabilisierungswiderstand

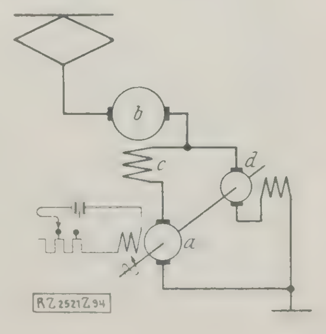


Abb. 94
Nutzbremsschaltung für Gleichstromlokomotiven mit fremderregtem Fahrmotor und Stabilisierungsmotor (BBC — *F. Prandtl*).

a Anker der Erregermaschine
b Anker des Fahrmotors
c Feldwicklung des Fahrmotors
d Stabilisierungsmotor

spannung. Die Spannung der beiden an den Netzpolen liegenden Wicklungen beträgt je ein Viertel und die der mittleren Wicklung die Hälfte der Netzspannung. Zusammen mit der Reihen-Nebenschlußschaltung der Motoren erhält man durch Anlegen der Motoren an die drei Wicklungen acht Stufen mit einem Spannungssprung von je ein Achtel der Netzspannung. Die Nebenschlußerregung der Motoren wird von einer Wicklung mit Viertelspannung abgezweigt. Da diese Schaltung kein stoßfreies Anfahren und Bremsen ermöglicht, wurden jedem Motor Vorschaltwiderstände beigegeben, die mittels eines Relais kurzgeschlossen werden, wenn der Ankerstrom unter einen gewissen Wert sinkt. Das Relais trägt zwei entgegengesetzt wirkende Spulen und zwei Kontakte, die die Vorschaltwiderstände bei den Motoren kurzschließen. Überwiegt der Einfluß der Spule, die an der Spannung der Umformerwicklung liegt und zur Nebenschlußerregung der Motoren dient, so sind die Widerstände eingeschaltet.

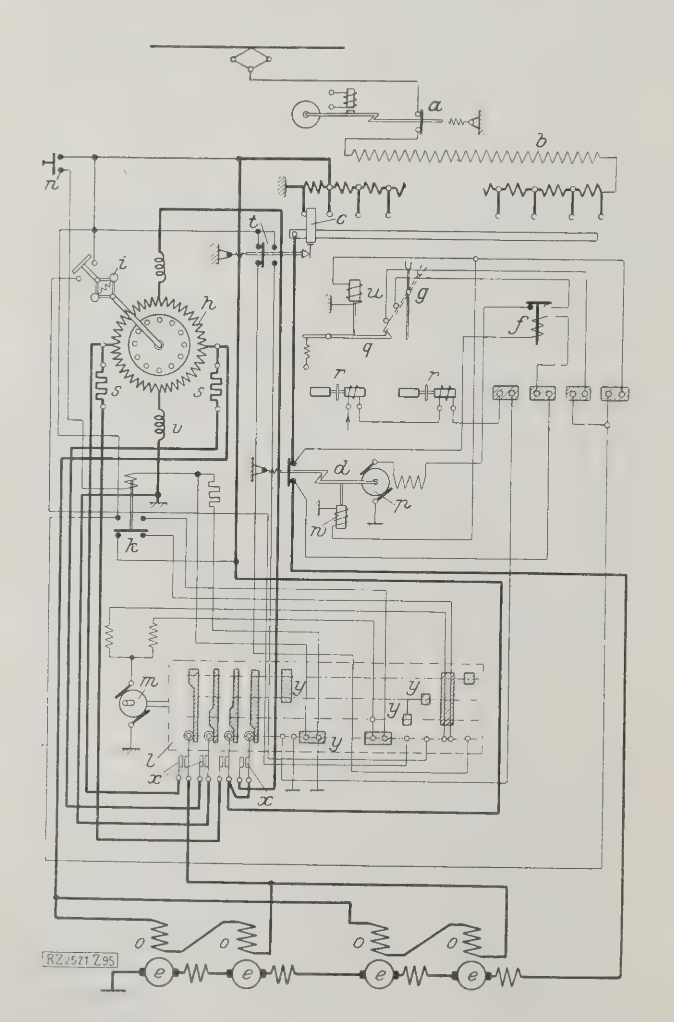
Auf der Welle des Fahrschalters sitzt ein Sperrrad, dessen Klinke von einer Feder normal offen gehalten wird. Falls man nach dem Herausfallen des selbsttätigen Hauptschalters zu schnell in die Nullstellung zurückschaltete, könnte die Spannung am Spannungsteiler zu stark anwachsen. Ein Magnet, dessen Spule an diese Spannung angeschlossen ist, bringt die Klinke zum Eingriff und verhindert so das Zurückschalten so lange, wie die Spannung nicht unter einen gewissen Wert gesunken ist. Angefahren und gebremst wird halbselbsttätig, indem während des Überganges von einer Stellung in die andere das Widerstand-Umschaltrelais in Tätigkeit tritt. Vergleichsmessungen, die mit dieser Schaltung vorgenommen wurden, ergaben auf einer Strecke einen um über 26 vH geringeren Stromverbrauch als ein Wagen mit Widerstandanfahrt und ohne Nutzbremsung. Dieser Gewinn verteilt sich ziemlich gleich auf die Rückgewinnung und auf die Verminderung der Anfahrverluste.

A. Della Riccia[57]) benutzt einen Spannungsteiler, [d]- aus vier gleichen Ankern besteht. Davon können die [a]- Pluspol und am Minuspol liegenden, sowie die beid[en] mittleren Wicklungen je zu einem Doppelkommutatorank[er] zusammengefaßt werden. Auf der gleichen Welle sitzt [e]- Erregermaschine für die Motorfelderregung beim Brems[en]. Die Spannungsteilermaschinen sind sehr schwach ges[ät]- tigt. Die Felder der beiden äußeren und beiden inner[en] Anker sind vereinigt. Ein gemeinsamer Feldregler b[e]- wirkt, daß eine Feldverstärkung einer Feldergruppe [e]- entsprechende Schwächung bei der anderen Gruppe he[r]- vorruft, wobei der Mittelpunkt des Systems immer auf h[al]- ber Netzspannung bleibt. Die Anordnung hat den Vorte[il], daß sich zwei Dauerstufen erreichen lassen, d. h. zw[ei] Stufen, bei denen der Umformer leer läuft und die Fah[r]- motoren in üblicher Weise einmal in Reihenschaltung, d[as] andere Mal in Parallelschaltung ohne Zwischengli[ed] arbeiten.

Bei **Einphasenlokomotiven** ergibt bei Nut[z]- bremsung die **Fremderregung** der Motoren die gü[n]- stigeren Verhältnisse, da hierbei die Spannung der a[ls] Stromerzeuger arbeitenden Fahrmotoren nahezu in Gege[n]- phase zur Netzspannung gebracht werden kann, so da[ß] Widerstand und Streuung der Motoren genügen, um de[n] Strom zu begrenzen. Die Fremderregung kann nun vo[n] einem besonderen vom Netz her erregten Phasenumfo[r]- mer, einer Zweiphasen-Asynchronmaschine mit Käfi[g]- anker, erfolgen, während die Motoranker regelbar auf de[n] Haupttransformator geschlossen werden. Die einzelne[n] Schaltvorgänge werden in der gewünschten Zeitfolge vo[n] einem servomotorisch betätigten Umschalter[58]) ausgeführ[t], Abb. 95.

[57]) DRP Nr. 468 086 (*A. Della Riccia*).

[58]) DRP Nr. 470 646 (Brown Boveri & Cie.). — Angewendet bei d[en] 1C-C1-Lokomotiven Reihe 2033 der Norwegischen Staatsbahnen und bei d[er] 1C-C1-Lokomotive Nr. 14 201 der Schweizerischen Bundesbahnen.



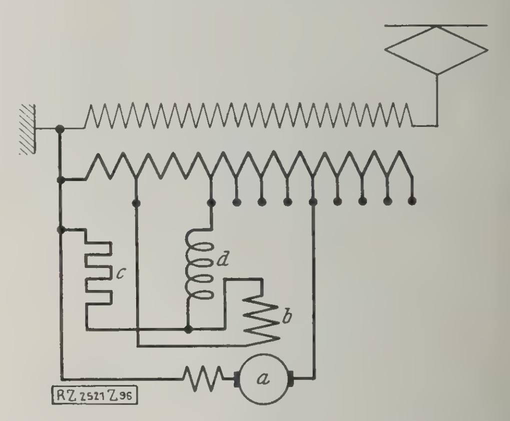


Abb. 96.
Nutzbremsschaltung für Einphasenlokomotiven mit Fremderregung (SSW).

a Fahrmotoranker
b Fahrmotorfeldwicklung
c Ohmscher Widerstand
d Drosselspule

Abb. 95 (links)
Nutzbremsschaltung für Einphasenlokomotiven mit Phasenumformer (BBC).

a Hauptschalter
b Haupttransformator
c Stufenschalter
d Fahrmotorenschalter
e Anker der Fahrmotoren
f Parallelschaltrelais
g Kontakteinrichtung zu *f*
h Phasenumformer
i Fliehkraftschalter
k Nullspannungsrelais
l Anlaß- und Umschalter für den Phasenumformer
m Servomotor für den Anlaßschalter *l*
n Druckknopfschalter
o Feldwicklungen der Fahrmotoren
p Steuermotor zum Schalter *d*
q Falle für Kontakteinrichtung *g*
r Steuerrelais für den (nichtgekennzeichneten) Antriebmotor des Stufenschalters *c*
s Ohmsche Widerstände für Anlauf des Phasenumformers
t Verriegelungsschalter
u Relais
v Drosselspule für Anlauf des Phasenumformers
w Relais
x Kontakte des Anlaß- und Umschalters *l*
y Kontaktbelage des Anlaß- und Umschalters *l*
z Kontaktbeläge

att durch einen umlaufenden Phasenumformer kann …ssende Phasenverschiebung des Erregerstromes und jene der Rückarbeitspannung mittels einer Ver…ng von Ohmschem Widerstand und Selbstinduktion …regerkreis ausgeführt werden[59]). Bei der in Abb. 96 …stellten, wieder auf einen Motor bezogenen …ung[60]), ist die Motorfeldwicklung b mit einem Ohm… Widerstand c und einem induktiven Widerstand d …rn geschaltet und die freien Enden der beiden letz… sind regelbar auf den Haupttransformator ge…sen.

…ei der reinen Nebenschlußschaltung, die …aschinenfabrik Oerlikon (Dr. *Behn-Eschenburg*) zu…n Vorschlag gebracht hat[61]), ist die Spannung des …romerzeuger arbeitenden Motors gegen die Netzspan… um wenig mehr als 90° verschoben. Das Span…gleichgewicht muß daher zur Ergänzung des Span…abfalles in der Maschine mit Hilfe einer strombegrenzenden Drosselspule wieder hergestellt werden. Um nun das Bremsmoment ähnlich wie bei der Schaltung mit Fremderregung mit der Geschwindigkeit rasch ansteigen zu lassen, wird die Schaltung von der Maschinenfabrik Oerlikon gemäß Abb. 97 ausgeführt, wobei die Feldwicklungen b_1 und b_2 von mindestens zwei Lokomotivmotoren in Reihe und gemeinsam mit den parallelgeschalteten Ankern a_1 und a_2 und der hierzu in Reihe geschalteten, strombegrenzenden Drosselspule c geregelt werden[62]).

…) Schweiz. Patent Nr. 97 204 (SSW).
…) Schweiz. Patent Nr. 96 373, 123 111 (SSW). — Ausgeführt bei den …okomotiven Reihe 2025 der Norwegischen Staatsbahnen.
…) DRP Nr. 336 551 (MFO).

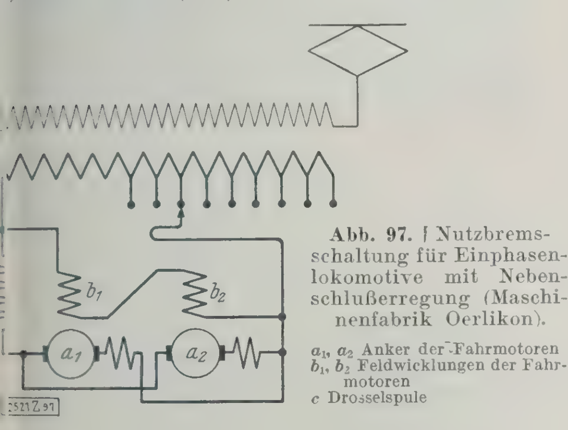


Abb. 97. Nutzbremsschaltung für Einphasenlokomotive mit Nebenschlußerregung (Maschinenfabrik Oerlikon).

a_1, a_2 Anker der Fahrmotoren
b_1, b_2 Feldwicklungen der Fahrmotoren
c Drosselspule

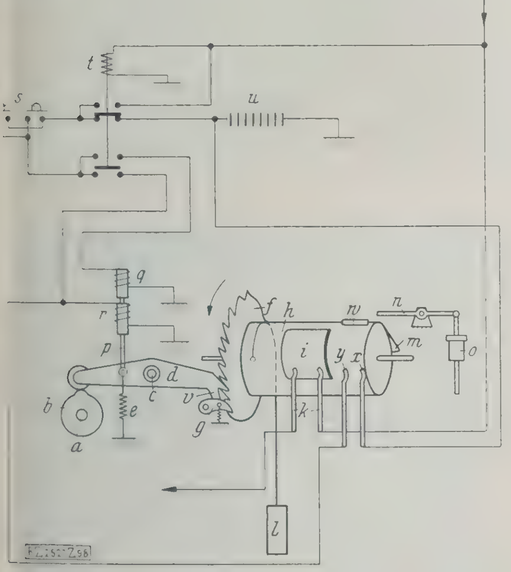


Abb. 98
…cherheitseinrichtung für einmännige Lokomotivführung (AEG).

a Welle
b Nocken
c Drehpunkt von d
d Klinkenhebel
e Feder
f Zahnscheibe
g Klinke
h Walze
i Kontaktbelag
k Kontaktfinger
l Gewicht
m Vorsprung an Walze h
n Hebel
o Bremsventil
p Gestänge
q Spule
r „
s Druckknopf
t Spule
u Batterie
v Ansatz
w Kontaktbelag
x, y Kontaktfinger

Schließlich seien hier noch die neueren Sicherheitsvorrichtungen erwähnt, die aus dem Bedürfnis nach einmänniger Führung elektrischer Lokomotiven entstanden sind. Ihre Aufgabe ist, den Hauptstrom mit Einleitung der Bremsung mit einer gewissen Zeitverzögerung zu unterbrechen, sobald der Führer den Kurbeldruckknopf losläßt. Die Verzögerung vermeidet das sehr ermüdende dauernde Niederdrücken des Knopfes und gestattet dem Führer, z. B. beim Verschiebedienst sich aus dem Führerstand seitlich hinauszulehnen, um die Signale und die Weisungen des Personals zu beobachten.

Brown, Boveri & Cie. haben eine Einrichtung dieser Art[63]) ausgeführt, die aus den in jedem Führerstand angeordneten Druckknopfkontakten mit parallelgeschalteten Fußkontakten und dem eigentlichen Sicherheitsapparat besteht[64]).

Nach einem ähnlichen Verfahren arbeitet die von der AEG entwickelte Sicherheitsvorrichtung[65]), Abb. 98. Der Führer hält mittels Totmannknopfes die Kontakte s geschlossen. Dadurch wird ein Stromkreis geschlossen gehalten, der von der Batterie u über die Spule r zur Erde fließt. Der abgehobene Spulenkern hält mittels des Gestänges p den Hebel d in einer solchen Lage, daß der Nocken b ihn nicht berühren kann. Werden die Kontakte s geöffnet, so wird die Spule r stromlos und der Hebel d gelangt in die dargestellte Lage. Da sich die Welle a mit dem Nocken b fortwährend dreht, wird der Klinkenhebel d in Tätigkeit gesetzt, so daß die Zahnscheibe f und mit ihr die Walze h Zahn um Zahn in der gekennzeichneten Richtung langsam gedreht werden. Das Gewicht l wird hierbei gehoben. Werden die Kontakte an den Schaltern s nicht erneut geschlossen, so gelangt die Walze h schließlich in eine Stellung, in der sie die Kontakte k trennt und dadurch den Steuerstrom unterbricht oder den Hauptschalter zum Ansprechen bringt. Gleichzeitig wird das Bremsventil o von dem Vorsprung m und dem Hebel n betätigt. Wird jedoch einer der Kontakte s vor vollständigem Leerlauf der Klinkvorrichtung wieder geschlossen, so wird der Hebel d angezogen. Dadurch wird zunächst die Walze h in der Pfeilrichtung um so viel weiterbewegt, daß die Klinke d und unter dem Einfluß des Ansatzes v auch die Klinke g mit dem Klinkenrad außer Eingriff kommt. In diesem Augenblick kehrt die Walze h unter dem Einfluß des Gewichtes l in die Anfangslage zurück. Die Vorrichtung ist damit für ein erneutes Spiel bereit. [B 2521]

Berichtigung

Im ersten Teil des Aufsatzes, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 20, muß es heißen: S. 681 1029.500 statt 1029/500, desgl. in den Anmerkungen 11 und 15 242. BE, 262. AE und 242. AE statt 242/BE, 262/AE und 242/AE, ferner in der Buchstabenerklärung zu Abb. 15 „Waagerechte Drehkraftkomponente“ statt „Wagen-Drehkraftkomponente“, S. 683 „quill-drive“ oder „Federstern-Antrieb“ statt „quill-drive“, der Federsternantrieb. In Anmerkung 18 fehlt die Angabe DRP 475 865, in Anmerkung 17 hinter DRP der Zusatz „angem.“ und Buchstabe B. Die angegebene Nummer 126 369 bedeutet also nur die Anmelde- und nicht die Patentnummer. Es heißt also richtig: DRP angem. B 126 369. In Anmerkung 24 ist hinter DRP ebenfalls „angem.“ einzufügen. S. 691 im Text und in der Legende zu Abb. 54 und 55 muß es Adamsachse statt Adamachse heißen. [N 3183]

[62]) Schweiz. Patent Nr. 87 276 (MFO). — Angewendet bei den 1C-C1-Lokomotiven Reihe 14 251 und 14 301 der Schweizerischen Bundesbahnen und bei den 1D1-Lokomotiven Reihe 353 der Rhätischen Bahn.
[63]) DRP Nr. 455 747 (A. G. Brown Boveri & Cie. — *H. Rüegg*).
[64]) Die Einzelheiten und Wirkungsweise dieser Einrichtung sind in Z. Bd. 72 (1928) S. 1168 beschrieben.
[65]) DRP Nr. 440 010, 440 810, 441 499 (AEG).

Versuche über die Schubfestigkeit von Holz

Von E. GABER, Technische Hochschule Karlsruhe

An der Hand von Versuchen wird der grundlegende Unterschied zwischen Scher- und Schubsp gezeigt. An Stelle der bisher bekannten Versuchsanordnung zum Ermitteln der Schubfestigkeit wird auf zweier Versuchsreihen ein Versuchskörper gefunden, in dem Biegespannungen praktisch vermieden u Schubspannungen erzeugt werden. Nebenbei wird gezeigt, wie bei großen Holzkörpern die Schubfestigk im Biegeversuch leicht feststellen läßt.

Für die Berechnung von neuzeitlichen Holzverbindungen ist die zuverlässige Kenntnis der Holzfestigkeit beim Lochleibungsdruck und bei Schubbeanspruchung nötig. In den letzten Jahren ist in meiner Versuchsanstalt für Holz, Stein, Eisen an der Technischen Hochschule Karlsruhe die Lochleibungsfestigkeit des Holzes in Abhängigkeit vom Schraubendurchmesser und andern Umständen planmäßig untersucht worden. Nebenher gingen Versuche über die Schubfestigkeit, über die hier einiges berichtet werden soll.

Unterschied zwischen Scher- und Schubbeanspruchung

In der Festigkeitslehre wird zwischen Scher- und Schubspannungen meistens nicht unterschieden. In Wirklichkeit besteht ein grundlegender Unterschied zwischen der Beanspruchung auf Scheren und auf Schub. Eine Scherspannung entsteht dann, wenn entsprechend Abb. 1 eine Schere auf einen Körper mit ihren beiden Messern einwirkt; Schubspannungen hingegen treten z. B. bei Bolzenverbindungen oder beim Biegebalken und hier in der neutralen Achse am größten auf. Die Holzkonstruktionen erhalten in der Regel keine Scher-, sondern Schubspannungen, nicht nur dann, wenn das Holz als Biegeträger verwendet wird, sondern auch bei den Bolzenverbindungen an den Knotenpunkten usw.

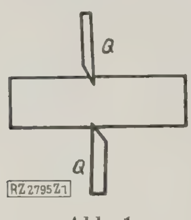


Abb. 1
Eigentliche Scherbeanspruchung.

Bei der Schere wird nach Abb. 1 in den sehr kleinen druckübertragenden Flächen die Druckspannung so groß, daß sich die beiden Schermesser langsam ins Holz einpressen und dadurch die Scherfläche immer stärker verkleinern. Auch wenn die Querkraft Q nicht anwächst, steigen die Scherspannungen noch an, weil eben die Scherfläche immer kleiner wird. Das gleiche gilt auch dann, wenn der Schneidewinkel nicht spitz, sondern 90° ist.

Bei kleiner druckübertragender Fläche und verhältnismäßig großer Scherfläche frißt sich auch ein breitliegendes Flacheisen in der Druckrichtung ins Holz ein. Wenn der Druck parallel zur Holzfaser wirkt, knicken die Fasern oben seitlich aus, das Holz quillt seitlich fort und die Scherfläche wird immer kleiner. Erst wenn sie eine gewisse Länge unterschritten hat, löst sich der Zusammenhang in der ganzen Scherfläche plötzlich, es tritt Zerstörung durch Scheren auf.

Abb. 2 zeigt ein durch Scheren in zwei Flächen beanspruchtes Kiefernholzstück, bei dem der Bruch noch nicht eingetreten ist, und in der Probe c einen durch Schubspannungen zerstörten Holzkörper.

Zahlentafel 1

Versuch	a	b	c
Breite b der Druckfläche cm	2.5	2.5	2.5
Holzdicke d „	1.5	1.5	1.5
Druckfläche F cm²	3,75	3,75	3,75
Körperlänge h cm	20	14	9
Obere Druckkraft P kg	1530	1570	1400
Obere Druckspannung $\sigma = \frac{P}{b\,d}$ kg/cm²	−410	−420	−370
Schubspannung $\tau = \frac{P}{2\,h\,d}$ „	25	37	53
$\frac{\sigma}{\tau} = \frac{2\,h}{b}$	16	11.2	7.2

Beim Versuch a, Zahlentafel 1, betrug die Druckspannung parallel zur Faser nahezu sich glei bend etwas über 400 kg/cm², die größte Scherspa aber nur 25 kg/cm² bei einer Länge einer jeden de den Scherflächen von 20 cm. Beim Versuch b am gl Holzstück betrug die Scherlänge nur noch 14 cm. Das fraß sich wieder mit einer Druckspannung von über 400 kg/cm² in das Holz ein, die Scherspannung auf 37 kg/cm², ohne daß Bruch eintrat. Man si Abb. 2 bei beiden Körperteilen das Ausquellen des H

Beim Versuch c wurde der gleiche Holzkörpe zuerst 20 cm lang war, dann auf 14 cm abgesch und hierbei immer noch abgeschoren und nicht schoben war, schließlich auf 9 cm Länge geschnitte mit dem gleichen 25 mm breiten Flacheisen durc obere Druckkraft P beansprucht. Die Zerstörun plötzlich ein, als die obere Druckspannung 370 kg/c trug, durch richtiges Lösen des Zusammenhanges dings zunächst nur in einer Schubfläche bei ein beide Flächen verteilten Schubspannung 53 kg/cm². Die Schubfläche verkleinerte sich nicht, die Körperteile schoben sich richtig anein vorbei.

Beim Druck senkrecht zur Faser, Abb. 2 d, friß ein schmales Flacheisen in wesentlich andrer Wei Holz ein. Die in der Nähe der Druckflächen lieg Fasern werden zuerst zusammengedrückt. Nach gewissen Eindringen des Flacheisens spalten die s der Druckfläche liegenden Fasern ab und die ebene Vorderfläche wird wellig. Auch hier bewirk Einfressen des Flacheisens eine Verkleinerung Scherfläche. Eine vollständige Zerstörung tritt n durch ein, daß nacheinander eine Faser nach der a zerschnitten und durchgeschoren wird. Abb. 2 d zei Kiefernholz der Versuche nach Scherdruck senkrec Faser.

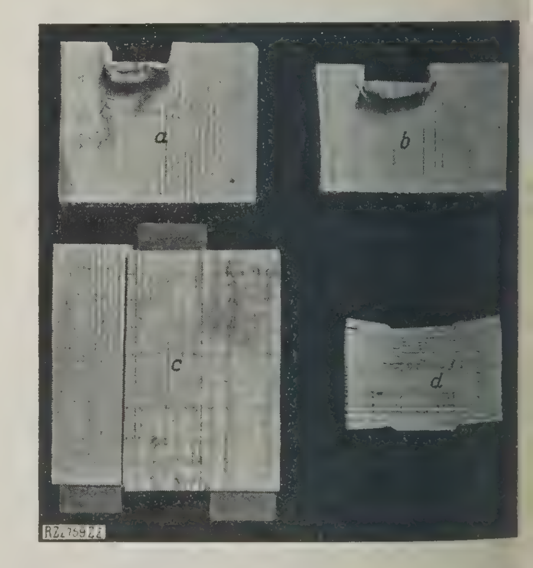
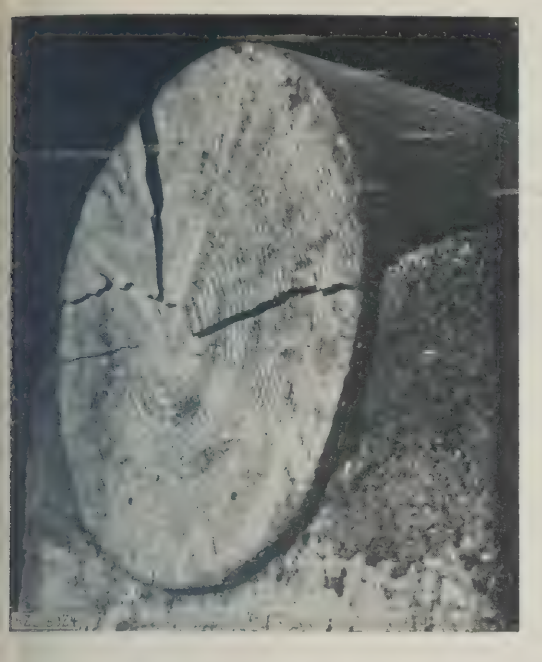


Abb. 2
Scherbeanspruchung mit zunehmender Verkleinerung der Scherflächen:

a parallel zur Faser, Körperlänge ursprünglich 20 cm
b „ „ „ „ 14 „
c „ „ „ „ 9 cm
d senkrecht zur Faser



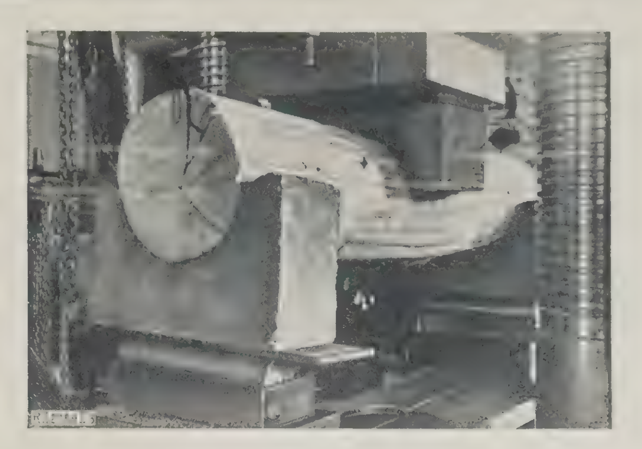


Abb. 3
Schubzerstörung am Rundholz durch Biegung.

Abb. 4
Die Stirnseite des Rundholzes mit dem deutlich sichtbaren waagerechten Schubriß.

st aber die Druckfläche, in der die Querkraft Q las Holz einwirkt, verhältnismäßig groß und die fläche klein, so bewirken richtige Schubspannungen olz die Zerstörung, ohne daß die Schubfläche durch ormänderung wesentlich verkleinert wird. Der Zuenhang löst sich, wenn die Querkraft parallel zur r wirkt, plötzlich, indem sich der losgetrennte Holzm andern parallel zur Querkraft vorbeischiebt.

m Wesen des Scherens liegt also fortgesetzte Vererung der Scherfläche durch große Formänderungen allmähliche Zerstörung des Zusammenhanges ohne chsen der Querkraft. Im Wesen des Schubes liegt plötzliche Zerstörung des Zusammenhanges ohne rgehende Verkleinerung der Schubfläche durch Ansen der Querkraft. Diese Schubzerstörung zeigt sich olz am besten beim kurzen gedrungenen Biegekörwie er z. B. in Abb. 3 und 4 dargestellt ist. Zwei em ganzen Fichtenstamm herausgedrehte Rundhölzer, mit 21, das andre mit 19 cm Dmr., wurden mit einer weite von nur 88 cm auf einer 50 t-Presse gebogen. Zerstörung trat durch Abschieben längs einer len Ebene ein, Abb. 3 und 4. Die Schubspannungen em getränkten Fichtenholz betrugen beim Bruch:

olz — Fichte . . . . Nr.	1	2
tigkeit (zimmergelagert) . . . vH	15	15
messer . . . . cm	21	19
raft . . . . kg	9950	9600
spannung . . . . kg/cm²	38	45

)ie mittlere Schubspannung beim Bruch betrug /cm². Die Probe wurde plötzlich mit einem knisternrachen zerstört.

ei richtig entworfenen Holzbauten ist nur diese Schubbeanspruchung üblich. Wenn man über gend große Versuchsproben verfügt, werden sich die n Ergebnisse für die Schubfestigkeit sicherlich am balken mit verhältnismäßig großer Trägerhöhe er, bei dem die Fasern in einer neutralen Achse ander vorbeigeschoben werden. Sehr häufig sind die verfügbaren Proben so klein, daß man richtige körper kleinster Abmessungen zum Versuch veren muß.

Die bisherigen Versuchskörper

ang gibt in seinem vorzüglichen Buche: „Holz als toff"[1]), die hierher gehörigen Forderungen des Intionalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, wie sie im Jahre 1906 in Brüssel aufgestellt wurden, wieder:

1. Der Versuch soll einschnittig und an vierkantigen Proben erfolgen.
2. Das Holz soll parallel zur Faser so geschoren werden, daß die Scherfläche einmal senkrecht zu den Jahresringen, also radial, Abb. 15, das andre Mal tangential, Abb. 14, zu den Jahresringen liegt.
3. Die Querkraft soll vom Hirn aus wirken.
4. Die Scherbacken aus Stahl sollen nicht über 1 cm breit sein.
5. Die Scherfläche soll beim Spiegelschnitt nicht über 5, beim Fladenschnitt nicht über 3 cm breit sein.
6. Die Länge der Scherfläche, in der Kraftrichtung gemessen, sei gleich der vierfachen Breite. $l = 4\,d$.
7. Die Scherspannung wird auf die ursprüngliche Scherfläche bezogen.

Entgegen diesen Bestimmungen schlägt aber *Lang* selbst den zweischnittigen Scherversuch vor, Abb. 5 und 6, der auf den Erfahrungen des auch längere Zeit in meiner Versuchsanstalt tätig gewesenen Prof. Dr.-Ing. *Quickmeyer* beruht. Der einschnittige Versuch, den einige Handbücher[2]) in Anlehnung an die Richtlinien des Weltverbandes vorschlagen, Abb. 7 bis 11, entspricht der vorhin erklärten Scherbeanspruchung des Holzes. Auch die Versuchsanordnung von *Lang* kann die unerwünschten, die Zerstörung begünstigenden Biegespannungen nicht auf das wünschenswerte Maß herabdrücken.

Neue Schubkörper

Nach langen Versuchen fanden wir einen Schubkörper, Abb. 12, bei dem diese Biegespannungen praktisch beim Schubversuch vermieden und die Verhältnisse des reinen Schubes weitgehend hergestellt werden. Die Spannungen hängen von den Formänderungen ab. Biegespannungen können also vermieden werden, wenn man die Durchbiegungen verhindert. Aus diesem Grunde wurde der abzuschrebende Teil des zweischnittigen Versuchskörpers im Verhältnis zu seiner Breite A_1A_2 sehr hoch gemacht, gleich der Strecke A_1G_2. Die beiden Schubflächen erhielten jedoch nur die Länge $l = A{\cdot}G_1$ und A_2H_1. Der auf drei Seiten von den Schlitzen G_1G_2, G_2H_2 und H_1H_2 begrenzte Teil des Schubkörpers wird ferner bei der durch die Druckkraft hervorgerufenen Verschiebung dadurch genau parallel der Kraft geführt, daß in den beiden lotrechten Schlitzen unten genau passende Glasplättchen eingesetzt werden, die praktisch

Wiesbaden 1915.

[2]) *Wawrziniok*, Handbuch des Materialprüfungswesens, Berlin 1923; *Memmler*, Das Materialprüfungswesen, Stuttgart 1924.

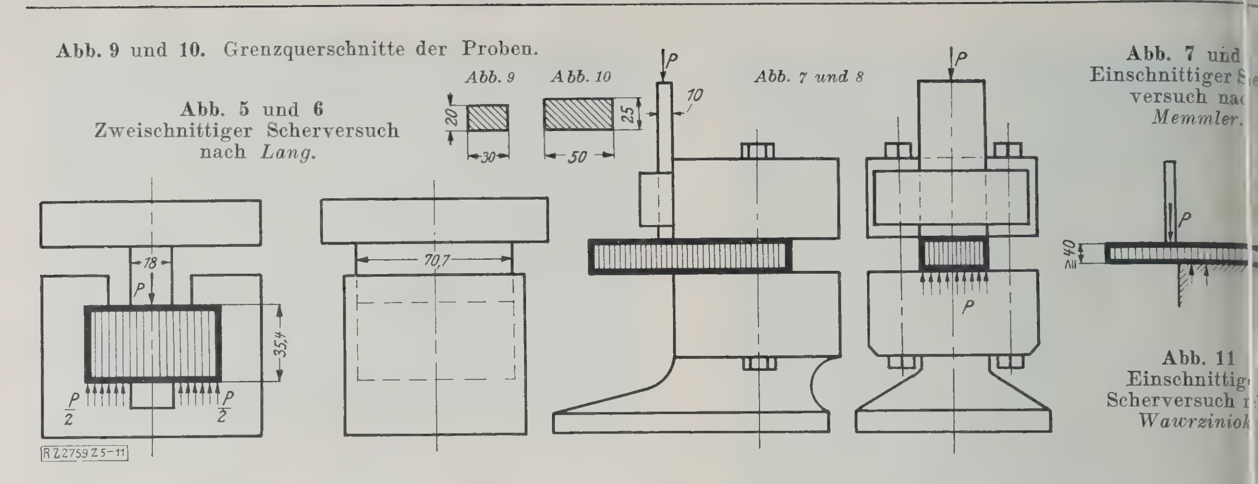


Abb. 9 und **10.** Grenzquerschnitte der Proben.

Abb. 5 und **6** Zweischnittiger Scherversuch nach *Lang*.

Abb. 7 und **8** Einschnittiger S… versuch na… *Memmler.*

Abb. 11 Einschnittig… Scherversuch … *Wawrziniok*

keine Reibung erzeugen. Der mit verhältnismäßig großem Widerstandsmoment ausgestattete Schubkörper $A_1G_2H_2A_2$ kann sich praktisch nicht durchbiegen; in den Querschnitten A_1B_1 und A_2B_2 können also auch keine nennenswerten Biegespannungen, sondern nur reine Schubspannungen auftreten.

Diese Entlastung der beiden Schubflächen A_1B_1 und A_2B_2 von Biegespannungen wird noch dadurch gesteigert, daß der äußere Teil des Versuchskörpers durch den unteren Querriegel $C_1C_2D_1D_2$ fest in sich verspannt ist. Schließlich wird die Exzentrizität der beiden Gegenkräfte, die in den unteren Flächen E_1F_1 und E_2F_2 angreifen, gegenüber der in der oberen Fläche A_1A_2 angreifenden Druckkraft durch die eigenartige Ausbildung des Körperfußes auf ein Mindestmaß eingeschränkt. Alle drei Umstände tragen dazu bei, daß in den beiden Schubflächen A_1B_1 und A_2B_2 von Biegespannung nicht mehr gesprochen werden kann.

Der normale Schubkörper hat die Abmessungen, die in Abb. 12 bis 15 angegeben sind. Ist die Holzdicke von 2,25 cm nicht vorhanden, wie z. B. bei Sperrholzversuchen, so wird der kleinere Körper ihm geometrisch ähnlich hergestellt. Die Anfertigung der Körper ist nicht schwierig.

Einfluß der Länge der Schubflächen auf die Schubfestigkeit

Untersucht wurde, ob die Schubfestigkeit von dem Verhältnis der Schublänge l zur Holzstärke d abhängig ist. Zu diesem Zwecke wurden aus Fichtenholz, dessen Dicke nach Abhobeln der Langflächen einheitlich 2,25 cm betrug, Schubkörper nach Abb. 12 hergestellt, bei denen die Schublänge 0,56, 1,2 usw. bis 4,5 cm betrug. Daß die Seitenteile nicht 2,75 cm, sondern nur 2 cm breit waren, hat hier keine Bedeutung. Es wurden zwei Ver-

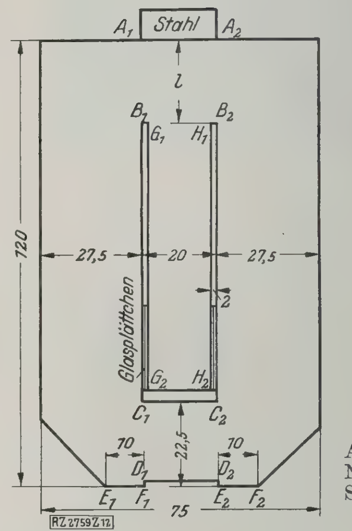


Abb. 12 Neuer Normalkörper f… Schubversuche von *Gab…*

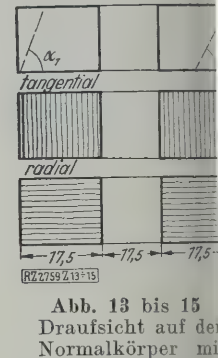


Abb. 13 bis 15 Draufsicht auf de… Normalkörper mi… Stellung der Schubflä… zu der Faserrichtun…

suchsreihen, eine im Oktober 1924, eine im März … durchgeführt und jedesmal drei gleichartige Vers… körper geprüft. Die Mittelweite der bei diesen … schnittigen Schubversuchen festgestellten Schubfe… keiten sind in Zahlentafel 2 und 3 angegeben.

In Abb. 16 sind diese Werte in Abhängigkeit … gehörigen Verhältnis $n = \frac{l}{d}$ aufgetragen. Die s… haltenen Linien nähern sich bei beiden Vers… reihen einem Grenzwerte für die Schubspann… der etwa bei $\frac{l}{d} = 2$ liegt. Wird die Schublän…

Zahlentafel 2
Mittelwerte zweischnittiger Schubversuche Oktober 1924

$n = \frac{l}{d}$		0,25	0,3	0,5	0,75	1	1.25	1,5	…
Schubfläche F	cm²	2,42	3,12	4,84	7,26	9,68	12.10	14,52	19,…
Schubfestigkeit τ	kg/cm²	50	81	78	65	53	44	47	48…
Abweichungen der Einzelwerte nach oben	vH	—	2,8	8,5	12,2	5,9	4,7	9,8	4,…
Abweichungen der Einzelwerte nach unten	„	—	1,2	10	12,4	9,8	3,8	13,6	5,…

Zahlentafel 3
Mittelwerte zweischnittiger Schubversuche März 1925

$n = \frac{l}{d}$		0,4	0,5	0,6	0,7	2,0	2,5	…
Schubfläche F	cm²	2,2	2,5	3,0	3,4	9,9	12,45	14,…
Schubfestigkeit τ	kg/cm²	69	50	54	45	4[illegible]	43	39…
Abweichungen der Einzelwerte nach oben	vH	23,4	15.1	25,0	29.0	6,6	18.6	2,…
Abweichungen der Einzelwerte nach unten	„	13,4	24,5	28,2	16,2	8,5	18,0	2,…

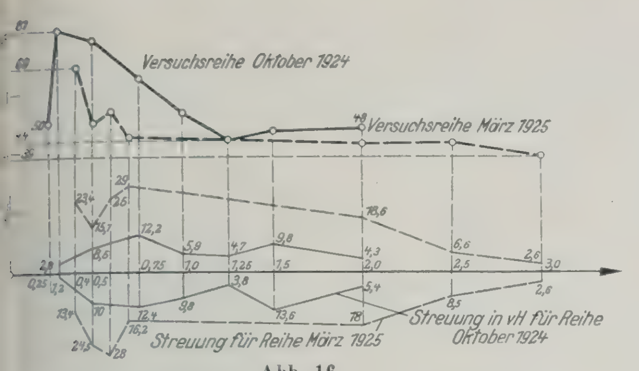


Abb. 16
Werte der Schubfestigkeit aus zwei Versuchsreihen mit den neuen Normalkörpern aus Fichtenholz.

einer, so steigt die Schubfestigkeit an. Dieser Grenz-ert von $\frac{l}{d} = 2$, bei dem die Schubfestigkeit praktisch ıabhängig von der Schublänge wird, gibt beim Zu-mmenlegen der beiden Schubflächen einen einheitlichen ıadratischen Querschnitt, Abb. 17 bis 23. Auf Grund eses Ergebnisses werden die Schubkörper in der Ver-ıchsanstalt in Karlsruhe immer mit $l = 2\,d$, d. h. mit ner Schublänge gleich der doppelten Holzdicke herge-ellt. Kleinere Schublängen ergeben große Streuungen, rgl. Abb. 16. Bei größeren Schublängen wird die spe-fische Druckspannung in der Fläche $A_1 A_2$, Abb. 12, zu oß. Es treten dann die früher beschriebenen Einfres-ıngen des Stahlplättchens in das Holz auf, wodurch sich e Längen $A_1 B_1$ und $A_2 B_2$ der beiden Schubflächen bei r Formänderung verkleinern und an Stelle der Schub-e Scherspannungen erzeugt werden. Im vorliegenden ıll ist bei dem 2 cm breiten Stahlplättchen

die Druckspannung $\sigma = \frac{P}{2\,d}$,

die Druckspannung $\tau = \frac{P}{2\,d\,l}$.

also ist $\frac{\sigma}{\tau} = l$, $\sigma = \tau\,l$.

Je länger l ist, desto größer wird σ. Will man ein heren verhüten, so muß man die Länge l und damit ıch σ klein halten. Beim untersuchten Fichtenholz mit rd.

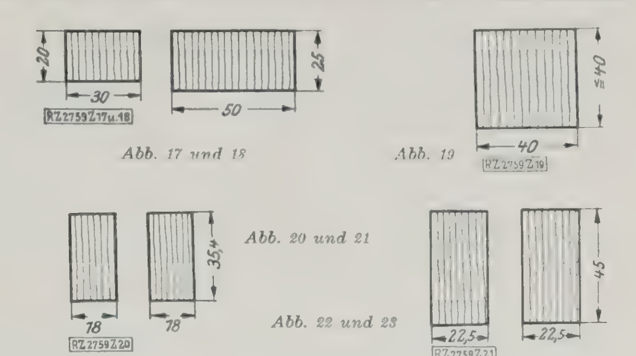


Abb. 17 bis 19
Grenzquerschnitte für den einschnittigen Holzscherversuch:
Abb. 17 und **18.** Nach *Memmler.*
Abb. 19. Nach *Wawrziniok.*

Abb. 20 bis 23
Grenzquerschnitte für den zweischnittigen Holzscherversuch:
Abb. 20 und **21.** Nach *Lang.*
Abb. 22 und **23.** Nach *Gaber.*

45 kg/cm² Schubfestigkeit und $l = 4{,}5$ cm betrug die Druckspannung parallel zur Faser $\sigma = 4{,}5 \times 45 \sim 200$ kg/cm². Sie hielt sich also in den Grenzen, innerhalb deren unangenehme Formänderungen noch nicht auftreten, denn das Einfressen tritt erst bei etwa 400 kg/cm² auf.

Zusammenfassung

An der Hand einiger Beispiele zeigt sich der grundlegende Unterschied zwischen der Beanspruchung auf Schub und auf Scheren. Das Abscheren bringt eine allmähliche Zerstörung des Zusammenhanges durch fortgesetzte Verkleinerung der Scherfläche auch bei gleichbleibender Scherkraft. Der Schub jedoch bringt eine plötzliche Zerstörung nur durch Anwachsen der Querkraft ohne vorherige Abnahme der Schubfläche.

Die Schubfestigkeit ermittelt man am besten am Biegebalken. Sie beträgt z. B. bei getränktem Fichtenholz von 15 vH Feuchtigkeit 42 kg/cm².

Reicht das Holz jedoch für Biegekörper nicht aus, so wird vorgeschlagen, die Versuchskörper nach Abb. 12 anzufertigen. Als Schubfestigkeit ergaben sich dabei für gewöhnliches Fichtenholz rd. 45 kg/cm². [B 2759]

---

ie Durchflußzahlen von Normaldüsen und ormalstaurändern für Rohrdurchmesser von 100 bis 1000 mm

Von M. JAKOB und FR. KRETZSCHMER

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt)

In den Röchlingschen Eisen- und Stahlwerken in Völklingen a. d. Saar ausgeführte Messungen, bei denen Luftmengen bis über 10 000 m³/h durch Normaldüsen und Normalstauränder strömten, werden im Anschluß an eine ausführliche Veröffentlichung, s. Forschungsarbeiten Heft 311 (1928), kurz beschrieben. Im Bereich der Versuche nimmt die Durchflußzahl der Düsen mit der Reynoldsschen Zahl zu, die der Stauränder mit dem Öffnungsverhältnis und der Reynoldsschen Zahl zu, mit wachsendem Rohrdurchmesser aber ab. Die Genauigkeit der angegebenen Durchflußzahlen für Düsen wird auf ± 1 vH, die für Stauränder auf ± 2 vH geschätzt. Darüber hinausgehende Unterschiede gegenüber den von Witte bei der J. G.-Farbenindustrie ermittelten Werten, s. Z. Bd. 72 (1928) S. 1493, werden auf Verschiedenheit der Düsenform, der Rohr-Rauhigkeit und der strömenden Stoffe zurückgeführt.

Der Verein deutscher Ingenieure und der Verein deut-her Maschinenbau-Anstalten haben im Jahre 1912 eine n *Prandtl* und *Regenbogen* ausgearbeitete Normaldüse ngeführt[1]), deren Profil und Hauptmaße für alle Größen ometrisch ähnlich sind und deren Durchflußzahl α, defi-ert durch die Gleichung[2])

$$V = \alpha F \sqrt{\frac{2\,g\,(p_1 - p_2)}{\gamma}} \quad \ldots\ldots \quad (1),$$

nach vorläufigen Messungen in der Gutehoffnungshütte in Oberhausen zu 0,97 bis 0,995 angegeben wurde.

Jakob und *Erk*[3]) haben dann durch Messungen mit Luft bei *Reynoldsschen* Zahlen[4]) $R = \frac{w\,d}{\nu} = 70\,000$ bis $300\,000$ die Durchflußzahl $\alpha = 0{,}96_1$ gefunden. Eine kleine Berichtigung ihrer Berechnung durch *Jakob* und *Fritz*[5]) ergibt aber im Bereich $R = 100\,000$ bis $300\,000$ einen Anstieg von α um ½ vH.

Da die Normaldüse sich zum Betriebsgerät nur schlecht eignet, haben die beiden genannten Vereine im Jahre 1925 auch Normalstauränder eingeführt[1]), und zwar nach einer von *Brandis* vorgeschlagenen, von *Kretzschmer* konstruktiv und meßtechnisch verbesserten Form.

An solchen Normaldüsen und Normalstaurändern haben wir auf Anregung des Vereines deutscher Ingenieure und des Vereines deutscher Eisenhüttenleute umfangreiche Versuche ausgeführt. Aus dem bereits veröffentlichten ausführlichen Bericht[6]) hierüber soll auch hier einiges mitgeteilt werden.

Die Messungen, für die der Verein deutscher Ingenieure in dankenswerter Weise Mittel zur Verfügung stellte, wurden im Versuchsfeld für Strömungsmessungen der Röchlingschen Eisen- und Stahlwerke in Völklingen a. d. Saar ausgeführt. Dieser Firma sei auch hier für die großzügige Unterstützung unserer Arbeiten gedankt.

[1]) Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompres-ren. Vorläufiger Entwurf (1912), 1. Auflage (1925), 2. Auflage (1926).

[2]) V Volumen des in der Zeiteinheit hindurchströmenden Gases, = lichte Weite der Düse, $p_1 - p_2$ = Druckunterschied in der Düse, = Dichte des strömenden Gases.

[3]) *M. Jakob* u. *S. Erk*, Forschungsarbeiten Heft 267 (1924) und Z. Bd. 68 (1924) S. 581.

[4]) w mittlere Geschwindigkeit im engsten Düsenquerschnitt, d = lichte Weite der Düse, ν = kinematische Zähigkeitszahl des strömenden Gases.

[5]) *M. Jakob* u. *W. Fritz*, Z. Bd. 72 (1928) S. 116.

[6]) *M. Jakob* u. *Fr. Kretzschmer*, Forschungsarbeiten Heft 311 (1928).

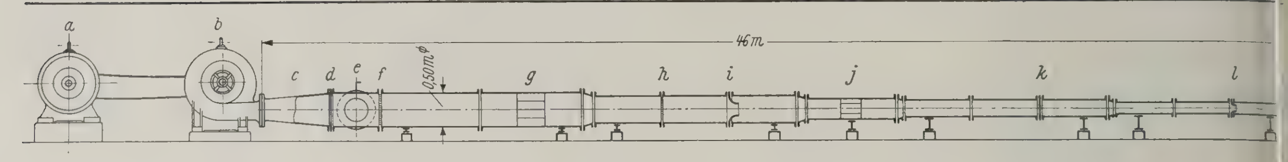


Abb. 1
Versuchsanordnung

a Motor
b Ventilator
c Diffusor
d Schlitz für Drosselscheiben
e Rohrstück mit Drosselklappe Sieb
g Blechkreuz
h Sieb
i Düse
j Blechkreuz
k Staurand
l Düse

Meßverfahren.

Den weitaus meisten unserer Messungen liegt der Vergleich der Druckabfälle zu Grunde, die an zwei in einer Rohrleitung hintereinandergeschalteten Düsen und Staurändern beim Hindurchströmen von Luft entstehen. Die Versuchsanlage ist in Abb. 1 wiedergegeben. Ein elektrisch angetriebener Ventilator blies Luft in eine Rohrleitung, in die Siebe, Blechkreuze zum Gleichrichten der Strömung, Düsen und Stauränder eingebaut waren. Die Rohrleitung bestand aus gut erhaltenen und nicht außergewöhnlich rauhen, gußeisernen und gezogenen Rohren des Hüttenbetriebes, die verschieden zusammengesetzt wurden. Die Luftmenge konnte durch Regeln der Motordrehzahl und durch Einlegen von drosselnden Blechscheiben in weiten Grenzen verändert werden. Der Druckabfall in den Düsen und Staurändern und der Überdruck vor ihnen wurden mit Alkohol-Manometern gemessen, die Temperatur der strömenden Luft vor den Meßstellen mit Quecksilberthermometern.

Bezeichnet man mit den Zeigern 1 und 2 die Stellen unmittelbar vor und hinter dem zuerst von der Luft durchströmten Meßgerät (z. B. *i* in Abb. 1), mit den Zeigern 3 und 4 die entsprechenden Stellen vor und hinter dem zweiten Meßgerät (z. B. *k* in Abb. 1), so gilt, wie in unserer ausführlichen Abhandlung abgeleitet ist, für nicht zu große Druckabfälle

$$\frac{\alpha_{12}}{\alpha_{34}} = \frac{F_4}{F_2}\sqrt{\frac{A_{12}}{A_{34}}\frac{T_1}{T_2}\frac{p_4}{p_2}}\sqrt{\frac{p_3 - p_4}{p_1 - p_2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (2).$$

Hierin sind F_2 und F_4 die engsten lichten Querschnitte der beiden Meßgeräte, p und T der Druck und die Temperatur an den durch die Indizes bezeichneten Stellen, A_{12} und A_{34} zwei von 2,0 um wenige Tausendstel abweichende Faktoren, die der Zustandsänderung der Luft beim Durchströmen der Meßgeräte Rechnung tragen, α_{12} und α_{34} die Durchflußzahlen der beiden Meßgeräte. Ist die eine davon bekannt, so kann die andere aus Gl. (2) berechnet werden.

Nach diesem Verfahren wurden zunächst acht in Völklingen hergestellte Normaldüsen für Rohre von 125 bis 1000 mm l. W. an zwei früher von *Jakob* und *Erk*[8]) geeichte Normaldüsen angeschlossen. Da sich deren Eichung nur bis zur *Reynoldsschen* Zahl $R = 300\,000$ erstreckte, wurde außerdem die Durchflußzahl einer Völklinger Düse bei $R = 900\,000$ unmittelbar bestimmt, indem in einem an diese Düse angeschlossenen Rohr mit Staurohren die Geschwindigkeitsverteilung in zwei senkrecht zueinander stehenden Durchmessern des Querschnittes gemessen wurde.

Die Durchflußzahlen von Normaldüsen.

Da die Durchflußzahl α nach den Messungen von *Jakob* und *Erk* im Bereich von $R = 100\,000$ bis $R = 300\,000$, auch nach Vornahme der von *Jakob* und *Fritz* angegebenen Berichtigung[5]), nur um rd. ½ vH zunimmt, nach unseren soeben erwähnten Messungen bei $R = 900\,000$ aber um rd. 3 vH höher liegt als nach *Jakob* und *Erk* für $R = 100\,000$, so kommt man bei der Darstellung der Abhängigkeit von α und R zu einer S-förmigen Linie, Abb. 2. Innerhalb der Grenzen der Meßgenauigkeit könnte aber die Kurve ebensowohl mit zunehmendem R beständig schwächer ansteigen, also keinen Wendepunkt haben, oder im Gegensatz hierzu für $R < 100\,000$ mit abnehmendem R wieder ansteigen, also ein Minimum haben.

Jakobs, *Erks* und unsre Messungen werden am besten durch die in Abb. 2 gezeichnete Kurve wiedergegeben. Von dieser mittleren Kurve, die durch ein ziemlich verwickeltes Ausgleichverfahren bestimmt worden ist, weichen die Kurven für die einzelnen von uns untersuchten Düsen mit völl richtigem Profil höchstens um ± 1 vH, im allgemeinen ab um rd. ± ½ vH ab. Düsen mit zu stark konvergentem Au lauf, die wir ebenfalls untersucht haben, haben eine n drigere, solche mit zu schwach konvergentem Auslauf ei höhere Durchflußzahl.

Inzwischen hat *Witte*[7]) u. a. auch Durchflußzahlen m geteilt, die an zwei Normaldüsen für 100 und 300 mm Roh durchmesser durch unmittelbare Messung hindurchströme der Öl-, Wasser- und Dampfmengen gewonnen wurden.

Witte hat in seiner Arbeit, Abb. 51, die von ihm e mittelten Durchflußzahlen abhängig von der *Reynoldssch* Zahl $R_0 = \frac{W\,D}{\nu}$ aufgetragen, die auf die Rohrweite D u die mittlere Geschwindigkeit W im Rohr bezogen ist. I bei den Normaldüsen $\frac{d}{D} = 0{,}4$ und somit $\frac{W}{w} = \left(\frac{d}{D}\right)^2 = 0{,}16$, gilt $R_0 = 0{,}4\,\frac{w\,d}{\nu} = 0{,}4\,R$. Berücksichtigt man diesen Unte schied im Abszissenmaßstab unserer Abb. 2 und *Witt* Abb. 51, so erkennt man, daß im Bereich $100\,000 < R$ 500 000 *Wittes* Durchflußzahlen höher, für $R > 500\,000$ ab kleiner sind als die unsrigen; die Abweichung liegt jedo durchweg innerhalb der von uns angegebenen Grenzen v ± 1 vH.

Nach *Witte* nimmt α mit steigendem R dauernd u immer schwächer (also ohne Wendepunkt der Kurve) z Da, wie erwähnt, die S-Form unserer Kurve bei der vo uns beanspruchten Toleranz nicht sichergestellt ist, lege wir auf den Unterschied in der Kurvenform keinen en scheidenden Wert. Der Unterschied in den Durchflußzahle aber kann zum Teil durch die Verschiedenheit der verwe deten strömenden Stoffe bedingt sein; nach *Wittes* Abb. 4 scheint nämlich im Bereich von *Jakob* und *Erks* Messunge die Eichung mit Luft niedrigere Werte zu ergeben als d mit Wasser. Auch ein kleiner Unterschied der Düsenpr file kann die Ergebnisse beeinflußt haben. Unsere Düse haben nämlich noch nicht das kurze zylindrische Endstüc das erst im Jahre 1925 bei den Normaldüsen eingefüh worden ist[1]), während *Wittes* Düsen diese Neuerung habe

Die Durchflußzahlen von Normalstaurändern.

Nach dem beschriebenen Vergleichsverfahren wurde ferner die Durchflußzahlen von 35 Normalstaurändern i Rohren von 125 bis 1000 mm l. W. und mit Öffnungsve hältnissen $m = 0{,}05$ bis 0,85 bestimmt. Dabei wurden d Durchflußzahlen der jeweils benutzten Bezugsdüse nich aus Abb. 2, sondern den in Forschungsarbeiten Heft 31 mitgeteilten Kurven für die einzelnen Düsen entnomme Das Ergebnis der Messungen ist in Abb. 3 wiedergegebe

Außer dem bekannten Anstieg der Durchflußzahl mi dem Öffnungsverhältnis, der im wesentlichen durch die Zu strömungsgeschwindigkeit im Rohr bedingt ist, zeigt Abb. eine Abnahme der Durchflußzahl α mit steigendem Roh durchmesser und eine Zunahme von α mit der *Reynoldssche* Zahl. Der auch schon von *Spitzglaß* beobachtete Durch messereinfluß rührt, wie wir in der ausführlichen Ve öffentlichung nachgewiesen haben, wahrscheinlich in de Hauptsache von Unterschieden der relativen Rauhigkei der verschieden weiten Rohre her; demnach bezieht sic Abb. 3 auf Betriebsrohre von mittlerer Rauhigkeit; di tiefsten Linien aber wären annähernd Grenzkurven fü ideal glatte Rohre von beliebigem Durchmesser. Eine Zu

---

[7]) *R. Witte*, Z. Bd. 72 (1928) S. 1493.

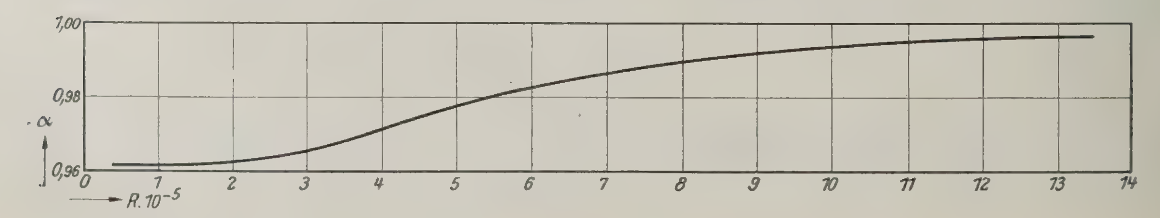


Abb. 2
Mittlere Kurve der Durchfluß-zahlen von Normaldüsen.

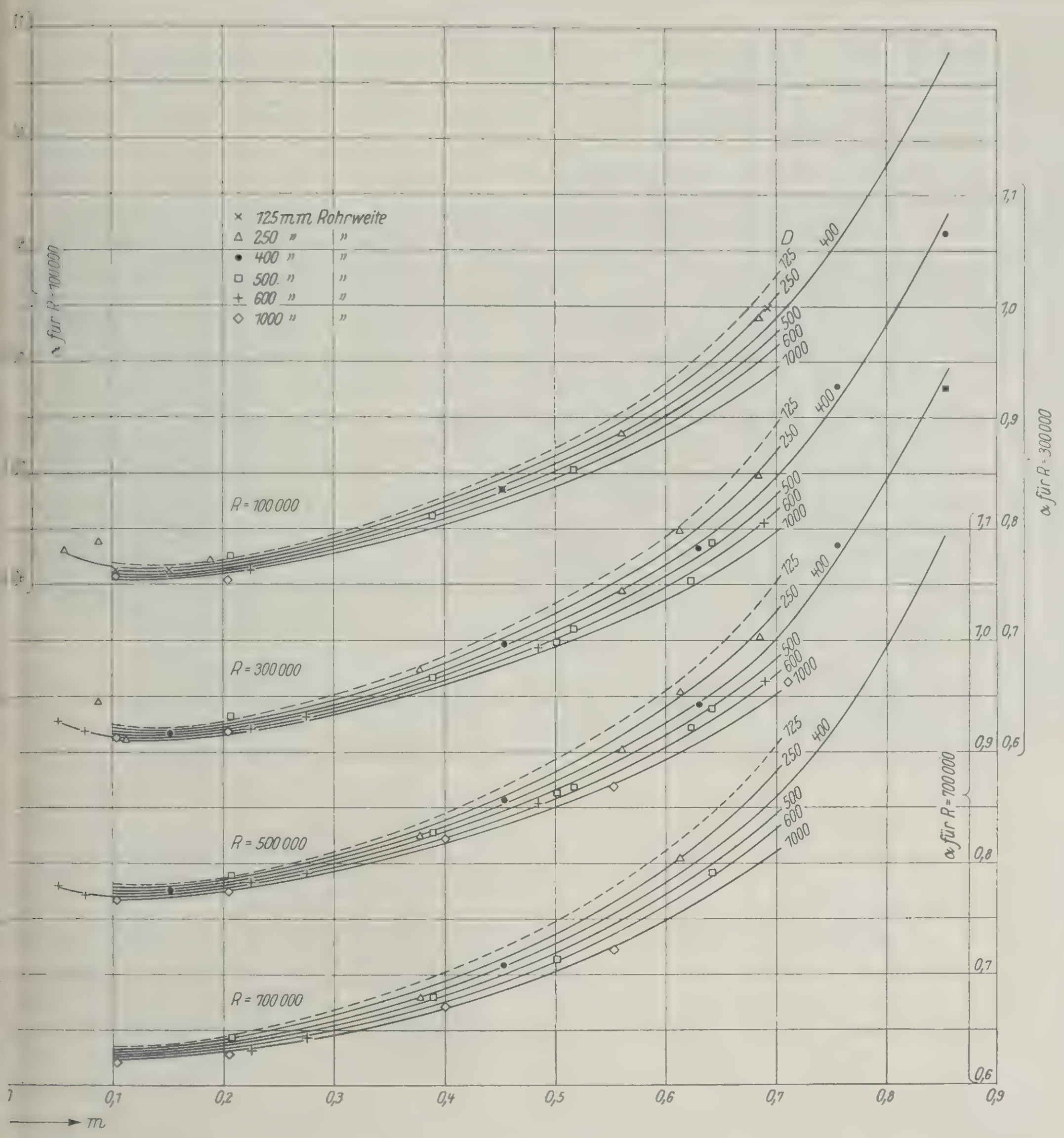


Abb. 3
Durchflußzahlen von Normalstaurändern (nach den Reynoldsschen Zahlen $R = \frac{w\,d}{\nu}$ geordnet).

…me von α mit der *Reynoldsschen* Zahl haben auch …*vist* sowie *Hodgson* bei Versuchen mit Dampf und ver…iedenen Flüssigkeiten gefunden. Sie wäre der Zunahme … den Düsen analog.

Zum Zwecke bequemer Interpolation von α haben wir … Abb. 3 einerseits für konstante *Reynoldssche* Zahlen … veränderliche Rohrdurchmesser und anderseits für kon…nte Rohrdurchmesser und veränderliche *Reynoldssche* …len Kurven gleichen Öffnungsverhältnisses entwickelt. …ner haben wir α abhängig von der nicht auf die Stau…dweite, sondern auf die Rohrweite bezogenen *Reynolds*…*n* Zahl dargestellt und schließlich eine zuerst von …*nsch* vorgeschlagene graphische Darstellung gebracht, die … Berechnung von Staurändern für gegebene Rohrleitung … Strömung besonders geeignet ist. Bezüglich all dieser …stellungen sei auf die ausführliche Veröffentlichung …wiesen, ebenso bezüglich unserer Messungen des Druck…kgewinnes hinter Staurändern. Nach diesem gilt für …rschlägige Berechnungen die von *Kretzschmer* angege…e bequeme Merkregel: Der Druckrückgewinn hinter …em Staurand ist numerisch gleich seinem Öffnungsver…tnis. Diese Feststellung hat sich auch bei Messungen, … *Schütt*[8]) mit Wasser an Düsen ausgeführt hat, be…igt.

…*Witte*[7]) hat auch Durchflußzahlen von Staurändern ge…ssen und einen ähnlichen Einfluß des Rohrdurchmessers …unden wie wir, dagegen keine Zunahme von α mit der …*noldsschen Zahl*. Seine Durchflußzahlen steigen ferner … dem Öffnungsverhältnis schwächer an als die unsrigen … liegen daher im allgemeinen tiefer als diese, bei den …ßten Öffnungsverhältnissen um 5 vH und mehr. Wir nehmen an, daß diese Unterschiede zum großen Teil davon herrühren, daß wir relativ rauhere Rohre hatten, was sich besonders bei großen Öffnungsverhältnissen geltend machen muß. Aber auch ein Einfluß des strömenden Mittels (Luft bei unseren, Wasser und Wasserdampf bei *Wittes* Versuchen) ist wohl denkbar; wir verweisen hierzu auf die Untersuchung von *Odqvist*.

Dafür, daß bei größerem Öffnungsverhältnis die Durchflußzahlen für Luft höher liegen als für Wasser und Dampf, spricht auch, daß die von *Witte* in seiner Abb. 40 aufgezeichnete Kurve der Durchflußzahl nach *Seiferheld*, die aus zahlreichen Luftmengenmessungen mittels eines Gasbehälters an 800 und 1000 mm weiten Rohren gefunden sein soll, in ihrem ganzen Bereich von $m = 0{,}25$ bis $m = 0{,}6$ mit sämtlichen Kurven für 1000 mm Rohrweite unserer Abb. 3 im Rahmen der von uns für Stauränder beanspruchten Toleranz der Durchflußzahlen von ± 2 vH übereinstimmt.

Es muß weiteren planmäßigen Versuchen vorbehalten bleiben, die Einflüsse der Rohrrauhigkeit und der Art des strömenden Stoffes auf die Durchflußzahlen von Düsen und Staurändern genauer festzustellen. Bis dahin wird man unsere aus Versuchen mit Luft und betriebsrauhen Rohren ermittelten Durchflußzahlen mit den angegebenen Toleranzen wohl auch für andere Gase, für Rohrdurchmesser von mehr als 1000 mm l. W. und für *Reynoldssche* Zahlen $R > 1\,000\,000$ verwenden können. Dagegen dürfen sie nicht auf $R < 50\,000$ extrapoliert werden. [M 2917]

Zur Frage der Düsen- und Staurandmessung sind weitere Beiträge von Dr. *R. Witte*, Ludwigshafen sowie von Dr.-Ing. *H. Mueller* und Dipl.-Ing. *H. Peters*, Göttingen, bei der Schriftleitung eingegangen, die im nächsten Heft erscheinen werden.

[8]) *H. Schütt*, Mitt. d. Hydraul. Instituts der Techn. Hochschule …chen, Heft 1 (1926) S. 42.

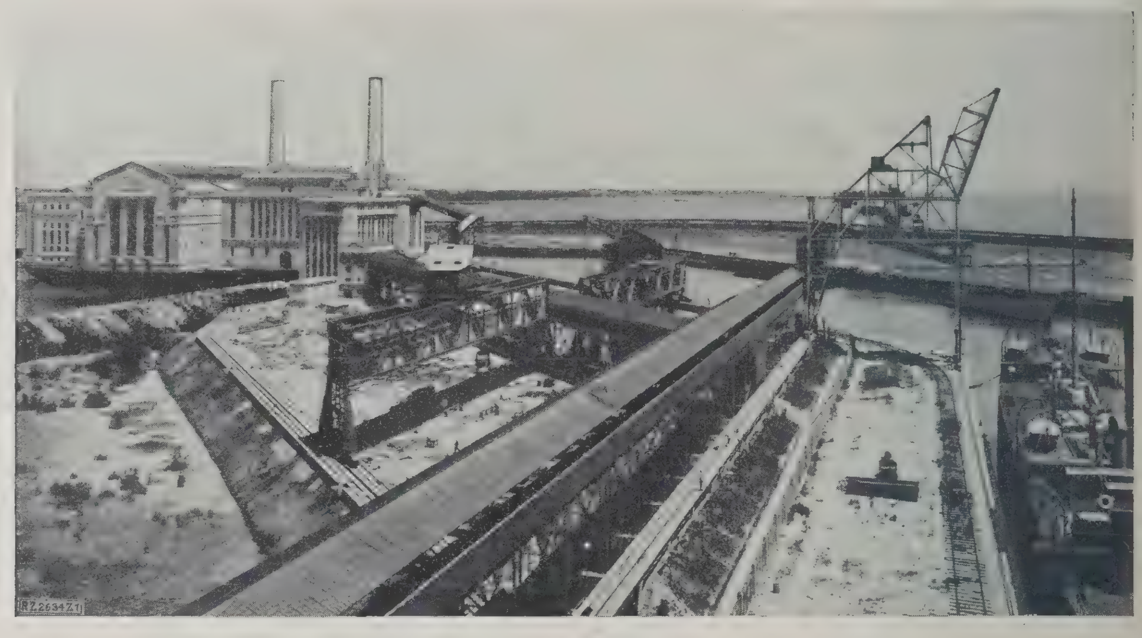


Abb. 1. Kohlenverladeanlage für das neue Elektrizitätswerk von Buenos Aires.

RUNDSCHAU

Fördertechnik

Kohlenverladung im Hafen von Buenos Aires

Über die neuen Hafenanlagen von Buenos Aires, die ausschließlich mit Hebezeugen deutscher Herkunft ausgerüstet sind, wurde bereits in den VDI-Nachrichten kurz berichtet[1]). Kürzlich ist nun auch das neue Elektrizitätswerk von Buenos Aires in Betrieb genommen worden; es ist mit einer nach neuzeitlichen Gesichtspunkten erstellten Kohlenverladeanlage ausgerüstet, die gleichfalls aus deutschen Werkstätten hervorgegangen ist. Diese Anlage stellt eine geschickte Vereinigung von Hubförderern und stetigen Förderern dar, bei der die Vorteile beider Fördermittel voll zur Geltung kommen, Abb. 1. Sie besteht aus zwei am Kai fahrenden Verladekranen mit Drehlaufkatzen, zwei den Lagerplatz überspannenden Verladebrücken von je 75 m Spannweite und einer umfangreichen Förderbandanlage mit insgesamt 1000 m Förderlänge.

Die beiden Uferkrane fördern die Kohlen aus den Schiffen auf zwei parallel zum Ufer verlegte Förderbänder. Zwei weitere Bänder fördern sie weiter quer über den 100 000 t fassenden Lagerplatz unmittelbar zur Brechanlage, Abb. 2. In der Brechanlage werden die Kohlen zerkleinert; sie gelangen dann über ein ansteigendes Band, in das eine selbsttätige Waage eingebaut ist, zu einem Magnetscheider und von diesem in die Kohlenmahlanlage. Wenn der Lagerplatz beschickt werden soll, werden die Kohlen von den Querbändern auf die in den Brücken liegenden Bänder übergeführt und von diesen an beliebiger Stelle auf den Lagerplatz gestürzt. Sollen die Kohlen vom Platz aufgegriffen und der Mahlanlage zugeführt werden, so treten die auf den Brücken fahrenden Greiferdrehkrane in Tätigkeit. Sie fördern die Kohle in die Brückenbunker, die sie wieder mit Hilfe einer Aufgebevorrichtung den Brückenbändern zuführen. Diese leiten sie den zur Brechanlage und weiter über die Waage und Magnetscheider zur Mahlanlage führenden Bändern zu.

Die Mahlanlage kann mit mindestens 200 t/h Kohlen beschickt werden. Auf eine spätere Erweiterung auf die doppelte Leistung und doppelte Lagerplatzgröße ist Rücksicht genommen. [M 2634]

[1]) VDI-Nachrichten (1928) Nr. 31 S. 3.

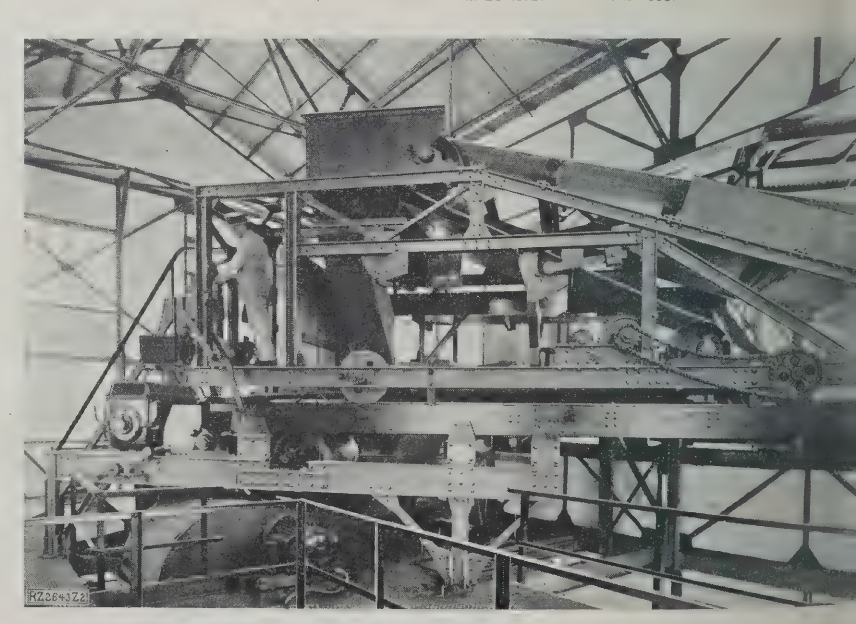


Abb. 2. Abwurfanlage des Gurtförderers 4 im Brecherhaus.

Metallhüttenwesen

Das neue Kupferwalzwerk im Kabelwerk Obersp[ree]

Im Kabelwerk Oberspree der Allgemeinen Elektr[izi]täts-Gesellschaft, Berlin, in dem etwa ein Sechstel des [ge]samten Kupferverbrauchs in Deutschland verarbeitet w[ird,] ist ein neues Kupferwalzwerk, Abb. 3, in Betrieb gen[om]men worden[1]). Vom Glühofen bis zur Fertigstraße arbei[tet] das Walzwerk vollkommen selbsttätig; es kann im J[ahr] bei Dreischichtbetrieb etwa 180 000 t Kupfer verarbei[ten.] Die Kupferbarren werden vom Lagerplatz auf dem Hof [vor] dem Fabrikgebäude mittels eines Kranes zu der Einsch[ub]öffnung des Ofens gebracht und durchwandern den n[ach] der Auslaufseite geneigten, mit Gas gefeuerten Ofen. Im H[erd] befinden sich dauernd etwa 150 Barren, so daß die Anwä[rm]zeit für die Barren bei 15 m Ofenlänge rd. ¾ h beträ[gt.] Die Ofentemperatur wird durch Pyrometer fortlaufend üb[er]wacht.

Die Drahtstraße besteht aus einer Vorstraße, ei[ner] Mittelstraße und der Fertigstraße. In der Vorstraße [...] zwei 450er Gerüsten, denen drei Flachwalzgerü[ste]

[1]) Z. f. Metallk. Bd. 21 (1929) Heft 4 S. 113.

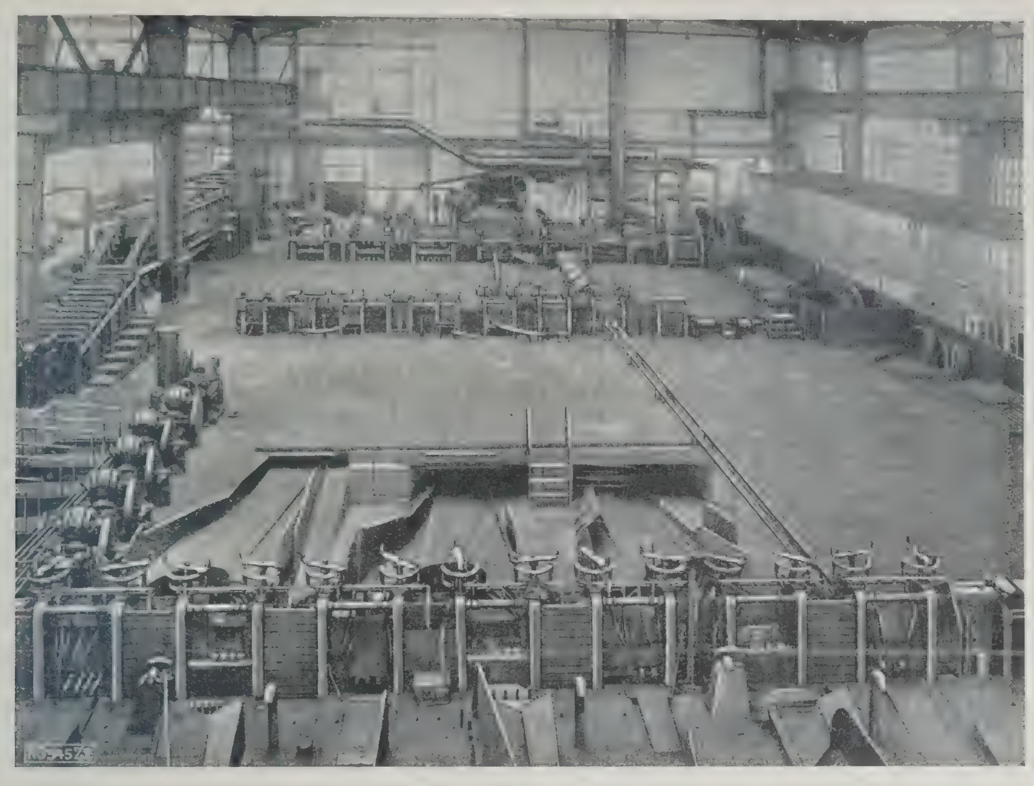


Abb. 3
Das neue Kupferwalzwerk im Kabelwerk Oberspree der AEG.

ıngegliedert sind, wird der Barren, der zur Vorwalze mit-:els eines Rollganges befördert wird, auf einen ovalen Quer-schnitt von 43 × 14 mm² umgeformt. Die Walzarbeit wird ınter Verwendung von Wipptisch, Umführungen und Kant-vorrichtungen fast selbsttätig durchgeführt. Von der Vor-straße gelangt das Walzgut in einer Laufrinne zur Mittel-straße, von wo es ebenfalls mittels einer Laufrinne zur Fertigstraße weiterbefördert wird. Die Fertigstraße besteht ıus acht Gerüsten von 250 bis 290 mm Walzendurchmesser. Im allgemeinen laufen vier Drähte, höchstens sechs Drähte, gleichzeitig durch das letzte Gerüst. Sechs Edenborn-Haspel mit elektrischem Einzelantrieb nehmen den fer-igen Draht auf. Der fertige Ring wird auf eine Förder-vorrichtung geschoben und wandert unmittelbar zum Lager-platz oder zur Beize. Die Beförderung der Drahtringe zur Beize und auch zum Lager ist vollständig mechanisiert.

Die Schlingenkanäle auf der Quadratseite der Fertig-straße sind 32 m, auf der Seite für ovalen Querschnitt 42 m ang. In den Schlingenkanälen befinden sich Schrott-ıaspel, so daß bei Störungen der Schrott nach unten ge-zogen und gebündelt werden kann. Das Walzwerk wird elektrisch angetrieben. Die Motoren hat man reichlich stark gewählt, um den Anforderungen einer steigenden Belastung gewachsen zu sein. Die Vorstraße wird durch einen 736 kW-Motor mit 120 U/min angetrieben. Die Mittelstraße hat einen 736 kW-Motor für 320 U/min. Diese Drehstrommoto-ren sind für 6000 V gewickelt; zur Verbesserung des Lei-stungsfaktors sind an diese Motoren Phasenschieber an-geschlossen. Die Fertigstraße wird durch einen unmittel-bar gekuppelten 1000 kW-Motor ohne Phasenschieber mit 190 U/min angetrieben. [M 3003] *Gw.*

Lichtbildtechnik

Neuer Schwingständer für photographische Kammern

Das Lichtbildwesen ist mit seinen verschiedenen Ver-fahren für die Illustrations- und Drucktechnik ein unent-behrliches Hilfsmittel geworden. Es gewinnt jedoch auch in der allgemeinen Technik und den ihr verwandten Ge-bieten immer mehr an Bedeutung. Nach außen hin tritt diese Bedeutung dadurch in die Erscheinung, daß die Indu-strie heute dazu übergeht, das Lichtbild in größerem Umfang als Werbemittel für ihre Erzeugnisse zu verwerten.

Anderseits ist das Lichtbild und im besonderen die Re-produktionstechnik geeignet, zeitraubende, umständliche und kostspielige Verfahren zu ersetzen. Das Umzeichnen einer Zeichnung oder eines Planes auf kleineren oder größeren Maßstab, das Abschreiben eines seltenen Buches, eines wichtigen Dokumentes oder einer Handschrift und ähnliche Arbeiten können meist einfacher, billiger und schneller photographisch ausgeführt werden.

Die für die Lichtbildtechnik erforderlichen Vorrich-tungen werden deshalb heute sehr beachtet. Das in Abb. 4 dargestellte Aufnahmegerät ist mit einem neuartigen Schwingständer ausgerüstet. Die bisher übliche Verwen-dung eines auf Federn ruhenden zweiholmigen Holzrah-mens für den Aufbau von Kammer und Aufnahmebrett hat man hier aufgegeben und durch eine Eisenkonstruktion er-setzt. Auf zwei Böcken *a* ruht unter Zwischenschaltung je einer kräftigen Schraubenfeder *b* ein in Dreieckkonstruk-tion ausgebildetes Einholmsystem *c*, auf dem in drei Schienen die verschiebbare Aufnahmekammer *d* geführt wird.

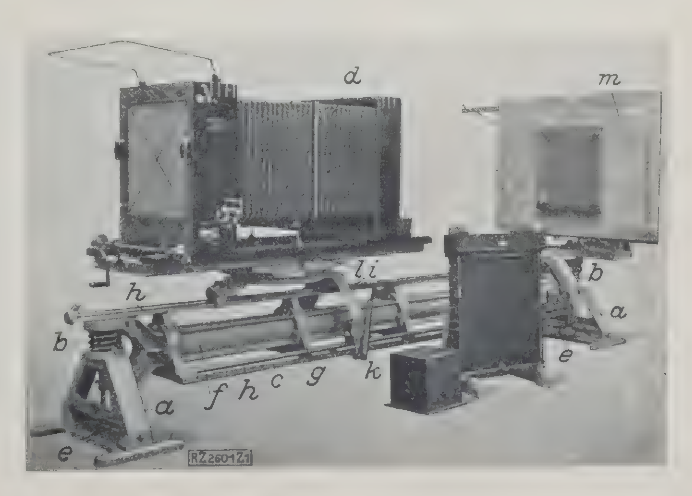
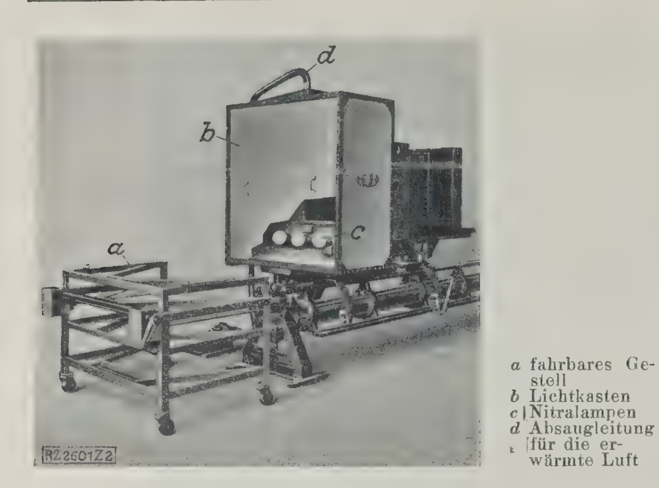


Abb. 4
Photographisches Aufnahmegerät mit eisernem Schwingständer von Hoh & Hahne, Leipzig.

a Böcke	*g* Dreieckstück
b Schraubenfedern	*h* Wagenführungen
c Tragholm	*i* Wagen
d Aufnahmekammer	*k* Feststellung des Wagens
e Schraubenfedern	*l* Feststellung der Kammer
f Rohr	*m* Aufnahmebrett



a fahrbares Gestell
b Lichtkasten
c Nitralampen
d Absaugleitung für die erwärmte Luft

Abb. 5
Lichtkasten in Verbindung mit einem Reproduktionsgerät auf eisernem Schwingständer.

Zur Dämpfung etwaiger Schwingungen um die waagerechte Längsachse des Trägers sind im Unterteil der beiden Endböcke *a* je zwei Federn *e* angebracht. Die beiden Federn fassen gemeinsam das untere Ende eines senkrechten Bolzens, der in dem gabelförmig ausgebildeten Ende des Tragholmes sitzt. Der Tragholm selbst besteht aus einzelnen mit Längsrippen und Flanschen versehenen Rohren f, die unter Zwischenlage je eines Dreieckstückes *g* an den Flanschen verschraubt sind. Die Dreieckstücke tragen zur Versteifung des Systems Längsstreben und die zur Wagenführung dienenden Schienen *h*.

Die vorliegende Ständerausführung läßt darauf schließen, daß man versucht, von den gerade hier oft unangenehm bemerkbaren Eigenschaften des Holzes wie Verziehen usw. wenigstens teilweise unabhängig zu werden. Anderseits zeigt der Ständeraufbau, daß man beginnt, bewährte Konstruktionselemente des allgemeinen Maschinenbaus auch in der lichtbildtechnischen Industrie nutzbar zu machen und bestrebt ist, von der kostspieligen Einzelanfertigung frei zu werden. Der Ständer kann den verschiedenen Kammergrößen und Verwendungszwecken angepaßt, durch Anflanschen einzelner Rohrstücke verlängert werden und stellt ein bemerkenswertes Beispiel dar, wie man durch Aufbau von Normteilen die Herstellung vereinfachen und verbilligen kann.

Das durch den Ständer mit der Kammer starr verbundene Aufnahmebrett *m* kann durch einen Segmenttrieb und sechs auf der Rückseite des Brettes sitzende Einstellschrauben planparallel zur Mattscheibenfläche ausgerichtet werden. Genaue Planparallelität ist dann notwendig, wenn man mit Objektiven von kurzer Brennweite arbeitet, da hierbei der Abstand zwischen Objektiv und Aufnahmebrett gering wird. Auf dem Aufnahmebrett ist ein Rahmen befestigt, in dem kleinere Zeichnungen oder Bilder hinter einer Glasscheibe aufgenommen werden können.

Bei Anfertigung von seitenrichtigen, verkleinerten oder vergrößerten Aufnahmen von Zeichnungen, Bildern oder Schriftstücken unmittelbar auf lichtempfindliches Papier schwenkt man die Kammer wie üblich um 90 ° und versieht sie mit einem Umkehrprisma oder Metallumkehrspiegel.

Zur Herstellung von Vergrößerungen wird mit Hilfe eines fahrbaren Gestelles *a*, Abb. 5, der Lichtkasten *b* an die Kammer herangeschoben, aufgesetzt und an Stelle der Mattscheibe mit dem Kammerbalg verbunden. Der Kasten besteht aus einem Eisenrahmen, der mit Aluminiumblechfüllungen versehen und innen mit Asbest ausgeschlagen ist.

Die der Kammer zugewendete Kastenwand zeigt einen Ausschnitt, in den die zu vergrößernden Negative eingesetzt werden. Der durch das Negativ nicht ausgefüllte Teil des Ausschnittes wird durch je zwei senkrecht und waagerecht verschiebbare Blenden abgedeckt. Um den Ausschnitt sind 16 Nitralampen *c* mit einer Gesamtlichtstärke von 13 600 Kerzen gleichmäßig verteilt angeordnet. Das Licht fällt auf die körnig-mattweiß gestrichene, mit einer Gummi-Asbest-Mischung abgedeckte Rückwand des Lichtkastens, von wo es als diffuses Licht durch das Negativ und Objektiv auf das Aufnahmebrett geworfen wird. Bei Verwendung des Lichtkastens muß der Aufnahmeraum verdunkelt werden. Die über dem Lichtkasten sichtbare Rohrleitung *d* dient zum Absaugen der erwärmten Luft.

Berlin [M 2601] *O. Hollbach*

Werkstoffprüfung

Über Drahtseile

Dr.-Ing. *A. Pomp* und Dipl.-Ing. *W. Knackstedt* berichten[1]) über Versuche mit Stahldrähten, aus denen hervorgeht, daß sich im Bereich von 0,35 bis 0,84 vH C die mechanischen Eigenschaften der Stahldrähte durch Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes sowie der Ziehtemperatur (bis 300 °) hinsichtlich der Zugfestigkeit, Streckgrenze und besonders hinsichtlich des Elastizitätsmaßes verbessern lassen.

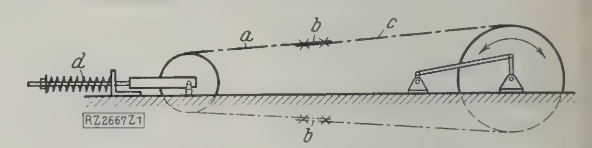


Abb. 6
Schematische Darstellung der Seilprüfmaschine.
a das zu prüfende Seil *b* Seilschlösser *c* Treibseil
d Feder für die Erzeugung der Seilspannung

Weitere Versuchsergebnisse, die für die Herstellung von Drahtseilen wichtig sind, findet man in einem Bericht[2]) über englische Versuche mit Drahtseilen von 25 mm Dmr. und verschiedener Ausbildung, die vom Drahtseil-Untersuchungsausschuß der Institution of Mechanical Engineers ausgeführt worden sind. Gemessen wurde die Zahl der Biegungen bis zum Bruch, wenn ein Seil bei verschiedener Seilspannung über eine Scheibe vom Durchmesser *D* hin und her bewegt wird, Abb. 6. Es wurden verschiedene Scheiben benutzt, die die Durchmesser $D =$ 152, 254, 355 und 457 mm hatten. Am besten war im Versuchsbereich ein im Längsschlag aus saurem Siemens-Martinstahl hergestelltes Seil (Nr. 11 des Versuchsberichtes), bestehend aus 6 Litzen mit 12 Drähten von 0,5 mm Dmr. und einer Hanfeinlage in jeder Litze. Die Zahl *n* der Biegungen bis zum Bruch läßt sich, wie ich mit Hilfe der Abb. 7 festgestellt habe, in diesem Fall ziemlich genau durch die Gleichung

$$n = 230 \left(\frac{D^2}{p}\right)^{1,43}$$

wiedergeben. Hierbei bedeutet *p* die Seilspannung in kg beim Versuch.

Ein andres im Längsschlag hergestelltes Seil (Nr. 13 des Versuchsberichtes) aus 6 Litzen, jedoch mit 19 Drähten von 0,5 mm Dmr. in jeder Litze (12 als Außenlage, 6 als Mittel- und 1 Draht als Innenlage) war wegen der Drahteinlage steifer und ergab daher nur etwa ⅔ der Biegungen bis zum Bruch. Es gilt also hierfür angenähert die Gleichung

$$n = 153 \left(\frac{D^2}{p}\right)^{1,43}$$

[1]) „Stahl und Eisen" Bd. 48 (1928), S. 1706.
[2]) Ebenda S. 1717.

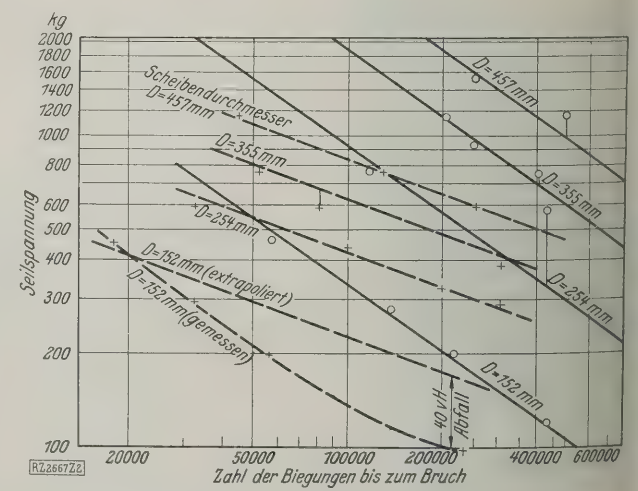


Abb. 7
Abhängigkeit der Dauerbiegezahlen von der Belastung bei verschiedenen Scheibendurchmessern, dargestellt mit Hilfe logarithmischer Koordinaten.
——— Seil Nr. 11, in Längsschlag ausgeführt
– – – – Seil Nr. 12, in Kreuzschlag ausgeführt

Ein im **Kreuzschlag** hergestelltes Seil (Nr. 12) mit Hanfeinlage, im übrigen wie das beste Seil der Versuchsreihe (Nr. 11), ergab besonders bei höheren Seilspannungen und kleinen Scheibendurchmessern kleinere Biegezahlen als das im Längsschlag hergestellte Seil Nr. 11, Abb. 7. Die im Kreuzschlag hergestellten Seile haben jedoch gegenüber den im Längsschlag hergestellten den Vorteil, daß sie bei Verdrehungen nicht so sehr zu bleibenden Verwindungen neigen; mit dieser Steifigkeit steht die Erscheinung einer geringeren Dauerbiegefestigkeit bei kleinen Scheibendurchmessern und hohen Belastungen offenbar im Zusammenhang. Die Versuchsergebnisse des im Kreuzschlag hergestellten Seiles Nr. 12 lassen sich für die Scheibendurchmesser von 254, 355 und 457 (152 mm Dmr. fällt heraus) durch die Gleichung

$$n = 52\,000 \left(\frac{D^{1,136}}{p}\right)^{2,78}$$

angenähert wiedergeben. Jedenfalls gibt die von mir für Abb. 7 gewählte logarithmische Auftragung eine gute Übersicht über das Verhalten der verschiedenen Seile.

Die Ermittlung solcher Gleichungen aus Logarithmischen Darstellungen, wie Abb. 7, soll im folgenden kurz erläutert werden: Wegen der logarithmischen Teilung gilt

$$\log p = \log f(D) - m \log n$$

oder

$$\log n = \frac{1}{m}\,[\log f(D) - \log p].$$

In dieser Gleichung sind n und p aus den Versuchen bekannt und m erhält man aus der Neigung der Parallelen in Abb. 7, so daß man Werte für log f (D) berechnen kann. Ergeben diese, wenn man sie über log D aufträgt, auch eine Gerade, so gilt

$$\log f(D) = \log C + r \log D$$

oder

$$f(D) = C\,D^r.$$

Damit wird

$$n = C^{\frac{1}{m}} \left(\frac{D^r}{p}\right)^{\frac{1}{m}}$$

oder mit $C^{\frac{1}{m}} = a$

$$n = a \left(\frac{D^r}{p}\right)^{\frac{1}{m}}.$$

Berlin [M 2667] *W. Schmidt*

Kleine Mitteilungen

Hochdruck-Dampfkraftwerke in Amerika

In einer Sitzung des Bezirksvereins Philadelphia der American Society of Mechanical Engineers teilte *P. W. Swain* eine Zusammenstellung von fertigen oder noch im Bau befindlichen Industrie-Dampfkraftwerken in den Vereinigten Staaten und Kanada mit, die mit Dampfdrücken von mehr als 21 at arbeiten. Danach haben 68 Kraftwerke Dampfdrücke von 21 bis 28 at, 67 von 28 bis 42 at, 6 von 42 bis 70 at und 5 von 70 at und mehr. Den höchsten Dampfdruck von 126 at findet man bei dem noch im Bau befindlichen Kraftwerk der Philip Carey Mfg. Co., Lockland, Ohio, das mit zwei Dreifach-Expansions-Dampfmaschinen der Firma A. Borsig, Berlin-Tegel, ausgerüstet werden soll[1]).

Die Anzahl der Dampfkraftwerke für die öffentliche Stromversorgung mit mehr als 28 at Dampfdruck, die seit 1924 in den Vereinigten Staaten gebaut oder entworfen wurden, beträgt 41. Davon haben 25 Kraftwerke bis 42 at, 9 bis 85 at und 7 85 at und mehr. Die höchste Dampftemperatur dieser Werke beträgt rd. 400 °. Die Detroit Edison Co. hat jedoch kürzlich in England für das Kraftwerk Delray eine zweigehäusige Dampfturbine bestellt, die Dampf von 25,6 at und rd. 550 ° verarbeiten soll. („Power“ 28. Mai 1929 S. 854, 858 und 909*) [N 3201 a] *Le.*

[1]) Vergl. VDI-Nachrichten Bd. 8 (1928) Nr. 47.

Staudamm in Nord-Carolina

In Nord-Carolina ist ein großes Wasserkraftwerk im Entstehen. Die Anlage besteht aus einem Staudamm, einem 46 km langen Stollen, der das Staubecken mit dem Krafthaus verbindet, und einem Kraftwerk bei Waterville von 100 000 kW Leistung.

Der in einer engen Felsschlucht am Pigeonfluß gelegene Staudamm mit einer freien Fallhöhe von rd. 55 m ist in Halbkreisform mit rd. 92 m Halbmesser erbaut. Seine Bauhöhe beträgt vom Fuß bis Oberkante Torpfeiler 61 m, seine Dicke am Fuß 12,3 m, am Kopf 4,9 m. 14 elektrisch betriebene Torschleusen regeln den Wasserabfluß. Die Bauverhältnisse waren besonders schwierig, weil das Gebirge dort fast unersteigbar ist, außerdem kein Sand zur Verfügung stand und man als Baustoff eine Mischung von Zement mit verschieden fein zerstoßenem Fels verwenden mußte. Der Staudamm ist nunmehr fertiggestellt und man beabsichtigt, die Anlage in der zweiten Hälfte des Jahres in Betrieb zu nehmen. („Engineering News-Record“ 6. Juni 1929 S. 894*) [N 3201 b] *Bl.*

Neue Vorortstrecken der englischen Südbahn mit elektrischem Betrieb

Die englische Südbahn-Gesellschaft hat ein umfangreiches Bauprogramm beschlossen. So werden insgesamt rd. 80 km Gleislänge ihrer Vorortbahnen auf elektrischen Betrieb umgestellt werden. Es sind dies die Strecken Hounslow – Windsor, Dartford – Gravesend und Wimbledon – West Craydon. Die Kosten dieses Umbaus, der bereits im Sommer 1930 ausgeführt sein soll, betragen rd. 20 Mill. Nach der Fertigstellung werden 1300 km Gleislänge der Vorortbahnen der Südbahn-Gesellschaft elektrisch betrieben sein. („The Engineer“ 14. Juni 1929 S. 643) [N 3201 c] *Ro.*

Gegossene Rahmen für Kraftwagen

In Frankreich stellt die Firma Fonderies et Forges de Crans für die Firma de Lavaud aus einer Aluminiumlegierung mit 13 vH Si gegossene Rahmen für Kraftwagen her. Der in Abb. 1 von unten gezeigte Rahmen wiegt 165 kg und ist 3696 mm lang und 1143 mm breit. Die Wanddicke des Gußstückes beträgt rd. 5 bis 10 mm. Bei einer Belastung des Rahmens mit 3 t betrug die Durchbiegung rd. 5 mm. Die metallische Legierung wird nach Veredelung durch Zusatz eines Alkalimetalles in grünen Formen vergossen. In Deutschland hat die Metallgesellschaft, Frankfurt a. M., ähnliche Gußstücke aus Silumin hergestellt[1]). („The Foundry“ 1. Juni 1929 S. 461*) [N 3201 d] *Gw.*

[1]) Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 14.

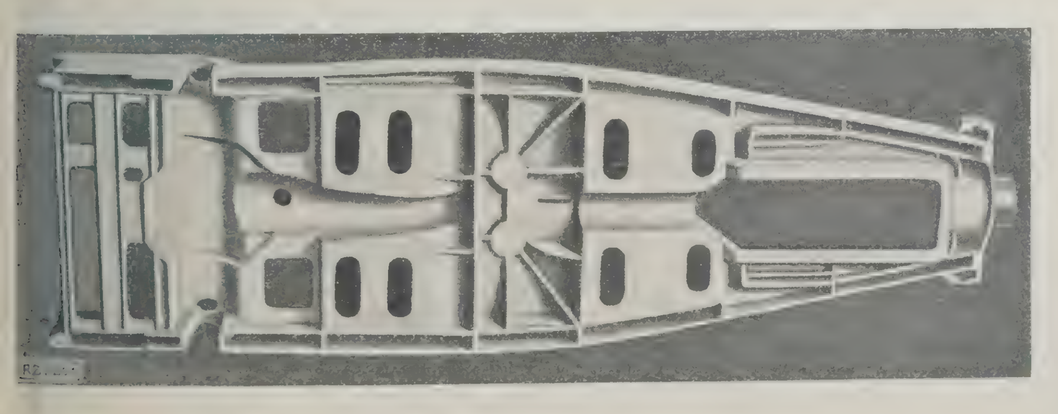


Abb. 1
Aus einer Aluminiumlegierung gegossener Rahmen für Kraftwagen

Kabelstörungen

Die Commonwealth Edison Co., Chikago, hat die Ursachen und die Häufigkeit der Störungen an Starkstromkabeln in Amerika eingehend untersucht. Danach hatte das Jahr 1926 die größte Zahl von Störungen, nämlich rd. 17 auf je 160 km Kabellänge; im Jahre 1928 ist diese Zahl zwar auf 12 gesunken, aber immer noch recht hoch. Für hohe Spannungen bevorzugt man in neuerer Zeit Einleiter- und ölgefüllte Kabel; allgemein zieht man die H-Kabel[1]) vor. Im Jahre 1928 war die Zahl der Störungen auf je 160 km Kabellänge bei Einleiterkabeln um 30 vH niedriger als bei verseilten Dreileiterkabeln. („Electrical World“ 1. Juni 1929 S. 1093*) [N 3201 e] *Pa.*

[1]) Vergl. Z. Bd. 72 (1928) S. 847.

Drehrohrofen mit neuartiger Klinkerkühlung

Die Firma Vickers-Armstrong baut einen Drehrohrofen mit einem Rekuperator, der die früher übliche, unter dem Drehrohrofen liegende Kühltrommel für die Klinker entbehrlich macht und so den Aufbau der Anlage auf hohe Fundamente vermeidet. Der Klinker fällt durch die Öffnungen *b*, Abb. 2, in 12 oder mehr um das Hauptrohr *a* angeordnete Zylinder *c*, wo er im Gegenstrom durch Frischluft gekühlt wird. Die so vorgewärmte Luft dient als Verbrennungsluft im Ofen. („The Engineer“ 14. Juni 1929 S. 654*) [N 3201 f] *Schr.*

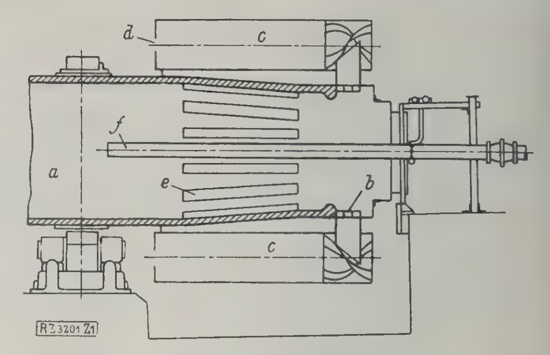


Abb. 2. Schnitt durch einen Drehrohrofen.
a Drehrohrofen *b* Bodenöffnungen *c* Kühltrommeln *d* Auslauf von *c* *e* Leitschaufeln *f* Brenndüse

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, liefert die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7. Ingenieurhaus (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 15204).

Junkers. Festschrift Hugo Junkers zum 70. Geburtstage. Gewidmet von *A. Berson, A. Gramberg, A. Kessner, O. Mader, A. Nägel* und seinen Mitarbeitern. Überreicht vom Verein deutscher Ingenieure. Berlin 1929, VDI-Verlag. 99 S. m. Abb. Preis 6 *RM*, für Mitglieder des V. d. I. 5,40 *RM*.

Persönlichkeit und Werk sind bei *Hugo Junkers*, der als Siebzigjähriger (3. Februar 1929) jugendfrisch, kampfesmutig und vorwärtsdrängend lebt und wirkt, untrennbar miteinander verbunden. Dem deutschen Ingenieur ein Beispiel zu geben von deutscher Wesensart, Werte zu schaffen, ist Zweck dieses Buches, wie *C. Matschoß* in dem Vorwort ausführt. *Junkers* Mitarbeiter, berufene Männer, schildern in eindrucksvoller Form die Gebiete, auf denen dieser schöpferische Ingenieur, Forscher und Wirtschaftler bahnbrechend gearbeitet hat. Die einzelnen Abschnitte behandeln den Schwerölmotor, die wärmetechnischen Arbeiten, und zwar die Entwicklung der Kalorimeter, der Warmwasserbereitungs-, der Heiz- und Lüftgeräte, Beispiele des Zusammenwirkens zwischen Konstruktion, Werkstoffwahl und Betrieb, die einen Einblick in die Forschungsarbeiten von *Junkers* geben, die Entwicklung des Ganzmetallflugzeuges und die Luftfahrt, in der sich das Flugzeug als Verkehrsmittel völkerverbindend auswirkt. Das Buch wird jedem vorwärtsstrebenden Ingenieur wertvoll sein. [E 3007] *Gw.*

Handbuch für Luftfahrt und Luftfahrt-Industrie. Herausgeb. *Erich Mehne*. 3. Aufl. Berlin 1929, Luftfahrt-Verlag. 360 S. m. Abb. Preis 5,80 *RM*.

Von dem Handbuch ist innerhalb ganz kurzer Zeit die dritte erweiterte Auflage erschienen. Bekannte Persönlichkeiten der Luftfahrt geben hier in leicht faßlicher Darstellung einen Überblick über das gesamte Gebiet mit Ausnahme der Militärluftfahrt und der ausländischen Zivilluftfahrt; diese wird in einer späteren Auflage aufgenommen. Zahlreiche Einzelberichte behandeln folgende Hauptabschnitte: Organisation, Luftpolitik, Wirtschaft und Technik des Luftverkehrs, Luftfahrtindustrie, Flugsport und Sondergebiete der Luftfahrt, Industrie und Verkehr im Dienste der Luftfahrt. [E 3006] *Gw.*

Handbuch des Grubenrettungswesens. Von *Gustav Ryba*. 1. Bd.: Brände und Grubenexplosionen. Leipzig 1929, Arthur Felix. 302 S. mit 147 Abb. Preis 24 *RM*.

Der vorliegende erste Band, der sich mit Bränden und Grubenexplosionen befaßt, ist in der Hauptsache auf den Erfahrungen aufgebaut, die Verfasser im böhmischen Braunkohlenbergbau sammeln konnte. Die gebrachten Forderungen sind daher nicht in allen Fällen ohne weiteres auf die für Deutschland besonders interessierenden Verhältnisse im westfälischen Bergbau zutreffend. So ist z. B. die für Schlagwettergruben geforderte grenzläufige Wetterführung trotz ihrer Vorteile wegen der hohen Kosten besonderer Wetterschächte an der Ruhr kaum zu finden. Das Buch enthält eine Reihe von Wiederholungen und bringt verschiedentlich nicht unmittelbar zum Thema gehörige Erörterungen. Z. B. scheinen Angaben über Feuerlöscher für Flugzeuge in einem Buch über Grubenrettungswesen überflüssig. In den Zahlentafeln VII und VIII sind Entzündungstemperaturen und Grenzen der Explosionsfähigkeit von Äther, Alkohol usw. angegeben, die besonders interessierenden entsprechenden Werte für Methan dagegen fehlen. Die auf S. 36 gebrachten Unterschiede zwischen Schwefeldioxyd und schwefliger Säure sind nicht zutreffend.

Für die deutschen Leser liegt der Wert des Buches darin, daß es eine Übersicht gibt über technische Neuerungen und Einzelheiten auf dem Gebiete der Feuerlöschgeräte sowie auf dem der Schlagwetter- und Kohlenoxydanzeiger. [E 3034] *Pr.*

Das Erdöl. Begründet von *C. Engler* und *H. Höfer*. 2. Aufl. Herausgeg. von *J. Tauß*. 3. Bd., 2. T.: **Lagerung und Transport des Erdöls und seiner Produkte zu Lande.** Von *Julius Swoboda*. Leipzig 1929, S. Hirzel. 256 S. m. 179 Abb. und 13 Taf. Preis 28 *RM*.

Als Teil des allgemeinen Werks „Das Erdöl“ gibt das reich ausgestattete Buch einen umfassenden Überblick über das Lagern in großen Behältern, das Versenden in Wagen, Fässern und Blechgefäßen, das Fördern in Leitungen und das Abzapfen an Straßen und auf Flugplätzen. Dabei erstreckt sich die Darstellung auf die Anlagen sämtlicher Länder, auf die Erdbehälter des Auslands und das ausgedehnte amerikanische Rohrleitungsnetz. Die eisernen Behälter mit den neuzeitlichen Vorrichtungen gegen Verdunstungsverluste und den Vorkehrungen gegen Brandgefahr, die auch in Deutschland ausgeführt werden, sind eingehend behandelt. Wesentlich kürzeren Raum nehmen die Straßenzapfstellen ein, besonders diejenigen ohne Verwendung von Schutzgas, die wegen der großen Zahl der Ausführungen wohl eine eingehendere Besprechung verdient hätten. Dagegen sind wieder sehr ausführlich die Angaben über Herstellung der Fässer und Blechgefäße gehalten, die in diesem Buch wohl kaum vermutet werden. Den Schluß bilden die amtlichen Sicherheitsvorschriften.
[E 3077] *R. Walther*

Nobel. Dynamit, Petroleum, Pazifismus. Herausgeg. von *H. Schück* und *R. Sohlman*. Übers. von *W. H. v. d. Mülbe*. Leipzig 1928, Paul List. 334 S. m. vielen Bildtaf. Preis 10 *RM*.

Alfred Nobel, der sein Lebenswerk durch die großzügigste aller Stiftungen krönte, der als Erfinder neuer und heute noch maßgebender Sprengstoffe dem Kriegshandwerk neue Vernichtungsmöglichkeiten gegeben hat, war Pazifist. Wer die Schilderung seines arbeitsreichen Lebens liest, lernt ihn nicht nur als Erfinder auf vielen Gebieten, als überlegenden Rechner, sondern auch als Menschen und Dichter kennen, durchlebt das selten reiche Leben dieses Mannes, der neben seinen 345 Patenten ein Vermögen von 33 Millionen hinterließ. Zahlreiche Beilagen (Patentaufzählungen, Briefwechsel, amtliche Protokolle, erste Be-

eibung der Nitroglyzerinherstellung, Aufzählung der l-Preisträger bis einschließlich 1927) machen auch Forscher das *Nobel*-Buch wertvoll.
: 3076] *E. Stenger*

stellung München 1927 „Das Bayerische Handwerk". ntlicher Bericht der Ausstellungsleitung. München 28, Verlag Deukula. 37 S. m. vielen Abb. Preis 8 *RM*.

Es liegt im Wesen der Ausstellung, daß sich ihre Wir-, mag sie auch noch so tief gewesen sein, nicht rnd gleichwertig festhalten läßt. Der vorliegende amt- Bericht der Ausstellungsleitung über die Ausstellung fünchen 1927 „Das Bayerische Handwerk" gibt noch al einen Überblick über die Entstehung, Organisation Durchführung dieser Ausstellung. Dem knappgefaßten folgen viele Abbildungen, die einen Überblick geben die bauliche und künstlerische Gestaltung der Werk-betriebe in der Ausstellung und auch einzelne Aus-ungsstücke wiedergeben.

Das Heft wird nicht nur für die alle, die mit der Aus-ung zu tun haben, wertvolle Anregungen geben, son- auch den Besuchern der Ausstellung ein erfreuliches nken an diese sein. [E 3095] *Ha.*

chriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotech-iker. 16. Aufl. Herausgeg. durch das Generalsekretariat s VDE. Berlin 1929, Julius Springer. 910 S. Preis *RM*.

buch für elektrische Eisenbahn-Beleuchtungsanlagen. Auftrage der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft ver-ßt von *Edmund Schütz* und *Gustav Wagner*. Berlin 29, Verkehrswissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft bei r Deutschen Reichsbahn. 110 S. m. 32 Abb. Preis 4 *RM*.

ffentlichungen der BEWAG. 2. Reihe 8. Bd.: **Jahr-ich der Verkehrsdirektion 1928.** Herausgeg. von Berliner ädtischen Elektrizitätswerke, A.-G. Berlin 1929. 118 S. 70 Abb. Nicht im Buchhandel.

enschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-onzern. 7. Bd. 2. H. Herausgeg. von der Zentralstelle r wissenschaftlich-technische Forschungsarbeiten des emens-Konzerns. Berlin 1929, Julius Springer. 322 S. Abb. Preis 30 *RM*.

eiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik. . Bericht: **Normen für die Herstellung von Zement-öhren.** Aufgestellt von der Kommission zur Prüfung s Verhaltens von Zementröhren in Meliorationsböden. nderdruck aus der „Schweizerischen Zeitschrift für raßenwesen" Jg. 1929. Zürich 1928, Eidgenössische aterialprüfungsanstalt an der E. T. H. 109 S. m. 60 Abb. eis 7,50 Fr.

Glocken-Ideal. Von *Hugo Löbmann*. Berlin 1928, Ver- der Germania A.-G. 118 S. Preis 3 *RM*.

Sammlung Vieweg. 97. H.: **Röntgenographische Werkstoff-Prüfung.** Von *Karl Becker*. Braunschweig 1929, Friedr. Vieweg & Sohn. 100 S. m. 76 Abb. Preis 7 *RM*.

Ubbelohdes Handbuch der Chemie und Technologie der Öle und Fette. 2. Aufl., 3. Bd., 1. T.: **Chemie, Analyse, Technologie der Fettsäuren, des Glycerins und der Türkischrotöle.** Herausgeg. von *Hans Heller*. Leipzig 1929, S. Hirzel. 392 S. m. 127 Abb. und 8 Taf. Preis 42 *RM*.

The Bituminous sands of Alberta. Von *K. A. Clark* und *S. M. Blair*. Report Nr. 18 des Scientific and Industrial Research Council of Alberta. 1. T.: Occurrence. 74 S. m. 11 Abb. — 2. T.: Separation. 36 S. m. 7 Abb. Edmonton 1927, University of Alberta.

Atlas der letzten Linien der wichtigsten Elemente. Von *Fritz Löwe*. Dresden und Leipzig 1928, Theodor Steinkopff. 44 S. m. 2 Abb. und 16 Taf. Preis 12 *RM*.

Neue Architektur der Großstädte. Herausgeg. von *Leopold Zahn*. 1. Bd.: **Berliner Architektur der Nachkriegszeit.** Von *E. M. Hajos* und *L. Zahn*. Mit einer Einführung von *E. Redslob*. Berlin 1928, Albertus-Verlag. 131 S. m. 157 Abb. Preis 16 *RM*.

Glas im Bau und als Gebrauchsgegenstand. Von *Arthur Korn*. Berlin 1929, Ernst Pollak. 254 S. m. 187 Abb. Preis 30 *RM*.

Der moderne Kraftwagen. Von *M. Peter*. 9. Aufl. Berlin 1929, Richard Carl Schmidt & Co. 888 S. m. 896 Abb. u. 3 Taf. Preis 20 *RM*.

Berichtigungen

Fünfzig Jahre elektrische Eisenbahn

In obigem Aufsatz in Z. Bd. 73 (1929) Nr. 20 S. 661 sind infolge von Druckfehlern falsche Zeitangaben entstanden. Es muß heißen: „Am 31. Mai vor 50 Jahren konnten . . ." statt „Am 1. Mai . . ."; ferner „Am 9. Juni 1879 hielt *Werner von Siemens* . . ." statt „Am 9. Mai . . .". [N 3185]

Neuere elektrische Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn

In Z. Bd. 73 (1929) Nr. 20 S. 673 ist bei Erwähnung der Krauß-Helmholtz-Gestelle auf Abb. 53 S. 690 des gleichen Heftes verwiesen. Dieser Hinweis trifft nicht zu, da diese Abbildung kein Krauß-Helmholtz-Drehgestell, sondern eine von diesem grundsätzlich verschiedene Bauart darstellt. [N 3184]

Neue Gefäßförderanlage bei der Ilseder Hütte

Die in dem Bericht in Z. Bd. 73 (1929) Heft 22 S. 770 beschriebene Anlage ist von der Skip Co. A.-G., Essen, entworfen worden. [N 3219]

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES

Wahlen und Beschlüsse der Versammlung des Vorstandsrates am 22. Juni 1929 in Königsberg i. Pr.

Wahlen

Neuwahl des Kurators

An Stelle des Herrn *Lippart*, der sein Amt als Kurator Gesundheitsrücksichten mit Ablauf dieses Jahres erlegt, wählte der Vorstandsrat den Beigeordneten orstand Herrn *Nägel*, Dresden, zum Kurator des Ver- deutscher Ingenieure vom 1. Januar 1930 ab.

Weitere Wahlen zum Vorstand

Der Vorstandsrat wählte als Vorsitzenden-Stellvertreter die Jahre 1930, 1931 und 1932 Herrn Strombaudirektor ng. E. h. *Otto Konz*, Stuttgart; als Beigeordnete im tand für die Jahre 1930, 1931 und 1932 die Herren: werksdirektor Dr.-Ing. E. h. *H. Lwowski*, Essen, und ktor *Ewald Moeller*, Osnabrück; als Beigeordneten im tand für die Jahre 1930 und 1931 Herrn Baurat *üster*, München.

Wahlausschuß

Als Mitglieder des Wahlausschusses für das Jahr von r Hauptversammlung 1929 bis zur Hauptversammlung 3 wurden gewählt die Herren: *Dopp*, Berlin; *Fischer*, ck; *Foedisch*, Ostpreußen; *Fröber*, Mannheim; *Hart-n*, Hannover; *Kloth*, Köln; *Titz*, Breslau;
ls stellvertretende Mitglieder die Herren: *Awe*, Teuto-: *Hemprich*, Westpreußen; *Oeser*, Lenne; *Schwiering*, Märk. B.-V.; *Thomas*, Berg; *Trost*, Leipzig; *Vetter*, Franken-Oberpfalz.

Der Vorstandsrat bestätigte die Zusammensetzung der ständigen Ausschüsse wie folgt:

Ausschuß für Berufsfragen

Blaum, Bremen *Lwowski*, Essen *Probst*, Weimar *Fröber*, Mannheim	bis Ende 1930	*Petersen*, Düsseldorf *Schirp*, Berlin *Claussen*, Hagen *v. Bonin*, Berlin	bis Ende 1932
Lohse, Hamburg, Vorsitzender *Jachmann*, Wetzlar *Roser*, Cannstatt *Krug*, Spandau	bis Ende 1931	*Haas*, Rheinfelden *Klein*, Offenbach *Lind*, Stuttgart *Rosdeck*, Düsseldorf *Volk*, Berlin	bis Ende 1933

Patentausschuß

Kuhlemann, Bochum, Vorsitzender; *Aumund*, Berlin; *Baer*, Breslau; *Berger*, Berlin; *Brandt*, Berlin; *Free*, Berlin; *Fritze*, Berlin; *Frölich*, Berlin; *Gehne*, Berlin; *Goeller*, Stuttgart; *Hammer*, Augsburg; *Hartmann*, Berlin; *Magnus*, Berlin; *Neumann*, Berlin; *Neumann*, Köln-Deutz; *Offenbacher*, Nürnberg; *Stein*, Berlin; *Treptow*, Berlin; *Weihe*, Frankfurt a. M.; *Wirth*, Frankfurt a. M.

Wissenschaftlicher Beirat

Petersen, Berlin *Köttgen*, Berlin	bis Ende 1930	*Möring*, Berlin *Plank*, Karlsruhe *Prandtl*, Göttingen *Schlesinger*, Berlin	bis Ende 1932
Föttinger, Berlin *Goerens*, Essen *Knoblauch*, München *Scholz*, Hamburg	bis Ende 1931		

Dem Wissenschaftlichen Beirat gehören ferner an Herr *v. Bach* als lebenslängliches Mitglied und der jeweilige Kurator als Vorsitzender.

Anträge

Antrag des Westfälischen B.-V. auf Änderung von Nr. 2 der Geschäftsordnung betr. Prüfung der Aufnahmegesuche durch die Geschäftstelle des Gesamtvereines

Der Vorstandsrat beschloß, Nr. 2 der Geschäftsordnung wie folgt zu ändern:

Absatz 3 erhält folgenden Wortlaut:

„Jede bei einem Bezirksverein erfolgende Anmeldung wird nach Prüfung der Unterlagen vom Vorstande des Bezirksvereines dessen Mitgliedern und der Geschäftstelle, letzterer durch Zusendung der 2. Ausfertigung des Anmeldebogens, mitgeteilt. Mit der Mitteilung an die Mitglieder und die Geschäftstelle sind die Namen der das Aufnahmegesuch unterstützenden Mitglieder bekanntzugeben. Die Geschäftstelle hat sich innerhalb drei Wochen zu dem Antrag zu äußern. Bei den unter § 9b benannten Personen ist vorher die Zustimmung des Vorstandes des Gesamtvereines einzuholen. Erfolgt innerhalb 4 Wochen kein Einspruch, so beschließt der Vorstand des Bezirksvereines über die Aufnahme. Die Aufnahme wird bekanntgegeben, wenn die Geschäftstelle dem Bezirksverein mitgeteilt hat, daß der Aufgenommene Eintrittsgeld und Beitrag bezahlt hat.“

Absatz 4 wird gestrichen.

In Absatz 7 werden die Worte:

„unter Einsendung des Anmeldebogens“

gestrichen.

Beschlußfassung über den Fortbest der Ingenieurhilfe

Der Vorstandsrat beschloß, die Ingenieurhilfe w bestehen zu lassen und § 13 der Satzung der Ingen hilfe dahin zu ändern, daß eine erneute Beschlußfas über den Fortbestand der Ingenieurhilfe erst nach je 10 Vereinsjahren erfolgen soll.

Ehrenzeichen

Der Vorstandsrat beschloß, von neuen Formen Auszeichnungen seitens des Gesamtvereines abzusehen den Bezirksvereinen, die ihrerseits besondere Ehrenzei einzuführen wünschen, nahezulegen, in erster Linie dienste um den Bezirksverein und nicht nur die Dauer Mitgliedschaft zu berücksichtigen.

Geschäftliches

Festsetzung des Beitrages 1930 für die Deutschland wohnenden Mitglieder

Der Vorstandsrat setzte den Beitrag 1930 für di Deutschland wohnenden Mitglieder in der gleichen I fest wie für 1929.

Haushaltplan

Der vorgelegte Haushaltplan wurde genehmigt.

Ort der Hauptversammlung 1930

Als Ort der Hauptversammlung 1930 wurde gewählt.

In Anbetracht der im Juni nächsten Jahres in B stattfindenden Weltkraftkonferenz soll die nächste Ha versammlung erst im Herbst stattfinden.

Außerhalb der Tagesordnung

Der Vorstandsrat beschloß, den scheidenden Kur Herrn *Lippart*, als Ehrengast zu den Versammlungen Vorstandsrates ständig einzuladen.

Wahlen und Beschlüsse der 68. Hauptversammlung in Königsberg am 23. Juni 1929

Ehrungen

Herr Geh. Baurat Dr.-Ing. E. h. *G. Lippart*, München, wurde zum Ehrenmitglied des Gesamtvereines ernannt.

Herrn Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. *Ludwig Prandtl*, Göttingen, wurde die Grashof-Denkmünze verliehen.

Bericht der Rechnungsprüfer — Genehmigung der Rechnung des Jahres 1928 — Entlastung des Vorstandes

Die Hauptversammlung genehmigte die Rechnung des Jahres 1928 und erteilte dem Vorstand und den Direktoren Entlastung.

Wahl zweier Rechnungsprüfer und ihrer Stellvertr für die Rechnung des Jahres 1929

Die Hauptversammlung wählte nach dem Vorsch des Vorstandsrates zu Rechnungsprüfern die Herren: *I ting*, Düsseldorf, und *Lind*, Stuttgart; zu Stellvertre der Rechnungsprüfer die Herren: *Wildegans*, Lübeck. *Wolff*, Hamburg.

Entgegennahme und Besprechung des Berichtes über Verhandlungen, Wahlen und Beschlüsse des Vorstandra

Eine Zurückverweisung der Beschlüsse des Vorsta rates erfolgte nicht. Die Beschlüsse des Vorstandsr sind daher als endgültig anzusehen.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Für die Schriftleitung verantw.: *C. Matschoß*, in Vertr. *K. Meyer*, Berlin NW 7 — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7

Blockscheren mit direktem elektrischen Arbeitsreglerantrieb.

Mitteilung der AEG.

Fortschritte, welche die AEG auf dem Gebiete der Jmkehr-Schützensteuerungen und der selbsttätigen Motorregelung erzielt hat, ermöglichten es, Scheren nit hin- und hergehender Bewegung der Messer ohne Kurbel-Exzenter oder Kniehebel-Getriebe und ohne Schwungrad zu bauen.

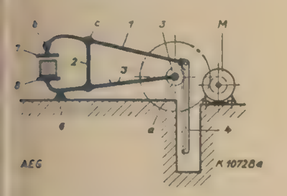


Bild 1. Blockschere Bauart Kalmag-Friederici, Anfangsstellung.

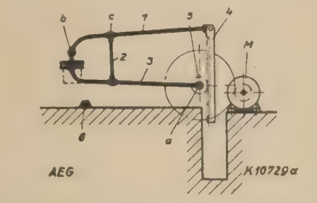


Bild 2. Blockschere Bauart Kalmag-Friederici, Endstellung.

Der Messerhub von Scheren dieser Art ist beliebig einstellbar. Trotzdem ein Schwungrad fehlt, wird doch mit einem geringen Spitzenstromverbrauch gearbeitet, so daß in den meisten Fällen direkter Netzanschluß zur Anwendung kommt. Durch Wegfall des Kurbel- oder Exzentergetriebes und des Schwungrades wird eine unbedingte Bruchsicherheit erreicht. Außerdem fällt die Mitnehmerkupplung weg, die besonders bei großen Maschinen geringe Betriebsicherheit hat und umständlich zu bedienen ist.

Der Antriebsmotor wird für jeden Schnitt durch die selbsttätige Druckknopf-Schützensteuerung aus der Ruhe angelassen, am Schnittende selbsttätig umgesteuert und in der Anfangsstellung der Schere selbsttätig stillgesetzt. Die Wirtschaftlichkeit dieses Antriebes ist offenbar, da kein Leerlauf möglich ist, vielmehr die zugeführte Leistung unmittelbar durch das einfache Getriebe in Schnittleistung umgesetzt wird. Dabei ist aber die Ausführung des Schnittes ebenso elastisch wie bei Scheren mit dampf- oder preßlufthydraulischem Treibmittel, weil die Schnittgeschwindigkeit nicht wie bei Schwungradscheren aufgezwungen, sondern von dem jeweiligen Schnittwiderstand selbst bestimmt wird. Ist dieser gering, so ist die Schnittgeschwindigkeit groß; bei größerem Widerstand sinkt die Geschwindigkeit auf ¼, bei Überlastung auf Null, d. h. der Motor bleibt stehen. Dieser Geschwindigkeits-Ausgleich ersetzt gleichzeitig hinsichtlich der erforderlichen Motorleistung einen Schwungmassen-Ausgleich, denn durch das Herabsinken der Schnittgeschwindigkeit auf ¼ bei dem größten Widerstand sinkt auch die erforderliche Spitzenleistung im gleichen Verhältnis. Der damit verbundene Zeitverlust wird durch größere Rücklaufgeschwindigkeit, durch das selbsttätig schnellere Arbeiten bei geringerem Schnittwiderstand, den einstellbaren Hub und durch die griffzeitlose Druckknopf-Bedienung vollständig ausgeglichen.

Das Getriebe einer schweren Warmblockschere in dieser Ausführung mit direktem Gleichstromanschluß



Bild 3. Kalmag-Blockschere 400×400 mm mit AEG-Antrieb, Teilansicht.

ist schematisch in den Bildern 1 und 2 dargestellt. 1 und 3 sind darin doppelarmige Hebel, an deren kürzeren Armen die Messer 7 und 8 angebracht sind. Die beiden Hebel sind durch die Gelenkstange 2 miteinander verbunden. An dem Hebel 1 ist die Zahnstange 4 angelenkt, die in das Ritzel 5 eingreift. Auf der Achse des Ritzels 5 befindet sich auch der feste Drehpunkt a des Hebels 3. Wird zwischen die Messer 7 und 8 ein Block eingeführt und das Ritzel 5 durch den Motor M so gedreht, daß die Zahnstange 4 gehoben wird, so setzt sich zunächst das Obermesser 7 auf den Block auf, wodurch das Gelenk b fester Drehpunkt für den Hebel 1 wird. Bei Weiterbewegung der Zahnstange 4 zieht der Hebel 1 durch die Zugstange 2 den Hebel 3 hoch, womit das Durchschneiden des Blockes von unten nach oben ausgeführt wird. Wenn sich die beiden Messer überschneiden (Bild 2), wird der Motor selbsttätig reversiert, die Zahnstange 4 bewegt sich nach unten. Der Hebel 3 wird so lange gesenkt, bis er auf den Stützpunkt 6 zur Auflage kommt; dadurch wird der Punkt c zum Drehpunkt für den Hebel 1, und das Obermesser 7 wird angehoben, bis das Scherenmaul vollständig geöffnet bzw. die Anfangsstellung wieder erreicht ist (Bild 1). Bei kleineren Blockhöhen wird die Anfangsstellung des Obermessers entsprechend niedriger eingestellt, so daß der Hub und mithin die Dauer des Hubes geringer wird. Die Einstellung des Hubes geschieht sehr einfach mit der Schaltscheibe, die in Bild 3 sichtbar ist. Von den darauf verstellbaren Anschlägen wird der Grenzschalter für die Anfangsstellung und der Umschalter für die Schnittendestellung (Bild 2) betätigt.

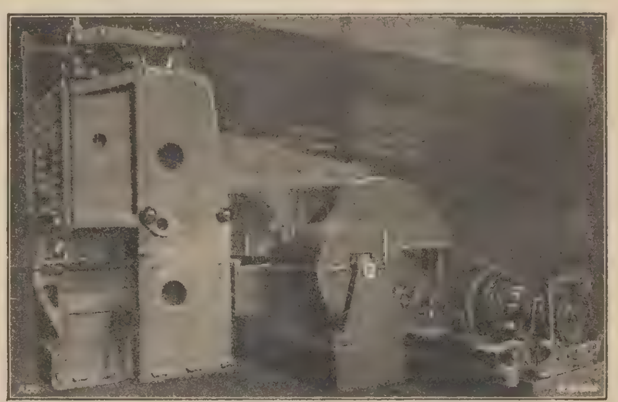


Bild 4. Kalmag-Blockschere 400×400 mm mit schwungradlosem direkten AEG-Wenderegulier-Motorantrieb.

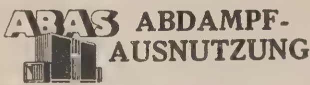
Der in Bild 4 sichtbare Wenderegulier-Motor treibt eine solche Schere für Blöcke von 400 × 400 mm bei 1200 t Schnittdruck. Der Motor hat Kompensationswicklung, 163 PS Dauerleistung bei 250 bis 1000 U/min und 400 PS Spitzenleistung. Die Schere leistet drei Schnitte je min in Blöcken von 400 × 400 mm, fünf Schnitte in Brammen von 800 × 200 mm und 11 bis 12 Schnitte in Blöcken von 160 × 160 mm.

Die Bedienung beschränkt sich auf das Drücken eines Fußdruckknopfes, der auf die selbsttätige Schützensteuerung einwirkt. Eine dynamische Bremsung wirkt selbsttätig zwischen dem Richtungswechsel und beim Ausschalten. Außerdem ist noch eine Elektromagnetbremse vorgesehen, die als Haltebremse wirkt, weil die Scherenteile nicht durch Gegengewichte — die eine unerwünschte Vermehrung der Massen bringen würden — ausgeglichen sind. Der Anlauf des Motors erfolgt sehr rasch, ebenso das Bremsen, was durch besondere Einrichtungen der Steuerung erreicht wird. Die selbsttätige Regelung der Motordrehzahl erfolgt durch einen fast trägheitslos wirkenden Arbeitsregler. Zur Begrenzung des Motordrehmomentes ist ein Drehmomentauslöser und als Motorschutz eine thermische Auslösung vorgesehen.

Durch Druckknöpfe kann die Schere in jeder Stellung stillgesetzt oder reversiert werden. Erfolgt die Auslösung selbsttätig infolge Überlastung, beispielsweise durch einen zu kalten Block, so wird dann die Schere in entgegengesetzter Richtung eingeschaltet und der dadurch freigewordene Block wieder ausgefahren. Irgendeine Betriebstörung ist damit nicht verbunden.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS





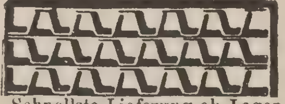
ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDECKPLATTEN

Lichtschachtgitter
Fußreiniger



Schnellste Lieferung ab Lager

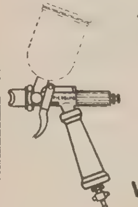
Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 111
Größtes und ältestes Spezialwerk

ABDECKUNGSROSTE

Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis



ANSTREICH-MASCHINE TVG

für Oel- und Wasserfarben

Technische Verkaufsgesellschaft
Duisburg

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN

KSB

Dampfventile aller Art — Höchstdruckventile bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

ARMATUREN

für

Hochdruck u. Heißdampf

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H.
Saarbrücken

Kein Zoll!

ARMATUREN

Spezialität:
Armaturen und Schmierapparate sowie Zubehör in den verschiedenst. Ausführungen und für jeden Verwendungszweck.

Otto Schaaf
Armaturen- und Metallwarenfabrik, Metallgießerei
Böhlitz-Ehrenberg

AUFZÜGE

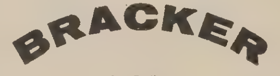
Gegr.



1861

AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN · NÜRNBERG · ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE



Aufzüge jeder Betriebsart und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge,

Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über **30000** Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER

Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE

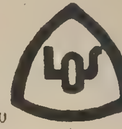


jeder Art und Größe

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt

AUFZÜGE

für Personen und Lasten
Paternoster-Werke
Losenhausenwerk
Düsseldorf. Gegr. 1880



AUFZÜGE

SCHINDLER 1874

jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE



jeder Art,
Verdunkelungen
für Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co.
Nordhäuser Maschinenfabrik A.-G.
Nordhausen a. H.

Dieser Raum (30 mm Höhe) kostet bei Jahresabschluß (52 Anzeigen) Mk. 15,12 pro Aufnahme



Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



BELEUCHTUNG



BESEG-LICHT

Unübertroffen für
Industrie-Großbeleuchtung
Beseg-Sonnen
Beseg-Werkstattleuchten
Beseg-Tiefbreitstrahler
Beseg-Sicherheitsleuchten
Beseg-Scheinwerfer
Fordern Sie unsere unverbindlichen Vorschläge
Berliner Spar-Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H.
Bln.-Wilmersdorf, Babelsbergerstr.
Fernruf: Pfalzburg 2853-54
Draht: Beseglicht

BLECH-BIEGEMASCHINEN Blechrichtemaschinen

bis zu den größten Abmessungen in stets neuesten Konstruktionen bauen

M. A. G. vorm. Beck & Henkel
Kassel

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen Wasserwerksbau

Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

AEG-Zweimotoren-Steuerung für Greiferhubwerke.

Mitteilung der AEG.

Der Umschlag von Massengut im See- und Binnen-[h]afen erfolgt zum weitaus größten Teil durch Kübel und [Z]weiseilgreifer. Für die Höhe der Umschlagkosten und [di]e Förderleistung ist die Wahl der geeigneten Greifer-[st]euerung von erheblicher Bedeutung. Im nachstehen-[de]n wird eine Zweimotoren-Greifersteuerung der AEG [be]schrieben, die sich für Greiferkrane mit mittleren [M]otorleistungen bis zu 2 × 60 PS bestens bewährt [ha]t und für die genannten Motorleistungen eine [be]sonders einfache und billige Lösung darstellt.

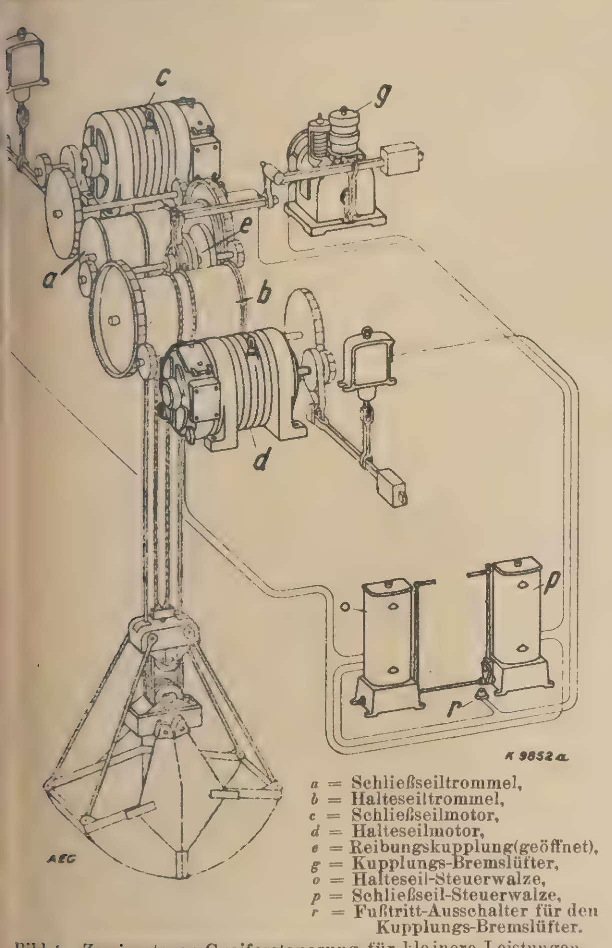


Bild 1. Zweimotoren-Greifersteuerung für kleinere Leistungen.

Zum Verständnis der Beschreibung sei kurz die [Wi]rkungsweise des Zweiseilgreifers geschildert. Greifer-[hu]bwerke für Zweiseilgreifer haben zwei Winden-[tro]mmeln. Auf der einen Trommel wird das Halte-[sei]l aufgewunden, das mit dem Greiferkopf fest ver-[bu]nden ist; auf der anderen Trommel läuft das so-[ge]nannte Schließseil, das den im Greifer zum Schließen [de]r Greiferschalen untergebrachten Flaschenzug be-[tät]igt. Eine gemeinsame gleichläufige Bewegung der [Tr]ommeln bewirkt das Heben und Senken, eine [al]leinige Bewegung der Schließseiltrommel bei still-[st]ehender oder gegenläufiger Halteseiltrommel das [Sc]hließen und Öffnen des Greifers. Bei gefülltem Greifer [mu]ß das Schließseil stets straff sein, da sonst ein [Öff]nen eintreten würde. Der offene Greifer hängt da-[geg]en stets am Halteseil.

Bei der AEG-Zweimotorensteuerung (Bild 1) er-[hal]ten Schließseil- und Halteseilmotor je eine Steuer-[wal]ze (Schließseil-Steuerwalze p und Halteseil-Steuer-[wal]ze o), einen Widerstand und einen Bremsmagnet [gl]eicher Bauart. Jeder Motor ist für die halbe Vollast-[Vo]lleistung bemessen. Beide Walzen erhalten bis etwa [60] PS Obersteuerung, d. h. oben auf die Deckplatte [de]r beiden Steuerwalzen aufgebaute Hebel (Bild 2), [fü]r größere Leistungen Untersteuerung mit seitlichem [He]bel. Bei beiden Steuerungsarten sind die Hebel durch eine Welle miteinander verbunden. Diese Welle kuppelt beide Steuerwalzen mechanisch miteinander in der Weise, daß beide Walzen auch für Schalten mit einem der beiden Steuerhebel allein bewegt werden können, dabei aber stets gleiche Kontakte einschalten.

Der Hebel der Schließseil-Steuerwalze p (Bild 1) ist durch einen lösbaren Stift mit der Welle im Eingriff. Durch einen Druckknopf an dem Handgriff der Schließseil-Steuerwalze kann diese Verbindung der beiden Walzen mechanisch gelöst werden. Beim Schließen und Öffnen schaltet der Führer die Schließseil-Steuerwalze unter gleichzeitigem Niederdrücken des Druckknopfes ein. Er löst also die Verbindung der Steuerwalzen und schaltet den Schließseilmotor c allein unabhängig von der Stellung der Halteseil-Steuerwalze o. Beim Heben und Senken gibt der Führer den Druckknopf frei und steuert mit einer oder auch beiden Händen die beiden Walzen, nachdem er sie durch Führen auf gleiche Kontaktstellung in Eingriff gebracht hat. Das Kuppeln der Steuerhebel erfolgt durch Einschnappen des lösbaren Stiftes selbsttätig, sobald der Führer beide Walzen auf gleiche Stellungen gebracht hat.

Um bei allen Hub- und Senkbewegungen einen Gleichlauf der Greiferseile zu erhalten, wird zwischen Schließseil- und Halteseilmotor eine Reibungskupplung (Lamellenkupplung) eingebaut. Die Kupplung e wird beim Heben und Senken eingerückt und durch einen Bremslüfter g betätigt. Der Bremslüfter wird als Kupplungs-Bremslüfter benutzt, d. h. der Bremslüfter schließt die Kupplung zwischen den beiden Trommeln a und b beim Anziehen (Einschalten). Der Kupplungsbremslüfter wird mit dem Bremslüfter des Halteseilmotors parallel geschaltet. Damit der Kranführer beim Übergang von Greifen auf Heben einen Seilausgleich bewirken kann, ist ein Fußtrittschalter r vorgesehen, durch dessen Betätigung der Kupplungsbremslüfter zum Abfallen gebracht und damit die Kupplung der Trommeln aufgehoben werden kann, auch wenn die Halteseil-Steuerwalze eingelegt ist. Die beiden Steuerwalzen werden rechts und links von dem Kranführer aufgestellt. Die Halteseil-Steuerwalze kann bei Obersteuerung mit der Dreh- oder Fahrsteuerwalze durch Universalsteuerung (Bild 2) vereinigt werden.

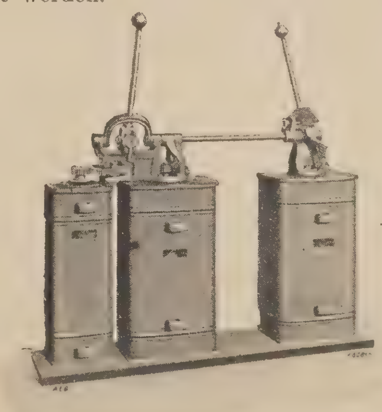


Bild 2.
Schließseil- und Halteseil-Steuerwalze mit Dreh- oder Fahrsteuerwalze für eine Zweimotoren-Greifersteuerung für kleinere Leistungen.

Die Steuerung kann für Drehstrom und Gleichstrom ausgeführt werden. Bei Drehstrom wird die übersynchrone Senkschaltung benutzt. Bei Gleichstromanlagen erhalten die Steuerwalzen Senkbremsschaltung. Für den Kupplungsbremslüfter werden bei Drehstrom Bremslüftmotoren, die durch ihre Arbeitsweise für diesen Zweck besonders geeignet sind, bei Gleichstrom Nebenschluß-Bremslüftmagnete gewählt. Bei Gleichstrom kann, wenn mit Kübelbetrieb nicht zu rechnen ist, die mechanische Kupplung durch Schließ- und Halteseiltrommel beim Heben und Senken durch eine elektrische Kupplung ersetzt werden.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

AEG-Ruderantrieb.

Mitteilung der AEG.

Es ist bekannt, daß der Seemann zäh am Althergebrachten hängt, und es ist daher begreiflich, daß der elektrische Antrieb der Rudermaschine (Bild 1), eines der ihm vertrautesten und zugleich für die Sicherheit des Schiffes wichtigsten Organes an Bord, sich erst lange Zeit nach der Elektrifizierung der anderen Hilfsmaschinen durchsetzen konnte. Diese konservative Einstellung des Seemannes zwang den Konstrukteur dazu, die von der Dampfmaschine her gewohnte Steuerungsart, bei welcher der Rudergänger gleichsam die Empfindung hat, durch Drehen seines Steuerrades das Ruder unmittelbar von Hand zu legen, auch beim elektrischen Antrieb beizubehalten. Auch die „sympathische Rudersteuerung" der AEG behält diese Steuerungsart grundsätzlich bei und erfüllt so neben der Forderung größter Betriebssicherheit auch die Forderung, daß der nicht technisch vorgebildete Seemann mit der Handhabung der Anlage vertraut ist.

Die wichtigsten gebräuchlichen Steuerungsarten sind die folgenden:

1. Telemotorsteuerung,
2. elektrische Fernsteuerung.

Bei den Telemotoranlagen folgt, infolge der unvermeidlichen Undichtigkeiten in den Kolben, Packungen, langen Rohrleitungen und Ventilen, das Ruder kleinen Verstellwinkeln am Rudergebersteuerstand überhaupt nicht; es ist vielmehr immer mehr oder weniger toter Gang zu überwinden, bevor das Ruder reagiert, und dies führt zu dauernden größeren Abweichungen vom Kurs. Der Steuermann hat nämlich das Ruder nicht einfühlig in der Hand und die Erfahrung hat gezeigt, daß die Kursabweichungen bei den durch Telemotor gesteuerten Schiffen vier- bis fünfmal so groß sind, wie bei den Steuerungen mit AEG-Ruderantrieb. Es liegt in dem System dieser elektrischen Fernsteuerung begründet, daß das Ruder jeder Verstellung des Steuerrades um 1° unbedingt und zwangläufig folgen muß. Wiederholt gemachte Aufnahmen mittels Kursschreibers zeigten bei Kursfahrten Abweichungen von nur ± 0,6° im Mittel, einen Wert, der bei Telemotorsteuerungen auf

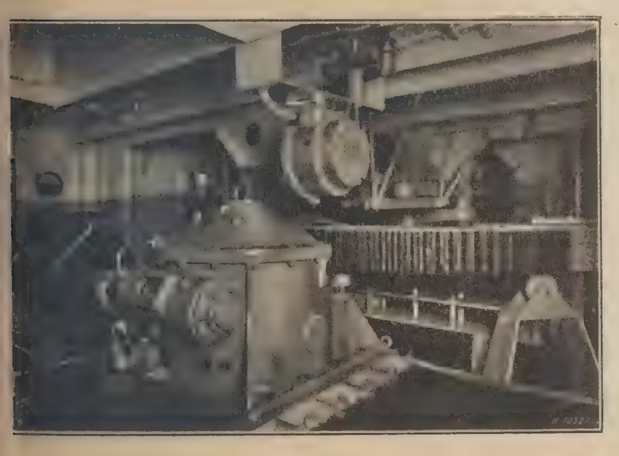


Bild 1.
AEG-Ruderanlage auf Motorschiff „Viminale".

5° und mehr ansteigt. Die oben erwähnte Tatsache, daß das Ruder bei Telemotoranlagen nicht sofort folgt, fällt zunächst der Schiffsleitung nicht unangenehm auf, aber sie ist für den Reeder schwererwiegender, als es auf den ersten Blick erscheint. Ein Kurssteuern mit geringen Abweichungen vom Kurs ist mit einem System dieser Art nicht möglich und die Folge davon ist eine nicht unwesentliche Erhöhung des Oelverbrauches der Hauptmaschine, da doch alle Kursänderungen unter dem Ruderdrucke Fahrtverluste bedeuten bzw. den Reiseweg verlängern.

Die klar erkannten wirtschaftlichen Nachteile schlechter Kursbeständigkeit der Schiffe veranlaßten einige Reedereien zum Einbau des Sperry- oder Anschütz-Selbststeuers und gerade im Zusammenarbeiten der sympathischen AEG-Rudersteuerung mit dem Kreiselkompaß-Selbststeuer zeigen sich die überragenden Vorteile dieser Steuerung gegenüber der Wheatstone'schen Brückensteuerung und der Telemotorsteuerung, bei denen der unvermeidlich vorhandene tote Gang die Vorteile des Selbststeuers wieder aufhebt.

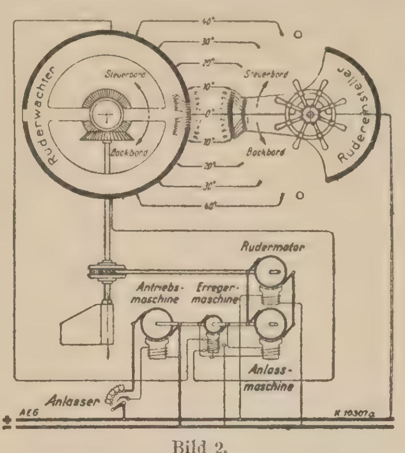


Bild 2.
Rudereinsteller und Ruderwächter in Nullstellung.

Kurs- und Ruderregistrierungen, die u. a. auf dem italienischen MS „Viminale" bei nicht beladenem, also sehr beweglichem Schiff mit Anschütz-Selbststeuer in Verbindung mit der AEG-Steuerung gemacht wurden, haben die überraschend geringe Kursungenauigkeit von etwa ± 0,4° im Mittel gezeigt, bei Ruderlagewinkel von ± 4°. Es ist völlig ausgeschlossen, so günstige Ergebnisse mit einer anderen Steuerung auch nur annähernd zu erzielen.

Bild 2 ist ein Schema der Ruderanlage. Sie besteht aus:

Rudermotor Leonard-Aggregat Anlasser Ruderwächter	im Ruderraum
Rudereinsteller	auf der Brücke

Es ist nicht allzu schwierig, eine Ruderanlage zu bauen, die beim Kurssteuern auf hoher See betriebssicher arbeitet; schwieriger ist es schon, sie bei diesem Kurssteuern wirtschaftlich für die Hauptmaschine zu gestalten, d. h. geringe Kursabweichungen zu erzielen. Die höchste Anforderung an die Ruderanlage tritt aber in Gefahrmomenten und bei Fahrten im Revier auf. Hier muß unbedingt höchste Betriebssicherheit verlangt werden; die Anlage muß unter allen Umständen betriebsklar bleiben. Die dann auftretenden hohen Belastungen der Maschinen und die bei einigen Ruderarten sich zeigenden stoßweisen hohen Stromentnahmen aus dem Netz sind bei dem AEG-Ruderantrieb zielbewußt durch Verwendung von Motoren mit Spezialwicklungen und Einfügen des Leonard-Aggregates vermieden; diese Tatsache ist eines der wesentlichsten Merkmale, auf dem die außerordentliche Betriebssicherheit des AEG-Steuers bei allen Fahrt- und Wetterverhältnissen beruht. Dadurch, daß die Spannung im Leonard-Stromkreis bei wachsendem Strom bzw. wachsender Ruderbelastung sinkt, wird die Endleistung des Rudermotors und damit auch des Aggregates begrenzt und schließlich erreicht, daß der Motor unter einem vom Konstrukteur vorher festgelegten Rudermoment so lange stehen bleibt, bis der Ruderdruck nachläßt. Der Motor läuft dann augenblicklich wieder an. Jede Überlastung und damit Unterbrechung des Betriebes durch Ansprechen von Automaten, Sicherungen und ähnlichen Apparaten ist ohne Apparatur und ohne die geringste Gefährdung irgendwelcher elektrischer Anlageteile vermieden.

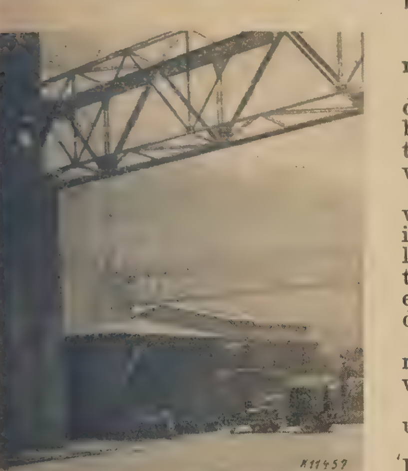
BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Planmäßige Elektrokarrenförderung.

Mitteilung der AEG.

In den ausgedehnten Anlagen großer Werke sind :tlaufend Transporte auszuführen, die den Un- stenetat sehr belasten, da hierfür zumeist ein Bote, bzw. ein oder mehrere Arbeiter benötigt werden. Auch haben die Betriebsbeamten, Monteure u. a. oft weite Wege zurückzulegen, wodurch sie ihrer eigentlichen produktiven Tätigkeit entzogen werden. Es wird daher allgemein begrüßt, wenn für diese Transporte und Beförderungen der Elektrokarren in Anspruch genommen werden kann. Die Organisa- on eines derartigen Transportdienstes soll nachstehend schrieben werden.



ild 1. Sammelstelle für die Materialrundfahrt mittels Elektrokarren.

Für die gedachte Beförderungsart ist grundsätzlich u unterscheiden zwischen Material- und Personen- förderung. Die Materialbeförderung bedingt längere nt- und Beladezeiten und kann daher zumeist nicht n einen genau einzuhaltenden, zeitlich festgelegten ahrplan gebunden werden. Trotzdem ist die Fest- gung einer planmäßigen Materialrundfahrt wünscht. Die Wahl der hierfür zu verwendenden



Bild 3. Elektroführersitzkarren EKF 1502 für die Personenrundfahrt.

lektrokarrenbauart hängt von der Art der zu be- dernden Güter ab. Zumeist wird es sich um die förderung von Schmiermitteln, Reinigungsmitteln, satzteilen usw. von den Zentrallägern zu den ein- lnen Werksabteilungen handeln; natürlich können ch Werkzeuge, Werkstücke usw. befördert werden.

Es hat sich vielfach zur schnelleren Abfertigung als praktisch erwiesen, in den einzelnen Betriebsabteilungen Sammelstellen (Bild 1) einzurichten, an denen der Elektrokarrenfahrer die mit einer Leitkarte versehenen Transportgüter abstellt, bzw. aufnimmt.

In den meisten Fällen wird sich für diese Arbeitsleistung der Elektrokarren für 1500 kg Tragkraft mit Führerstand (Bild 2) eignen.

Sind jedoch größere Mengen von einer Sendestelle zur anderen zu befördern, so daß durch das Be- und Entladen der Elektrokarren längere Zeit dem eigentlichen Fahrbetriebe entzogen wird, so ist der mit einer Hubeinrichtung versehene Elektrokarren besser geeignet. In diesem Falle sind die Ladebänke nur aufzunehmen und am Bestimmungsorte wieder abzusetzen, wofür nur wenig Zeit benötigt wird.



Bild 2. Elektrokarren EK 1502 für die Materialrundfahrt.

Es ist empfehlenswert, die Materialrundfahrt als Richtungsverkehr auszubilden, und es genügt, wenn den Betriebsabteilungen bekannt ist, daß in gewissen Zeitabständen der Elektrokarren die Sammelstelle berührt.

Zur Vermeidung von Zeitverlusten durch die Benutzer muß die Personenrundfahrt fahrplanmäßig eingerichtet werden, damit die Fahrzeuge die gekennzeichneten Haltestellen pünktlich berühren. Das zur Verwendung kommende Fahrzeug muß dem Fahrer, der den Karren an den Haltestellen nicht zu verlassen braucht, eine bequeme Sitzmöglichkeit bieten. Ein für diese Zwecke bestens bewährtes Fahrzeug zeigt Bild 3. Mit diesem können gleichzeitig 10 Personen befördert werden; außerdem ist neben dem Führersitz noch für einen Begleiter oder die Beförderung der Post, der Zeichnungen usw. zu und von den Betriebsabteilungen genügend Platz vorhanden.

Die Vorteile liegen in der zentralen Erfassung, Ausführung und wesentlichen Beschleunigung aller Transporte und der damit verbundenen großen Verbilligung. Die einzelnen, jeder Kontrolle entzogenen Transportarbeiter oder Kolonnen werden überflüssig. Wenn auch die durch die Personenrundfahrt erzielbaren wirtschaftlichen Vorteile nicht ohne weiteres zu erfassen sind, so ist doch die damit verbundene Beschleunigung zweifellos von unschätzbarem Werte.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Vollautomatische Schaltwalzen-Anlasser.

Mitteilung der AEG.

Die fortschreitende Entwicklung von elektrischen Antrieben und die mit der Entwicklung Hand in Hand gehenden Rationalisierungsbestrebungen haben dahin geführt, aus den handbedienten sogenannten Regulieranlassern eine mit Hilfe von ferngesteuerten Verstellmotoren betätigte Reguliervorrichtung zu schaffen. Der Vorteil dieser Fernsteuerung besteht darin, daß man alle Arbeitsvorgänge in unmittelbarer Nähe des Arbeitsbezirkes bei dauernder Beobachtung desselben einleiten kann unter Ersparnis eines bisher noch erforderlichen Mannes für die Bedienung der Steuerwalzen.

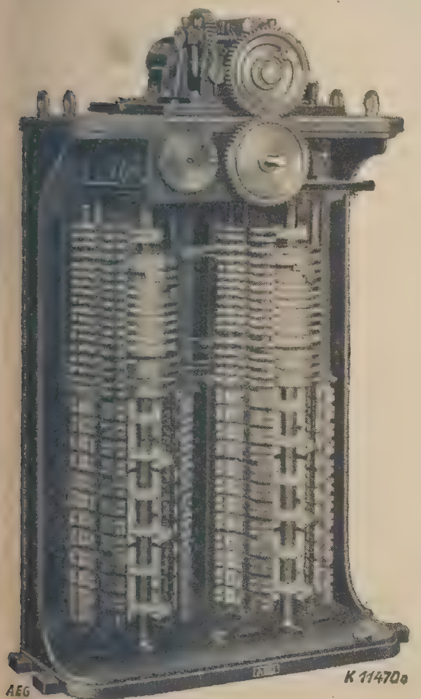


Bild 1.
Schaltwalzen-Anlasser DS VI spez. 103, offen.

Die AEG ist deshalb dazu übergegangen, vollautomatische Regulieranlasser für die verschiedensten Antriebe zu entwickeln.

Bilder 1 und 2 zeigen einen derartigen Anlasser in offener und geschlossener Ausführung. In der bisher üblichen Form wurden vollautomatische Anlasser durch Druckknöpfe gesteuert. Der Umstand, daß der Druckknopf so lange niedergedrückt werden mußte, bis der Verstellmotor die Walze in die verlangte Stellung gedreht hatte, fällt jetzt fort. Stand der Anlasser in einem anderen Raum oder in größerer Entfernung von der Bedienungsstelle, so war es nur unter Zuhilfenahme von Anzeigevorrichtungen möglich, eine genaue Einstellung der Schaltwalze auf die verlangte Stellung zu erreichen. Eine bedeutende Verbesserung ist die nachstehend beschriebene Steuerung für eine Leistung von 160 kW, die für eine Brikettpressen - Ausrüstung geliefert wurde, und bei der an Stelle von Druckknöpfen ein sogenannter Stellungsschalter verwendet wird.

Der Anlasser hat ein Gehäuse mit fester Rückwand und besitzt zwei in Serie geschaltete Walzen mit insgesamt 16 Widerstandsstufen. Das Kontaktmaterial ist modern und kräftig ausgeführt und genügt auch stärksten Beanspruchungen. Der motorische Antrieb des Anlassers ist übersichtlich und in allen Teilen leicht zugänglich auf einer besonderen Grundplatte angeordnet. Der Verstellmotor hat eine Leistung von etwa 220 Watt und eine synchrone Drehzahl von 1500 U/min. Neben dem Verstellmotor sitzen zwei Steuerstrom-Relais, dieselben werden durch den vorerwähnten Stellungsschalter betätigt und steuern den Verstellmotor. Falls gewünscht, kann natürlich der Stellungsschalter auch durch Druckknöpfe ersetzt werden. Durch Einschalten des einen oder anderen Relais wird die Drehrichtung des Verstellmotors umgekehrt und der Anlasser wird ein- bzw. ausgeschaltet.

Die Drehzahl des Verstellmotors wird durch ein doppeltes Schneckenrad-Vorgelege und ein weiteres Stirnräderpaar auf die horizontal liegende Stirnradwelle und von hier durch Kegelräder und Mitnehmerscheiben auf die senkrechten Anlasserwellen übertragen. Die Mitnehmerscheiben ihrerseits übertragen die Bewegung auf Mitnehmerbügel der Walzen. Zunächst wird durch den Mitnehmer die Walze I gedreht. Die Mitnehmerscheibe der Walze II bewegt sich gleichzeitig, ist jedoch mit dem Mitnehmerbügel nicht im Eingriff, da die obere Rolle des Mitnehmers in einer Aussparung des Kreisringes ruht und hierdurch festgehalten wird. Die Endlage der Walze I wird durch einen auf dem Kreisring sitzenden Anschlag, durch welchen der Drehweg der oberen Rolle des Mitnehmers begrenzt wird, fixiert.

Für Notbetrieb kann der Anlasser durch Aufstecken eines Steuerrades auf die horizontale Stirnradwelle auch von Hand bedient werden. Hierbei ist der motorische Antrieb durch Betätigung einer einfachen Stiftkupplung auszurücken. Um auch beim Schalten von Hand die einzelnen Stellungen des Anlassers kenntlich zu machen, besitzt letzterer eine Anzeige-Vorrichtung mit Skala und Zeiger.

In der Ausschaltstellung des Anlassers bleibt der Läuferkreis des Motors über den Anlaßwiderstand geschlossen. Um ein Anlaufen des Motors in dieser Stellung beim Einlegen des Ständerschalters zu vermeiden, ist die erste Widerstandsstufe mit hoher Ohmzahl ausgeführt.

Wie vorerwähnt, wird für das Anlassen, Regulieren und Ausschalten des vollautomatischen Anlassers ein Stellungsschalter benutzt. Jede Stellung dieses Schalters entspricht einer bestimmten sinngemäßen Stellung der Hauptwalzen des Schaltwalzen-Anlassers. Durch Drehen des Schalters z. B. auf Stellung 11 wird die Spule des Vorwärtsrelais an Spannung gelegt. Das Relais springt an und der Verstellmotor wird eingeschaltet. Die Anlasserwalzen werden jetzt von Stellung zu Stellung gedreht, wodurch der Läufer des angeschlossenen Arbeitsmotors entsprechend beschleunigt wird. In der Stellung 11 verläßt der Steuerstrom-Kontaktfinger das betreffende Segment der Hauptwalze. Der Stromkreis der Spule wird hierdurch unterbrochen, das Vorwärts-Relais fällt ab und der Verstellmotor bleibt stehen. Stellt man den Schalter auf Null zurück, so drehen sich die Anlasserwalzen ebenfalls bis in die Ausschaltstellung. Um beim Festkleben der Relais-Kontakte ein Festfahren der Anlasserwalze in der Null- bzw. Endstellung zu verhüten, ist der Stromkreis zweier Phasen des Verstellmotors in Hintereinanderschaltung mit den Relaiskontakten über Kontakte der Hauptwalzen geführt, die den Verstellmotor in den genannten Stellungen abschalten. Durch Montage von Hilfskontakten am selbsttätigen Netzschalter ist zu erreichen, daß beim Auslösen des letzteren die Anlasserwalzen automatisch in die Ausschaltstellung zurückgedreht werden.



Bild 2. Schaltwalzen-Anlasser DS VI spez. 103, geschlossen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

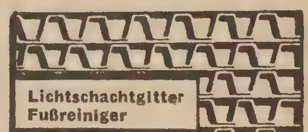


ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDECKPLATTEN

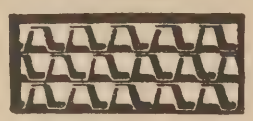


Schnellste Lieferung ab Lager

Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

ABDECKUNGSROSTE

Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis



ANSTREICH-MASCHINE TVG

für Oel- und Wasserfarben

Technische Verkaufsgesellschaft
Duisburg

Bei Erteilung eines Jahresauftrages (52 Anzeigen) kostet dieser Raum (25 mm) Mk. 12,60 netto pro Einschaltung

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

für **Hochdruck u. Heißdampf**

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H.
Saarbrücken
Kein Zoll!

ARMATUREN

Spezialität:
Armaturen und Schmierapparate sowie Zubehör in den verschiedenst. Ausführungen und für jeden Verwendungszweck.

Otto Schaaf
Armaturen- und Metallwarenfabrik, Metallgießerei
Böhlitz-Ehrenberg

AUFZÜGE

Gegr  1861

AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN-NÜRNBERG-ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE

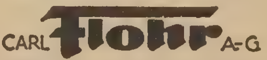


Aufzüge jeder Betriebsart und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge,

Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER

Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u. Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE



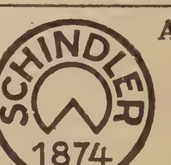
jeder Art und Größe

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt

AUFZÜGE

Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

Der Bezugsquellen-Nachweis die Zentralstelle technischer Angebote

AUFZÜGE



jeder Art, Verdunkelung für Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co.
Nordhäuser Maschinenfabrik A.
Nordhausen a. H.

AUFZÜGE

für Lasten und Personen

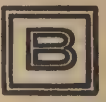


Elektro-Züge
150—5000 kg Tragkraft
Krane
Winden aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen-u. Lasten-
AUFZÜGE STAHL



Paternoster

Elektrozüge



R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

B

BELEUCHTUNG

BESEG-LICHT

Unübertrof e
für
Industrie-Großbeleuchtun
Beseg-Sonnen
Beseg-Werkstattleuchten
Beseg-Tiefbreitstrahler
Beseg-Sicherheitsleuchten
Beseg-Scheinwerfer
Fordern Sie unsere unverbindlichen Vorschläg

Berliner Spar-Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H
Bln.-Wilmersdorf, Babelsbergerstr.
Fernruf: Pfalzburg 2853-54
Draht: Beseglicht

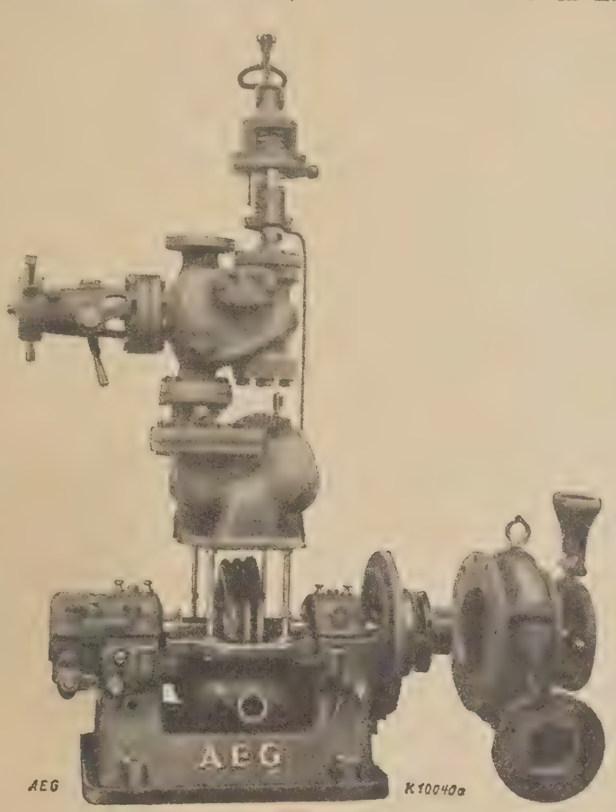
BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Turbospeisepumpen für niedrige und mittlere Kesseldrücke.

Mitteilung der AEG.

Wenngleich in der heutigen Kraftwirtschaft oft hohe Dampfspannungen angewendet werden, gibt es doch eine große Reihe von Werken, bei denen die Einführung des Hochdruckes nicht als vorteilhaft gelten kann, sei es, weil ein geringer Kohlenpreis oder ein schlechter Belastungsfaktor die Errichtung einer wirtschaftlichen, aber teuren Hochdruckanlage nicht rechtfertigen, oder weil man eine vorhandene MD- oder ND-Anlage in nur geringem Umfange erweitern will und die Einheitlichkeit aufrechterhalten bleiben soll. Fabriken mit Kesselanlagen für mittlere oder niedrige Kesseldrücke werden für die nächste Zukunft noch die Mehrzahl bilden. Es ist daher selbstverständlich, daß man auch die Bauart der Pumpen, die in diesen Fällen der Förderung des Kesselspeisewassers dienen, ständig verbessert hat. Die neueste Konstruktion der von der AEG gebauten einstufigen Turbospeisepumpe ist im Bild dargestellt.

Die AEG sieht diese einstufige Pumpe bei kleinen und mittleren Förderhöhen bis zu 250 m vor. Die Maschine zeichnet sich dadurch aus, daß alle Konstruktions - Einzelheiten mit Rücksicht auf die größte Betriebssicherheit ausgebildet sind. Gerade in den Kraftwerken, für welche die einstufige Pumpe vorwiegend in Frage kommt, also in kleinen, vielfach veralteten Anlagen oder in Fabriken, die über nur wenig geschultes Personal verfügen, ist die Überwachung und Wartung oft mangelhaft. Komplizierte Teile sind daher vermieden und die Regelorgane besonders sorgfältig ausgebildet. Aus dem gleichen Grunde ist die Maschine so gebaut, daß alle Bedienungsstellen leicht zugänglich sind.



Einstufige Gegendruckturbine mit Kesselspeisepumpe für Förderhöhen bis 250 m.

Konstruktiv stellen Antriebsturbine und Pumpe eine geschlossene Maschineneinheit dar. Das Aufstellen des Satzes erfordert, besonders im Gegensatz zur Kolbenpumpe, wenig Raum. Mit der Grundplatte bilden das vordere und hintere Turbinenlager ein gemeinsames Guß-Stück; die Lager sind mit Nocken versehen, auf die sich die Turbine stützt. Infolge dieser hängenden Anordnung kann sich der Dampfteil ohne Änderung der gegenseitigen Lage von Gehäuse und Läufer radial frei ausdehnen. Man ermöglicht hierdurch insbesondere ein schnelles Anfahren ohne vorheriges Anwärmen.

Der Läufer der Turbine ist ein dreikränziges Curtisrad. Die Verwendung des Curtisrades hat zunächst eine geringe Baulänge der Maschine zur Folge. Außerdem arbeitet die Turbine bei Teillasten, um die es sich bei der Kesselspeisung fast ausschließlich handelt, wirtschaftlich, da der Wirkungsgrad des Geschwindigkeitsrades beim Absinken der Belastung nur wenig fällt. Zur Erzielung eines ruhigen Ganges der Maschine und demgemäß einer hohen Betriebssicherheit wird das Laufrad vor dem Einbau sowohl statisch als auch dynamisch ausbalanziert.

Das Pumpengehäuse ist mit einem kräftigen Flansch an der Außenseite des pumpenseitigen Turbinenlagers befestigt. Diese fliegende Anordnung erspart die Stopfbuchse an der Saugseite; die Möglichkeit, daß Luft in das Pumpeninnere dringt, wird hierdurch verringert. Auch braucht das Fundament nur so lang zu sein, wie es der Größe der Turbinengrundplatte entspricht; der Raum unterhalb der Pumpe kann zum Anschluß der Rohrleitungen benutzt werden. Das einseitig beaufschlagte Kreiselrad, das ebenso wie der Turbinenläufer ausgewuchtet wird, besteht aus Sonder-Phosphorbronze. Die Umsetzung der Wassergeschwindigkeit in Druck bewirken der im Gehäuse angebrachte ringförmige Leitapparat und der als spiralförmiger Diffusor ausgebildete Druckraum des Gehäuses.

Die aus hochwertigem Stahl geschmiedete Maschinenwelle ruht in Lagern mit Ringschmierung. Die Lager lassen sich auch für Wasserkühlung einrichten. An den beiden Austrittsstellen seitlich des Turbinengehäuses wird die Welle durch auswechselbare Labyrinthstopfbuchsen abgedichtet, die in die Gehäusebohrung so eingesetzt sind, daß sie sich nach allen Seiten ausdehnen können und dabei die zentrische Lage beibehalten. Ihre besondere Konstruktion läßt ein etwaiges Abschleifen nur an den Labyrinthspitzen, also nur von Linien, nicht von Flächen, zu. Die Stopfbuchse, welche die Pumpe abschließt, hat nur untergeordnete Bedeutung, da sie weder einen Saug- noch einen Druckraum abzudichten hat, sondern nur das Durchfließen von Wasser an der Welle verhindern soll. Diese einfache Aufgabe der Stopfbuchse ist als ein Vorteil der Bauart anzusehen.

Mit Rücksicht auf den oft rauhen Betrieb sind vor allem die Regulierorgane der Maschine sorgsam durchkonstruiert und mit besonderen Sicherheitsvorrichtungen ausgestattet. Das Regelventil der Turbine, das den Dampf einläßt und die Belastungsschwankungen auszugleichen hat, wird von einem hierfür eigens von der AEG ausgebildeten Federregulierapparat gesteuert. Ein an dem Apparat angebrachter Kolben, der teils unter dem Einfluß einer auf den gewünschten Enddruck eingestellten Feder steht, teils in Abhängigkeit von dem jeweiligen Druck des Förderwassers arbeitet, schließt den Dampfzutritt bei steigendem und öffnet ihn bei sinkendem Druck. Reißt aus irgend einem Grunde die Wassersäule ab, oder bleibt die Regulierung hängen, wodurch die Gefahr entsteht, daß die Maschine durchgeht, so wird beim Überschreiten der zulässigen Höchstdrehzahl ein unabhängiger Schnellschlußregler ausgelöst, der die Pumpe sofort außer Betrieb setzt. Selbst für den Fall, daß der Schnellschluß, infolge unsachgemäßer Wartung verschmutzt, nicht ansprechen sollte, ist durch das Eingreifen eines zweiten Kolbens des Federregulierapparates, der in diesem Augenblick durch das Abfallen des Pumpendruckes das Dampfventil unmittelbar schließt, eine zweite Sicherheitsmaßnahme getroffen.

Die kleinste von der AEG hergestellte Turbokesselspeisepumpe fördert etwa 20 m³/h; dieser Menge entspricht ungefähr die Leistung, von der ab eine Turbine wirtschaftlich ist. Unter Verwendung einer großen Zahl von Zwischengrößen baut die AEG die einstufige Pumpe bis zu den höchsten Leistungen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER
PRESSLUFT-ENTÖLER D.R.P.

„BÜHRING" D.R.P.
mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D.R.P.
Entöler
Vorwärmer

Bühring A.-G.
Landsberg (Bz. Halle)

ABDAMPF-ENTÖLER

Max Dreyer & Co., Magdeburg-S.

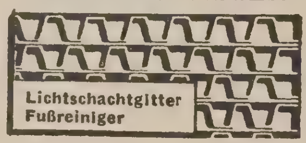
ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER

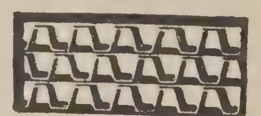
Th. Wippern, Huss & Co.
Kommandit-Gesellschaft
Maschinenfabrik
Bremen

ABDECKPLATTEN

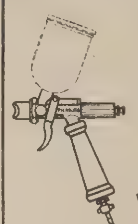


Schnellste Lieferung ab Lager
Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

ABDECKUNGSROSTE
Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis



ANSTREICH-MASCHINE TVG

für Oel- und Wasserfarben

Technische Verkaufsgesellschaft
Duisburg

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN

für alle Zwecke

Heinrich ter Jung, Metallwaren- und Maschinenfabrik G. m. b. H.,
Mülheim-Ruhr.



ARMATUREN

für
Hochdruck u. Heißdampf

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H.
Saarbrücken
Kein Zoll!

ARMATUREN

Spezialität:
Armaturen und Schmierapparate sowie Zubehör
in den verschiedenst. Ausführungen und für jeden Verwendungszweck.

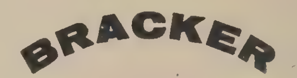
Otto Schaaf
Armaturen- und Metallwarenfabrik, Metallgießerei
Böhlitz-Ehrenberg

AUFZÜGE

Gegr.  1861

AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN-NÜRNBERG-ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

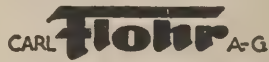
AUFZÜGE



Aufzüge
jeder
Betriebsart
und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

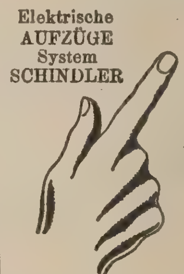
AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische
AUFZÜGE
System
SCHINDLER



Elektrische
Steuerungen
und
Apparate für
AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette
Aufzugs-
Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE



jeder Art und Größe
Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt

AUFZÜGE

Original-Dreistern
von höchst. Sicherheit u. dem neu
Stand der Technik entsprech
Maschinenfabrik MÜHLEISS
Elberfeld-Son.

Bei Erteilung
eines
Jahresauftrages
(52 Anzeigen)
kostet
dieser Raum (65 mm)
Mk. 32,76 netto
pro Einschaltung

AUFZÜGE



jeder
Art,
Verdunkelun
für
Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co.
Nordhäuser Maschinenfabrik A
Nordhausen a. H.

AUFZÜGE



jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrokarren im Dienste der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Mitteilung der AEG.

Nach kürzlich erfolgten Mitteilungen des Reichsbahn- :entralamtes hatte die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft m Herbst 1928 im Güterboden- und Gepäckdienst 468 Elektrokarren 1 Betrieb, die nach Absetzung aller Unkosten, Abschreiungen usw. eine

jährliche Ersparnis von 1 288 000 RM

rachten.



Bild 1.
lektrokarren EK 1504 mit Anhängewagen im Gepäck-Umlade-Verkehr

Diese Zahl gibt einen Hinweis für die Wirtschaft- ichkeit des Betriebes und sollte Veranlassung geben, berall da Elektrokarren einzusetzen, wo jetzt noch der Iandbetrieb vorherrscht.

Die AEG stellt seit 15 Jahren Elektrokarren her und erfügt daher über große Erfahrungen; für alle Verwen- ungszwecke sind Bauarten entwickelt und sofort ieferbar.

Im Gepäck-Umlade-Verkehr der Personen- ahnhöfe bewährt sich am besten der Elektrokarren mit ester Plattform für 1500 kg Tragkraft; er wird hier, wie Bild 1 zeigt, vielfach in Verbindung mit den auf den Bahnhöfen vorhandenen Anhängewagen verwendet, die nit einer entsprechenden Kupplungseinrichtung versehen verden müssen. Während sich früher mehrere Bahn- eamte mit den beladenen Gepäckwagen abmühen mußten,



Bild 2. Elektrokarren EK 1504 mit aufgesetzter Ladepritsche und Anhängewagen im Expreßgut-Verkehr.

ollbringt der Elektrokarren-Fahrer diese Arbeit ohne Anstrengung. Der für die Ent- und Beladung der Fahr- euge am Zugpackwagen notwendige Begleiter kann wäh- end der Fahrt die Beaufsichtigung des Fördergutes über- ehmen. Auch das Überqueren der Gleise, um von einem Bahnsteig zum anderen zu kommen, bereitet keinerlei chwierigkeiten. Die große Bodenfreiheit des AEG- Elektrokarrens macht sich hierbei sehr angenehm be- nerkbar, da auch bei großer Unebenheit der Fahrbahn ein Aufstoßen der Batterie unmöglich ist. Durch Aufsetzen von Ladepritschen kann die Plattformhöhe vergrößert werden (Bild 2), so daß ein leichtes Überladen vom Karren zum Eisenbahnwagen und umgekehrt gewährleistet ist.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß eine Belästigung oder Gefährdung des Publikums auf den Bahnsteigen mit der Verwendung von Elektrokarren keinesfalls verbunden ist, da dieses sich sehr schnell an das Fahrzeug gewöhnt und auf Grund der Glockensignale die Fahrbahn freigibt. Durch die außerordentlich starke Steigerung des Expreßgut-Verkehrs in letzter Zeit werden die Elektrokarren in diesem Verkehrszweige heute sehr viel besser ausgenutzt als früher. Ein Bild von der Leistungsfähigkeit gibt das nachstehend geschilderte Beispiel.

Auf zwei ziemlich gleichartigen und gleich großen westdeutschen Bahnhöfen ist der Expreß- und Eilgut-



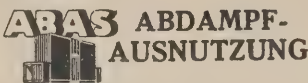
Bild 3. Elektrokarren EK 752 im Güterumladedienst.

verkehr sehr stark gestiegen. Während bei einem Bahnhof, auf dem noch keine Elektrokarren im Betrieb waren, sich eine Mehreinstellung von 30 Arbeitern erforderlich machte, konnten die vorhandenen Elektrokarren des anderen Bahnhofes die Mehrleistung ohne weiteres bewältigen.

Im Güterumschlag-Verkehr haben sich die Elektrokarren besonders auf den großen Güterumladehallen eingeführt und auch bestens bewährt. Entsprechend den Größenverhältnissen der Bahnhöfe werden hier Elektrokarren für 1500 kg Tragkraft mit Vierradlenkung oder solche für 750 kg mit Zweiradlenkung verwendet (Bild 3). Auch hier wird die Ausnutzung der Fahrzeuge durch Verwendung von Anhängewagen bedeutend verbessert. Für diese wird von den Dienststellen die denkbar geringste Bauhöhe gefordert. Dieser Forderung kann natürlich nur bis zu einem gewissen Grade Folge geleistet werden, da der Fahrwiderstand, insbesondere auf Fahrbahnen aus Holz, stark wächst und Motor und Batterie des Elektrokarrens leicht überanstrengt. Es sollte daher ein Laufrad-Durchmesser von 200 mm möglichst nicht unterschritten werden.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEI



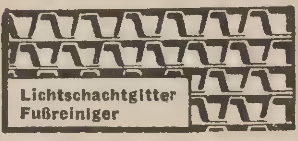


ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

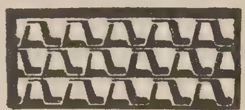
ABDECKPLATTEN



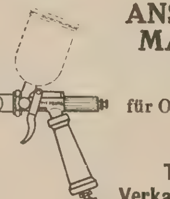
Schnellste Lieferung ab Lager

Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

ABDECKUNGSROSTE
Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis



ANSTREICH-MASCHINE TVG

für Oel- und Wasserfarben

Technische Verkaufsgesellschaft
Duisburg.

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN
für
Hochdruck u. Heißdampf

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H.
Saarbrücken

Kein Zoll!

AUFZÜGE

Gegr  1861

AUFZUGSWERKE



MÜNCHEN-NÜRNBERG-ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

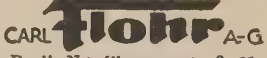
AUFZÜGE

BRACKER

Aufzüge jeder Betriebsart und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik. Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER



Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE



jeder Art und Größe

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt

AUFZÜGE



jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE



jeder Art, Verdunkelungen für Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co.
Nordhäuser Maschinenfabrik A.-G.
Nordhausen a. H.

Bei Erteilung eines Jahresauftrages (52 Anzeigen) kostet dieser Raum (30 mm) Mk. 15.12 netto pro Einschaltung

AUFZÜGE
für Lasten und Personen



Elektro-Züge
150—5000 kg Tragkraft
Krane
Winden aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



BELEUCHTUNG



BESEG-LICH

Unübertroff
für
Industrie-Großbeleucht
Beseg-Sonnen
Beseg-Werkstattleuchten
Beseg-Tiefbreitstrahler
Beseg-Sicherheitsleuchten
Beseg-Scheinwerfer
Fordern Sie
unsere unverbindlichen Vorsch
Berliner Spar-Elektrizitäts-Gesellschaft m.
Bln.-Wilmersdorf, Babelsberger
Fernruf: Pfalzburg 2353-54
Draht: Beseglicht

BLECH-BIEGEMASCHINE
Blechrichtemaschine
bis zu den größten Abmessu
in stets neuesten Konstruktio
baue
M. A. G. vorm. Beck & Henk
Kassel

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrun
Wasserwerksbau

Reuther Tiefbau G. m. b. H
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF-DRUCKVERMINDER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Kokslöschlokomotiven.

Mitteilung der AEG.

Auf neuzeitlichen Kokereien werden zur Beförderung des Kokslöschwagens zwischen Ofenbatterie, Löschturm und Entladerampe heute fast ausschließlich elektrische Lokomotiven verwendet. Wirtschaftliche Vorteile, bedingt durch die einfache Bedienung und Wartung, kurze Instandsetzungszeiten und die Möglichkeit, den vorhandenen Drehstrom unmittelbar zu verwenden, sicherten der elektrischen Lokomotive dieses Arbeitsgebiet.

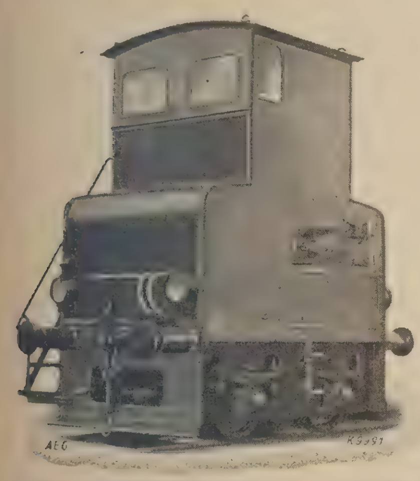


Bild 1. Kokslöschlokomotive für Gleichstrom.

Die von der AEG in größerer Zahl gelieferten Kokslöschlokomotiven sind durchweg zweiachsig und haben ein Dienstgewicht von 15 bis 17 t. Kennzeichnend für diese Art von Lokomotiven ist das hochgelegene Führerhaus (Bilder 1 u. 2). Die außergewöhnliche Höhe ist nötig, damit der Führer die Ofensohle und den Kokslöschwagen gut überblicken kann. Die Höhe des Führerstandes muß daher in jedem Fall der Höhe der Ofensohle angepaßt werden.

Der Rahmen der Lokomotiven besteht aus Flußstahlblechen oder aus Walzeisen. An seinen Enden sind Zug- und Stoßvorrichtungen nach den Normen der Reichsbahn mit Hülsenpuffern angebracht. Gegen die Achsen ist der Rahmen durch Blatt- oder Spiralfedern abgefedert. Die Achslager sind bei Drehstromlokomotiven als Innenlager, bei Gleichstromlokomotiven als Außenlager ausgebildet.

Die Achsen sind aus SM-Stahl von etwa 60 kg/mm² Festigkeit hergestellt. Die Stahlgußräder haben warm aufgezogene Radreifen aus SM-Stahl von 80 bis 90 kg/mm² Festigkeit.

Über die ganze Länge des Rahmens ist der Maschinenraum aus Eisenblech aufgebaut; über seiner Mitte erhebt sich der Führerstand mit seitlicher Plattform, die durch eine Treppe zugänglich ist. In dem Maschinenraum sind der Motorkompressor mit Zubehör, die Luftbehälter, die Anfahrwiderstände, Leistungsschütze u. a. untergebracht. Damit diese Teile leicht überwacht und auch ausgebaut werden können, sind die Seitenwände an geeigneter Stelle mit Klappen versehen.

Gebremst wird die Lokomotive durch eine von Hand und durch Druckluft zu betätigende vierklötzige Bremse. Gebrauchsbremse ist die Druckluftbremse Bauart Knorr.

Der Motorkompressor hat eine Leistung von 52 m³/h angesaugter Luftmenge gegen 7 atü. Ein einstellbarer Druckregler mit Schütz sorgt stets dafür, daß der Druck in den Luftbehältern 6 bis 7 atü nicht überschreitet und nicht unter 4 bis 5 atü sinkt. Die Luftbehälter liefern auch die für die Betätigung der Entladeklappen des Kokslöschwagens notwendige Druckluft, ihr Inhalt wird deshalb von Fall zu Fall dem Luftbedarf des Wagens angepaßt.

Die Sandstreuer, das Läutewerk und die Signalpfeife der Lokomotive werden ebenfalls durch Druckluft betätigt.

Der Antrieb der Kokslöschlokomotiven erfolgt bei Gleichstrom in der bei Straßen- und Werkbahnen üblichen Weise durch vollständig geschlossene Tatzenlagermotoren über Stirnrädervorgelege. Dieser Antrieb bewährt sich auch im Kokereibetrieb ausgezeichnet, doch bleibt er auf die Fälle beschränkt, in denen auf der Zeche Gleichstrom zur Verfügung steht. Bild 1 zeigt eine Gleichstromlokomotive von etwa 65 kW Stundenleistung.

In den weitaus meisten Fällen wird der vorhandene niedergespannte Drehstrom unmittelbar zum Antrieb der Lokomotiven benutzt. Schwierigkeiten bestehen für die Stromabnahme nicht, da die Strecken meist vollkommen gerade und ohne Weichen und Kreuzungen verlegt sind.

Zum Antrieb der Drehstromlokomotiven verwendet die AEG vollständig geschlossene, normale Kranmotoren, wie sie auf den Kokereien für andere Zwecke, z. B. für die Koksausdrückmaschinen, Verwendung finden.

Der Motor ruht zwischen den Achsen der Lokomotive auf einer Wiege, die sich auf der einen Seite mit Tatzenlagern auf die angetriebene Achse stützt, während sie auf der andern Seite federnd aufgehängt ist. Der Antrieb erfolgt über ein doppeltes Stirnrädervorgelege, dessen Übersetzung den Betriebsverhältnissen leicht angepaßt werden kann. Das Getriebe ist in der bei Bahnmotoren üblichen Weise von staubdichtschließenden Stahlblechschutzkasten umkleidet.

Die Achsen der Lokomotive sind durch Kuppelstangen verbunden (Bild 2). Die Stangenlager sind so ausgebildet, daß das Eindringen von Staub und Koksteilchen mit Sicherheit vermieden wird.

Die Drehstromlokomotiven werden für Leistungen von 38, 45, 53 und 72 kW Stundenleistung gebaut. In allen Fällen wird die gleiche Lokomotivbauart verwendet, lediglich Vorgelege, Führerstandhöhe und Stromabnehmer-Anordnung werden den jeweiligen Betriebsverhältnissen angepaßt.

Gesteuert werden die Gleichstromlokomotiven durch einen Fahrschalter mit Reihen- und Parallelschaltung, mit dem in der üblichen Weise Widerstände in den Motorstromkreis geschaltet werden. Bei Drehstromlokomotiven ist ein Steuerschalter mit Leistungsschütz vorgesehen, der mehr oder weniger Widerstand in den Rotorstromkreis schaltet. Die Stromabnahme erfolgt bei Gleichstrom durch einen oder zwei, bei Drehstrom durch drei neben- oder übereinander angeordnete Stromabnehmer. Hinter den Stromabnehmern liegen Blitzableiter mit Drosselspulen, welche die elektrische Einrichtung vor Überspannungen schützen. Zum Schutz gegen dauernde Überlastungen sind Sicherungen, zur Begrenzung unzulässiger Stromstöße Überstromausschalter bzw. Höchststromauslöser vorgesehen, die auf ein Leistungsschütz wirken.

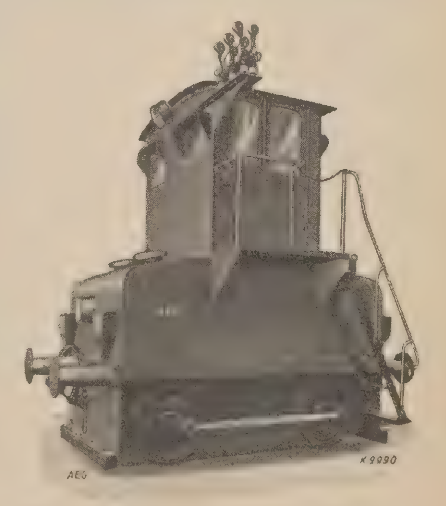


Bild 2. Kokslöschlokomotive für Drehstrom.

Die Belastung der Motoren kann an Amperemetern beobachtet werden. Die Anordnung und Beleuchtung der Apparate im Führerhaus ist so getroffen, daß der Führer sie leicht überwachen und bedienen kann.

Sämtliche Teile sind gegen die Einwirkung von Hitze und Dämpfen gut geschützt.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

PRESSLUFT-ENTÖLER D.R.P.

„BÜHRING" D.R.P. mit Ölrückgewinnung



Bühring A.-G.
Landsberg (Bz. Halle)

ABDAMPF-ENTÖLER

Max Dreyer & Co., Magdeburg-S.

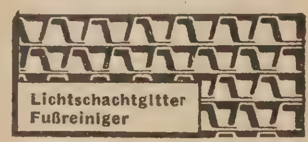
ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER

Th. Wippern, Huss & Co.
Kommandit-Gesellschaft
Maschinenfabrik
Bremen

ABDECKPLATTEN

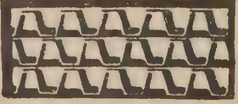


Schnellste Lieferung ab Lager

Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

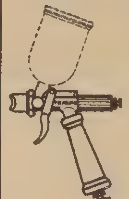
ABDECKUNGSROSTE

Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis

ANSTREICH-MASCHINE TVG



für Oel- und Wasserfarben

Technische Verkaufsgesellschaft
Duisburg

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN

für alle Zwecke

Heinrich ter Jung, Metallwaren- und Maschinenfabrik G. m. b. H.,
Mülheim-Ruhr.



ARMATUREN

für

Hochdruck u. Heißdampf

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H.
Saarbrücken
Kein Zoll!

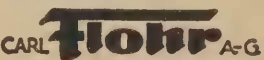
AUFZÜGE



Aufzüge jeder Betriebsart und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER

Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u. Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE



jeder Art und Größe

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt

AUFZÜGE

Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim



Bei Erteilung eines Jahresauftrages (52 Anzeigen) kostet dieser Raum (35 mm) Mk. 17,64 netto pro Einschaltung

AUFZÜGE

Original-Dreistern
von höchst. Sicherheit u. dem neuest. Stand der Technik entsprechend.
Maschinenfabrik MÜHLEISSEN
Elberfeld-Son.

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-Züge
150–5000 kg Tragkraft
Krane
Winden aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

AUFZÜGE



jeder Art, **Verdunkelungen** für Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co.
Nordhäuser Maschinenfabrik A.-G.
Nordhausen a. H.

AUFZÜGE

Gegr  1861

AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN·NÜRNBERG·ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE



jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Schleifringgehäuse mit Fremdbelüftung für langsamlaufende Drehstrommotoren in explosionsgefährlichen Räumen (DRGM).

Mitteilung der AEG.

Große Kolbenkompressoren werden bei elektrischem Antrieb von etwa 300 PS an direkt angetrieben, d. h. der Motor sitzt in bekannter Weise unmittelbar auf der Welle, die ebenso wie die Lager vom Erbauer des Kompressors hergestellt werden, während die Elektrizitätsfirma nur den eigentlichen Motor mit Schleifringen liefert.

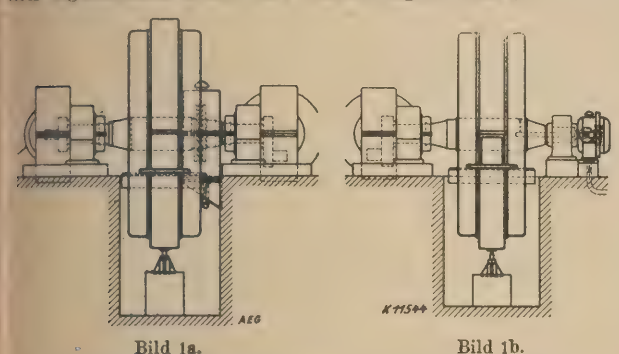


Bild 1a. Schleifringe innenliegend
Bild 1b. Schleifringe außenliegend
Anordnung von Schleifringgehäusen mit Fremdbelüftung.

Für die neuen Zentralkokereien, Gasfernversorgungen und Stickstoffwerke sind große Kompressoren erforderlich geworden, die im Gegensatz zu Kompressoren für die Verdichtung von Luft in gashaltigen bzw. explosionsgefährlichen Räumen aufgestellt werden.

Die Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke hat für die Elektromotoren in gashaltigen Räumen in erster Linie die schlagwettergeschützte Bauart vorgeschrieben. Bei direkt angetriebenen Kompressoren ist diese mit Erfolg nur bei einkurbeliger Bauart verwendbar, weil die Schleifringe auf der über das Außenlager hinaus verlängerten Kurbelwelle aufgesetzt werden und so bei geringem Durchmesser eine zuverlässige druckfeste Kapselung erhalten können; allerdings muß hierbei die Welle axial durchbohrt und zwischen Außenlager und Rotornabe mit drei radialen Durchbohrungen versehen werden, um die Rotorleitungen von den Schleifringen zu der Rotorwicklung durchzuführen. Die Schleifringkapseln sind für einen Explosionsdruck von 8 atü zu bemessen; die dem Außenlager zugewendete Stirnseite der Kapsel muß für den Durchtritt der Welle eine Öffnung mit 50 mm langer Metalldurchführung erhalten, zwischen deren Bohrung und der Welle nur ein Luftspalt von 0,25 mm vorhanden sein darf, damit sich die Zündflamme auf dem Wege aus der Kapsel abkühlt. Wegen der Durchbiegung der Kurbelwelle und Lagerabnützung kann die Einhaltung des geringen Luftspaltes natürlich in Frage gestellt sein.

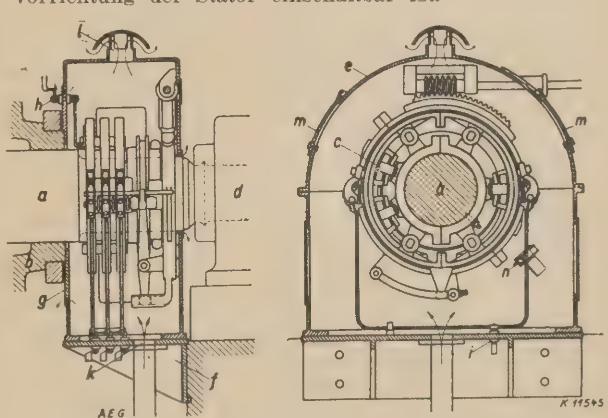
Die genannte Berufsgenossenschaft hat, da bei Anlagen über Tage Frischluft vorhanden ist, auch die Durchzugstypen zugelassen, die sie wie folgt kennzeichnet: „Durchzugstypen sind Motoren, die gegen den Raum, in dem sie arbeiten, vollständig abgeschlossen sind und so gelüftet werden, daß sich im gekapselten Motorraum Gase nicht ansammeln können; sowohl das Zuführungs- als auch das Abführungsrohr für die Kühlluft müssen ins Freie geführt werden.“ Hierbei ist an Motoren gedacht, die auf ihrer Welle einen Ventilator haben, der selbst die Luft ansaugt und durch den Motor hindurch nach außen drückt. Stillschweigende Voraussetzung ist hierbei, daß die Luftrohre ebenfalls dicht sind, damit sich nicht Gase in ihnen ansammeln, die beim Anlassen des Motors, also gerade in dem Augenblick, in dem Funken auftreten können, mit angesaugt und vielleicht entzündet werden.

Bei den in Frage stehenden großen Motoren wäre es verfehlt, den ganzen Motor zu kapseln; deshalb hat die AEG ein besonderes System (DRGM) entwickelt. Der Grundgedanke ist der, daß es nicht notwendig ist, den ganzen Motor zu lüften, sondern nur den Raum, in dem sich die Schleifringe befinden, da ja nur in diesem Funken auftreten können. Zur Lüftung dient ein kleiner elektrisch betriebener Ventilator, der reine Luft von außen ansaugt und in Betrieb gesetzt werden muß, bevor der Hauptmotor eingeschaltet werden kann; das Schleifringgehäuse ist alo bereits durchlüftet, bevor die Funken an den Schleifringen auftreten können.

Das vorstehend angegebene System findet in erster Linie bei zweikurbeligen Kompressoren Anwendung (Bild 1 a), jedoch ist es mit Rücksicht auf seine Betriebssicherheit auch bei einkurbeligen Kompressoren mit außenliegenden Schleifringen (Bild 1 b) empfehlenswert.

Bild 2 zeigt ein nach diesem System entworfenes und wiederholt ausgeführtes Schleifringgehäuse mit Schleifringkörper.

Der zweiteilige Schleifringkörper *c* sitzt in der üblichen Weise auf der Kurbelwelle *a* zwischen dem Rotor *b* und einem der beiden Lager *d* (s. auch Bild 1 a). Er ist von einem zweiteiligen Gehäuse *e* umgeben, das für sich mittels eines Konsols *f* am Fundament befestigt wird. An der Rotornabe ist eine zweiteilige Abschlußscheibe *g* angeschraubt, in der drei um 120° versetzte Kabel-Durchführungsbolzen befestigt sind. An diese Bolzen werden die zum Rotor bzw. zu den Schleifringen führenden Leiter gelegt. Zwischen Scheibe und Gehäuse bzw. Welle und Gehäuse ist genügend Spielraum, damit trotz Wellendurchbiegung und Wellenverschiebung, hervorgerufen durch Rotorgewicht und Kolbendrücke, das Gehäuse nicht streifen kann. Das Konsol, welches das Gehäuse nach unten abschließt, hat eine Öffnung *k*. Durch diese fördert während des Betriebes der kleine von einem Kurzschlußmotor angetriebene Ventilator reine Luft von geringem Überdruck in das Gehäuse, so daß aus den vorerwähnten Spielräumen, sowie sonstigen Öffnungen wohl Luft aus-, aber nicht eintreten kann. Die obere Öffnung *l* ist angeordnet, damit die während des Stillstandes eingedrungenen Gase vor dem Anlassen des großen Motors mittels des Ventilators leicht austreten können. Eine geeignete elektrische Verriegelung ist vorzusehen, um zu verhüten, daß der Hauptmotor eingeschaltet wird, bevor der Elektroventilator angelassen und eine bestimmte Zeit gelaufen ist. Die verschließbaren Klappen *m* ermöglichen eine Revision der Bürsten und Schleifringe. An die geschützt angeordneten Durchführungsbolzen *i* werden die zum Anlasser führenden Leitungen gelegt. Im Innern des Gehäuses wird auf Wunsch ein Verriegelungskontakt *n* eingebaut, so daß nur bei aufliegenden Bürsten und geöffneter Kurzschließvorrichtung der Stator einschaltbar ist.



a = Kurbelwelle
b = Rotor
c = Schleifringkörper
d = Kurbelwellenlager
e = Gehäuse
f = Konsol
g = Abschlußscheibe
h = Durchführungsbolzen
i = Anschlußbolzen
k = Lufteintrittsöffnung
l = Luftaustrittsöffnung
m = Revisions-Klappen
n = Verriegelungskontakt

Bild 2. Schleifringgehäuse mit Fremdbelüftung DRGM.

Die AEG verwendet grundsätzlich bei direktem Drehstromantrieb ein- und zweikurbeliger Kompressoren die beschriebene Bauart der Schleifringe, da sie den sichersten Schutz gegen Explosionsgefahr bietet.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

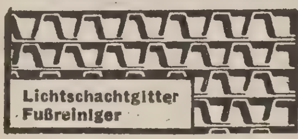


ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDECKPLATTEN



Schnellste Lieferung ab Lager

Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

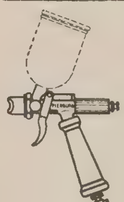
ABDECKUNGSROSTE

Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis

ANSTREICH-MASCHINE TVG



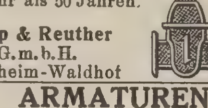
für Oel- und Wasserfarben

Technische Verkaufsgesellschaft
Duisburg

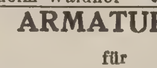
ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

für

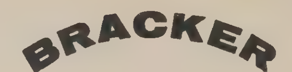
Hochdruck u. Heißdampf

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H.
Saarbrücken

Kein Zoll!

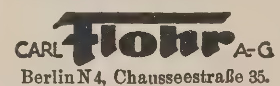
AUFZÜGE



Aufzüge jeder Betriebsart und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

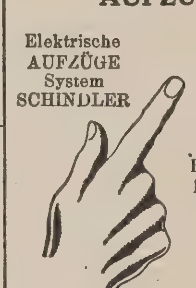
AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER



Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE



jeder Art und Größe

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt

AUFZÜGE



jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE



jeder Art, Verdunkelungen für Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co.
Nordhäuser Maschinenfabrik A.-G.
Nordhausen a. H.

Bei Erteilung eines Jahresauftrages (52 Anzeigen) kostet dieser Raum (25 mm) Mk. 12,60 netto pro Einschaltung

AUFZÜGE

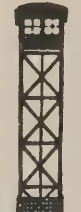
Gegr. 1861



AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN · NÜRNBERG · ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-Züge 150—5000 kg Tragkraft
Krane
Winden aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE

aller Art — Feineinstellung
Personenpaternoster
KRANE
Transportband-Anlagen

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a. M.-West

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlage mit sämtlichem Zubehör

Gaswerkzeuge für alle Gasarten.



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u. Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

BELEUCHTUNG



BESEG-LICHT

Unübertroffen für Industrie-Großbeleuchtung
Beseg-Sonnen
Beseg-Werkstattleuchten
Beseg-Tiefbreitstrahler
Beseg-Sicherheitsleuchten
Beseg-Scheinwerfer
Fordern Sie unsere unverbindlichen Vorschläge

Berliner Spar-Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H.
Bln.-Wilmersdorf, Babelsbergerstr.
Fernruf: Pfalzburg 2353-54
Draht: Beseglicht

BLECH-BIEGEMASCHINEN Blechrichtemaschinen

bis zu den größten Abmessungen in stets neuesten Konstruktionen bauen

M. A. G. vorm. Beck & Henkel
Kassel

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau

Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF-DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Flüssigkeitsanlasser.

Mitteilung der AEG.

Zum Anlassen von Gleichstrommotoren sowie zum Anlassen und Regeln von Drehstrom-Schleifringmotoren bis zu den größten Leistungen werden die Flüssigkeitsanlasser den Metallanlassern vielfach vorgezogen, weil sie nicht den Motorleistungen genau entsprechend ausgelegt sein müssen und außerdem bei Drehstrommotoren ohne Rücksicht auf die Läuferdaten verwendet werden können. Die Flüssigkeitsanlasser ermöglichen stoßfreies Anlassen und können außerdem durch Änderung des Sodazusatzes leicht den verschiedenartigsten Anlaufbedingungen angepaßt werden. Sie sind daher als Reserveanlasser für Motoren verschiedener Größe besonders geeignet. Bei größeren Leistungen kommt noch hinzu, daß ihre Abmessungen kleiner und die Anschaffungskosten geringer als die der Metallanlasser sind. Sie genügen den schwersten Anforderungen der Hütten-, Walz- und Bergwerke für Pumpen, Gebläse-, Walzen- und Umformerantriebe. Die Verwendung eingebauter Kühlvorrichtungen gestattet weiterhin die Abführung großer Energiemengen, wie sie besonders beim Fördermaschinenantrieb in Frage kommen.

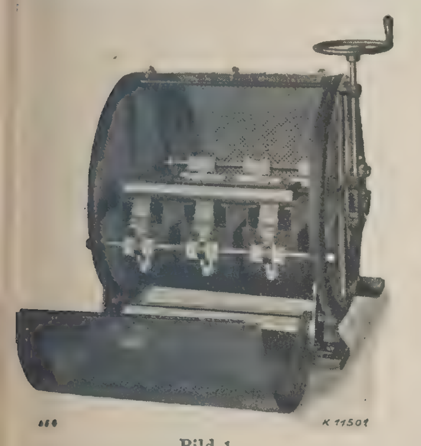


Bild 1.
Flüssigkeitsanlasser für 150 kW Vollastanlauf.

Die kleinen Anlasser bis 150 kW Vollastanlauf (Bild 1) bestehen aus Gestellen mit gußeisernen Seitenteilen, zwischen denen innen verbleite Blechgefäße zur Aufnahme der Flüssigkeit aufgehängt sind. Die sichelförmigen, ebenfalls verbleiten Eintauchbleche sind durch je einen Tragarm an einer Welle befestigt und werden mittels einer selbsthemmenden Schneckenradübersetzung langsam in die Flüssigkeit gesenkt. Schnecke mit Antriebswelle und Handrad können nach Bedarf senkrecht oder wagerecht angeordnet werden. In der Endstellung werden die Anlasser durch besondere Fingerkontakte metallisch kurzgeschlossen. Bei Gleichstrom wird das Feld durch angebaute metallene Schalter geschaltet.

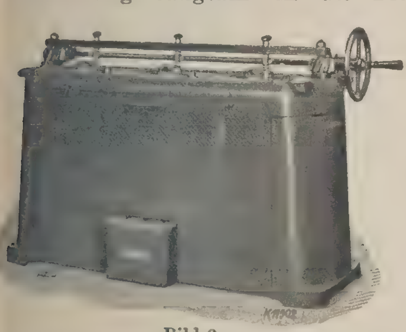


Bild 2.
Flüssigkeitsanlasser für 1175 kW Vollastanlauf.

Die größeren Anlasser bis 1175 kW Vollastanlauf (Bild 2) haben als Elektrodengefäße Tonröhren mit isoliert auf dem Gestell befestigten Elektrodenböden. Die pilzförmigen Elektroden sind an einem Querhaupt aufgehängt. Beim Einschalten werden die Elektroden mittels zweier selbsthemmender Schraubenspindeln, deren Muttern durch Schnecken angetrieben werden, langsam gesenkt. Die Kurzschlußkontakte bestehen aus Schaltmessern, welche die federnden festen Kontakte miteinander verbinden; bei Gleichstrom ist ein besonderer Feldschalter erforderlich.

Für noch größere Leistungen werden die Anlasser mit Kühlvorrichtung ausgeführt (Bild 3). Der Kasten hat keine Durchführungsöffnungen, so daß Leckschäden nicht vorkommen können. Die Stromzuführungen werden außen am Anlasser hochgeführt. Die Zuführung der Kühlwasserleitungen erfolgt ebenfalls von oben. Der ganze Einbau kann nach Lösen von drei Verbindungsschrauben an den Stromschienen und vier Befestigungsschrauben am oberen Kastenrand herausgehoben und leicht untersucht werden ohne daß die Flüssigkeit abgelassen werden muß. Nach Lösen weniger Halteschrauben können die Tonrohre entfernt werden, um die am stärksten der Abnutzung unterworfenen Elektroden vollkommen frei zu legen, daß diese so eingehend untersucht und schnell ausgewechselt werden können (Bild 4). Das Material der Elektroden — Nickelblech — gewährleistet lange Haltbarkeit. Das zum Kühlen der Flüssigkeit dienende Rohrsystem kann ebenfalls nach Lösen weniger Schrauben und der Rohranschlüsse herausgehoben werden. Die Ausführung dieser Anlasser erfolgt in verschiedenen Größen, für Motorenleistungen bis 4000 kW und mit Kühleinrichtung zur dauernden Abführung von 20% der für die einzelnen Größen geltenden Motorleistungen. Bild 3 zeigt außerdem eine Sonderausführung als Schlupfregler (mit aufgebautem Regelmotor und Regelwiderstand) zum Konstanthalten der Leistung von Umformer- und Walzwerksmotoren, die mit Schwungmassen zur Aufnahme der periodisch auftretenden höheren Maximalleistung verbunden sind.



Bild 3.
Flüssigkeitsanlasser für 4000 kW Vollastanlauf.

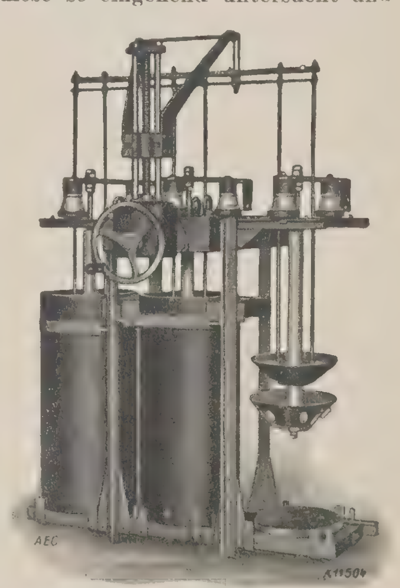


Bild 4.
Selbsttätiger Schlupfregler (Anlaßvorrichtung herausgehoben, eine Elektrode freigelegt).

Sämtliche Anlasser können mit motorischen Fernantrieben versehen werden, so daß die Bedienung von beliebiger Stelle aus durch Druckknopf oder Hilfsschalter erfolgen kann.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Schwungradloser Drehstromantrieb für Scheren usw.

Mitteilung der AEG.

Während man bei Verwendung von selbsttätig regulierten Gleichstrommotoren für schwungradlose Scheren die Schwungradwirkung durch den erzielten Geschwindigkeitsausgleich vollwertig und verlustlos ersetzen kann, ist dies bei gewöhnlichen Drehstrommotoren nur im geringen Maße durch einen Schlupfwiderstand möglich. Bei schwungradlosem Drehstromantrieb muß also die Stromquelle den größten Teil der aus dem höchsten Drehmoment der Arbeitsmaschine sich ergebenden Spitzenleistung decken können. Damit ist aber nicht gesagt, daß die Spitzenbelastung der Stromquelle bei dem schwungradlosen Drehstromantrieb wesentlich größer sein muß als mit Schwungrad, und zwar aus folgenden Gründen: Bei Schwungradscheren ist eine Kupplung vorhanden, die für jeden Schnitt eingerückt werden muß. Dies erfordert einen Kraftaufwand, vor allem aber Zeit. Außerdem greift die Kupplung nicht immer sofort ein, wodurch ein weiterer Zeitverlust entsteht. Um diese Zeitverluste auszugleichen, wird mit hohen Schnittgeschwindigkeiten bzw. großen Schnittzahlen je Minute gearbeitet. Man rechnet aber keineswegs damit, daß diese Schnitt- bzw. Hubzahlen auch ausgenützt werden; die ausnützbare Hubzahl ist vielmehr nur ½ bis höchstens ¾ der rechnerischen. Durch die der rechnerischen Hubzahl entsprechende Schnittgeschwindigkeit ist aber die erforderliche Motorleistung gegeben.



Blechtrenn-, Saum- und Spaltschere 25 × 2050 mm mit schwungradlosem Drehstrom-Druckknopfsteuerungs-Antrieb (90 PS) — Wagner & Co., Dortmund.

Bei dem schwungradlosen Antrieb mit Druckknopfsteuerung entfällt dagegen die Griffzeit, auch gibt es dabei nur ausgenützte Hübe. Infolgedessen kann die Schnittgeschwindigkeit ermäßigt und die aus dem Produkt Schnittdruck mal Schnittgeschwindigkeit hervorgehende Spitzenleistung geringer sein als bei Schwungradantrieben, so daß auch ohne Schwungradausgleich die sich ergebende wirkliche Spitzenleistung nicht oder jedenfalls nicht viel höher sein muß. Der Stromverbrauch der schwungradlosen Schere wird dagegen — auch wenn aus besonderen Gründen die Motorspitzenleistung wesentlich höher sein sollte — bedeutend geringer sein als der Stromverbrauch der Schwungradschere. Der Unterschied ist um so größer, je weniger von den zur Verfügung stehenden Hüben im Tagesdurchschnitt ausgenützt werden. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, den Schnitt in jedem Moment aufhalten und das Messer zurücklaufen lassen zu können, was besonders wichtig ist wegen der Schwierigkeit, die das genaue Einhalten der Schnittlinie bei Tafelscheren bietet.

Ferner kann man mit dem schwungradlosen Antrieb auch Teilhübe ausführen und mit pendelnd bewegtem Messer arbeiten. Endlich entfällt die große Gefahr, die das aufgeladene Schwungrad für die Bruchsicherheit der Schere oder Presse bildet. Maschinen mit schwungradlosem Antrieb haben daher eine weitaus höhere Bruchsicherheit, und können sogar vollkommen bruchsicher hergestellt werden.

Bei dem schwungradlosen Drehstromantrieb wird ein Motor mit Schleifringanker und besonders hohem Anzugs- und Kippdrehmoment verwendet. Die Überlastungsfähigkeit des Motors wird je nach der durchschnittlichen Tageshubzahl mehr oder weniger ausgenützt. Bei starker Ausnützung der Überlastungsfähigkeit kann ein kleinerer Motor gewählt werden; die Spitzenstromstärke ist aber bei einer gegebenen Maschine und Hubzahl in beiden Fällen gleich. Wenn die Stromquelle außerdem noch den etwa dreifachen Wert des Nennstromes als Anlaufstrom zuläßt, so ist nicht einmal ein selbsttätiger Anlasser nötig, sondern der vorgesehene Schlupfwiderstand genügt allein, um den Anlaufstrom in dieser Grenze zu halten. Die Steuerung besteht dann bloß aus dem Motor, dem festen Schlupfwiderstand, einem Bremslüfter, zwei Schützen für Rechts- und Linkslauf, die in Funkensperrung geschaltet sind (DRP.), den Druckknopftafeln mit den Kommandos „Schnitt“, „Rücklauf“, „Durchlauf“ und „Halt“, einem Grenzschalter, der durch die Kurbel bzw. Exzenterwelle betätigt wird, und einem Motorschutzschalter mit Stromzeiger. Das Rücklaufschütz und der zugehörige Druckknopf können zur weiteren Vereinfachung ebenfalls wegfallen, wodurch aber die Bedienung umständlicher wird, weil für den Rücklauf dann ein besonderer Handumschalter bedient werden muß. Beim Drücken des Knopfes „Schnitt“ läuft der Motor in normaler Drehrichtung schnell an; beim Ausüben des größten Drehmomentes sinkt seine Drehzahl im Verhältnis zu dem Schlupfwiderstand beim Rücklauf des Obermessers beschleunigt sich der Motor wieder, bis er, bevor das Obermesser wieder seine Anfangslage erreicht, durch den Grenzschalter ausgeschaltet und durch die einfallende Bremse stillgesetzt wird. Der Knopf „Rücklauf“ kann in jedem Moment gedrückt werden, worauf sich die Bewegung sofort umkehrt, ebenso kann durch den Halteknopf in jedem Moment stillgesetzt werden. Mit dem „Durchlaufknopf“ wird der selbsttätig arbeitende Grenzschalter unwirksam gemacht, so daß, solange dieser Knopf gedrückt oder festgestellt wird, die Hübe ohne Unterbrechung folgen. Die Druckknöpfe können auch für Fußbetätigung ausgeführt werden, so daß der Bedienende beide Hände für die Werkstücke frei hat. Durch die Druckknopfbedienung wird gewöhnlich ein zweiter Mann erspart.

Das Bild zeigt eine Trenn-, Saum- und Spaltschere 2050 × 25 mm mit dem schwungradlosen Drehstromantrieb und mit Anlaß-Schützensteuerung, durch welche nicht nur der Anlaufstrom, sondern auch die Verluste im Schlupfwiderstand wesentlich vermindert werden. In diesem Falle sind alle Apparate, also auch der Hauptschalter, die thermische Motorschutzvorrichtung, Sicherungen, Umkehr- und Anlaß-Schützen, Stromwächter, Stromzeiger und dergl. in einem Schaltschrank vereinigt, der an einem der Scherenständer befestigt wird. Außer den Druckknopftafeln an beiden Ständern ist noch ein beweglicher Druckknopf mit dem Kommando „Schnitt“ für Fußbetätigung vorhanden.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

AEG-Getriebe-Dampfturbopumpen in der Wasserversorgung Groß-Berlins

Mitteilung der AEG.

Die Bildung der neuen Stadtgemeinde Berlin und das außerordentlich schnelle Anwachsen des Wasserverbrauches seit dem Jahre 1925 veranlaßte die Berliner Städtische Wasserwerke A.-G. und die Charlottenburger Wasser- und Industriewerke A.-G., die sich beide in die Wasserversorgung Groß-Berlins teilen, zu umfangreichen Erweiterungen ihrer Maschinenanlagen. Zu gleicher Zeit hatte die AEG ihre Getriebe-Dampfturbopumpen vervollkommnet, d. h. Wasserwerksmaschinen geschaffen, bei denen Dampfturbine und Hauptkreiselpumpe durch ein Rädergetriebe verbunden sind, eine Anordnung, die es gestattet, stets für beide Maschinen die günstigsten Drehzahlen zu wählen, mithin den höchsten Wirkungsgrad zu erreichen. Im Dampfverbrauch kommen solche neuzeitlichen AEG-Getriebe-Dampfturbopumpen den besten Dampfkolbenpumpen gleich. Dieser Umstand im Verein mit den übrigen bekannten Vorzügen der Dampfturbopumpen gab bei den Neuanschaffungen in Berlin den Ausschlag zugunsten der AEG-Getriebe-Dampfturbopumpe, die auch für andere Groß-Wasserwerke mit Dampfbetrieb die zweckmäßigste Betriebsmaschine für Reinwasser darstellt.



Bild 1. Förderwerk Stolpe.

	Förderwerk	Pumpenleistung in m³/h	Förderhöhe in m_{max}	Arbeit in in Wasser-PS etwa	U/min		Dampf-		Bei der Abnahme erzielter Höchstwert der spez. Förderarbeit in tm/kg
					Turbine etwa	Pumpe etwa	Eintrittsspannung in atü	Temperatur °C	
Berliner Städt. Wasserwerke A.-G.	Tegel	2000	40 bis 60	295 bis 445	7400 bis 8200	700 bis 770	14	350	54,6 bei H=50 m
	Lichtenberg	5000	20 bis 32	370 bis 590	4650 bis 5470	605 bis 710	15	350	62,5 bei H=32 m
	Stolpe	2000	60 bis 90	445 bis 665	4760 bis 5460	680 bis 780	15	350	60,1 bei H=90 m
Charlottenburger Wasser- und Industrie-Werke A.-G.	Johannisthal	3000	65 bis 95	720 bis 1055	2870 bis 3280	560 bis 640	11	350	56,9 bei H=95 m
	Tiefwerder	3000	65 bis 95	720 bis 1055	3000 bis 3400	585 bis 665	22	350	60,2 bei H=95 m

Uebersicht der für die Wasserversorgung von Groß-Berlin gelieferten AEG-Dampfturbo-Getriebepumpen,

Seitens der Berliner Städtische Wasserwerke A.-G. wurde das Förderwerk Tegel im Jahre 1926 mit 4 Maschinen, im Jahre 1927 das Förderwerk Lichtenberg mit ebenfalls 4 Maschinensätzen und im Jahre 1928 das Förderwerk Stolpe mit 3 Maschinensätzen ausgerüstet. Bei der Charlottenburger Wasser- und Industriewerke A.-G. kam im Förderwerk Johannisthal im Jahre 1926 und im Förderwerk Tiefwerder im Jahre 1928 je ein Maschinensatz mit einer größeren Turbinenleistung in Betrieb. Die Zahlentafel gibt eine Übersicht über die Leistungsdaten der genannten Förderwerke mit den bei den Garantieversuchen erzielten Resultaten im Dampfverbrauch.

Die Bilder 1 und 2 gewähren einen Einblick in den Maschinenraum der beiden Förderwerke Stolpe und Lichtenberg. Die darin aufgestellten Maschinen lassen die bereits typisch gewordene Anordnung der AEG-Getriebe-Dampfturbopumpen erkennen, die samt ihrer mit Dampfstrahlpumpen arbeitenden Kondensation mehrfach beschrieben worden sind[1]). Für die Wasserversorgung von Groß-Berlin stehen nunmehr außer 4 älteren AEG-Dampf-Turbopumpen 13 neuzeitliche AEG-Getriebe-Dampfturbopumpen mit einer gesamten Fördermenge von rund 52 000 m³/h zur Verfügung, die den Hauptteil der gesamten Wasserversorgung Groß-Berlins bewältigen.



Bild 2. Förderwerk Lichtenberg.

[1]) AEG-Mitteilungen 1925, Heft 4, S. 134. Die neue Dampfturbopumpenanlage des Wasserwerkes Tegel; AEG-Mitteilungen 1925, Heft 10, S. 319 und 11, S. 370. Die Entwicklung der Dampfturbopumpe als Wasserwerksmaschine; ZVDI, Band 70/1926. Nr. 46, S. 1521. Die Dampfturbopumpe als Wasserwerksmaschine.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

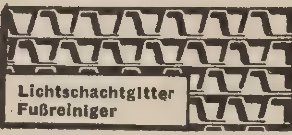


ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

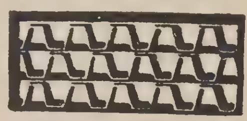
ABDECKPLATTEN



Schnellste Lieferung ab Lager

Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

ABDECKUNGSROSTE
Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis



ANSTREICH-MASCHINE TVG
für Oel- und Wasserfarben

Technische Verkaufsgesellschaft
Duisburg

Der Bezugsquellen-Nachweis die Zentralstelle technischer Angebote

---

ARMATUREN
für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN
für
Hochdruck u. Heißdampf

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H.
Saarbrücken
Kein Zoll!

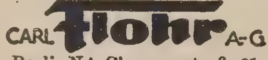
AUFZÜGE



Aufzüge jeder Betriebsart und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

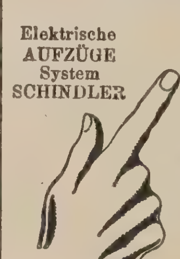
AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik. Bisher über 30000 Anlagen geliefert. Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER



Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE
Original Kühnscherf-Söhne Aufzüge

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.

AUFZÜGE



jeder Art und Größe
Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt



AUFZÜGE
jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

Bei Erteilung eines Jahresauftrages (52 Anzeigen) kostet dieser Raum (50 mm) Mk. 25.20 netto pro Einschaltung

---

AUFZÜGE



jeder Art, Verdunkelungen für Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co.
Nordhäuser Maschinenfabrik A.-G.
Nordhausen a. H.

AUFZÜGE

Gegr 1861



AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN-NÜRNBERG-ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE
für Lasten und Personen



Elektro-Züge 150—5000 kg Tragkraft
Krane Winden aller Art

Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabri
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE
aller Art — Feineinstellung
Personenpaternoster
KRANE
Transportband-Anlagen
Gebrüder Weismüller
Frankfurt a. M.-West



BELEUCHTUNG



BESEG-LICHT
Unübertroffe für
Industrie-Großbeleuchtun
Beseg-Sonnen
Beseg-Werkstattleuchten
Beseg-Tiefbreitstrahler
Beseg-Sicherheitsleuchten
Beseg-Scheinwerfer
Fordern Sie unsere unverbindlichen Vorschläg

Berliner Spar-Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H
Bln.-Wilmersdorf, Babelsbergerstr.
Fernruf: Pfalzburg 2353-54
Draht: Beseglicht

BLECH-BIEGEMASCHINEN
Blechrichtemaschinen
bis zu den größten Abmessunge in stets neuesten Konstruktione bauen
M. A. G. vorm. Beck & Henkel
Kassel

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Druckschalter für Hauswasseranlagen.

Mitteilung der AEG.

Druckschalter dienen zum Steuern von selbsttätigen Wasserversorgungsanlagen mit Druckwasserkessel. Der obere Teil des Kessels enthält bekanntlich Luft, die beim Vollpumpen zusammengepreßt wird und beim Öffnen eines Zapfhahnes das Wasser aus dem Druckwasserkessel herausdrückt. Außerdem betätigt die Druckluft den Druckschalter, der durch Ein- und Ausschalten des Pumpenmotors den Druck innerhalb der eingestellten Grenzen aufrecht erhält. Das Luftpolster ermöglicht die Entnahme kleinerer Wassermengen ohne jedesmaliges Anlaufen der Pumpe.

Bild 1. Druckschalter für Leistungen bis 1,5 kW.

Ebenso wie der Anschluß an große Wasserleitungsanlagen bieten auch derartige Anlagen die Vorteile einfacher Entnahme von stets frischem Wasser nur durch Öffnen des Zapfhahnes sowie stete Betriebsbereitschaft.

Für die bei Hauswasseranlagen in Frage kommenden geringen Motorleistungen bis 1,5 kW hat die AEG einen neuen Druckschalter (Bild 1) entwickelt, der bei geringem Gewicht leichte Verstellbarkeit der Druckgrenzen und größte Betriebssicherheit aufweist.

Der Druck des Windkessels wirkt auf eine Membran, die durch beweglich angeordnete Bronzeblechsegmente gegen Deformierung geschützt ist. Hierdurch wird größte Beweglichkeit der Membran bei geringstem Energieverbrauch und langer Lebensdauer erreicht. Die Bewegung der Membran wird durch einen Hebel auf eine Rolle übertragen. Der Hebel wird durch die Hauptfeder belastet. Die Rolle bewegt sich über das dachartig ausgebildete rückwärtige Ende des Schalthebels und wird durch zwei Hilfsfedern angepreßt. Wenn die Rolle die Schneide des Schalthebels überschreitet, wird die Druckkomponente auf den Schalthebel in ihrer Richtung geändert und bewegt den Schalthebel in die andere Stellung. Da die Hilfsfedern beim Überschreiten der Schneide ihre größte Spannung erreicht haben, erfolgt die Bewegung des Schalthebels mit großer Kraft; da andererseits Klinken vermieden und überall die Reibungskräfte auf das geringste Maß beschränkt sind, sind gute Kontaktgabe und genaues und sicheres Schalten sowie größte Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen und Verschmutzung gewährleistet. Ein verstellbarer Anschlag begrenzt die Bewegung des Schalthebels nach oben. Wird dieser Anschlag tiefer eingestellt, dann liegt das rückwärtige Ende des Schalthebels entsprechend höher und die Rolle bewegt sich früher über die Schneide, so daß der Schalter erst bei höherem Druck wieder einschaltet.

Der Schalter wird in zwei Ausführungen lagermäßig hergestellt, die sich lediglich durch ihre Schaltgrenzen bzw. durch die Abmessungen der Hauptfeder unterscheiden. Bei der einen Ausführung sind die Grenzen normal 2 atü Einschalt- und 3,5 atü Ausschaltdruck, bei der anderen 1,0 bzw. 1,7 atü. Zwei Einstellschrauben *a* und *b* ermöglichen bei Bedarf jederzeit an Ort und Stelle weitgehende Verstellung der Schaltgrenzen (Bild 1). Mit Hilfe der Schraube *a* kann die Spannung der Hauptfeder geändert werden. Durch Rechtsdrehen dieser Schraube wird bewirkt, daß sowohl das Ein- als auch das Ausschalten bei höherem Druck erfolgt und umgekehrt; hierbei bleibt der Unterschied zwischen Ein- und Ausschaltdruck fast unverändert. Durch Verstellen der Schraube *b* wird nur der Einschaltdruck höher oder tiefer eingestellt, der Druckunterschied also verkleinert oder vergrößert.

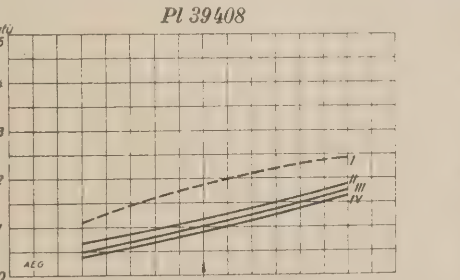
Aus Kurve *I* in Bild 2 sind die durch Verstellen der Feder zu erreichenden Ausschaltdrücke, aus den Kurven *II*, *III* und *IV* die durch Verstellen der Einschaltschraube zu erreichenden Einschaltdrücke zu entnehmen.

Muß die Einstellung an Ort und Stelle geändert werden, so ist zuerst durch Veränderung der Federspannung der Ausschaltdruck, dann durch Verstellen der Einstellschraube *b* der Einschaltdruck einzustellen.

Die Kontaktanordnung ist dreipolig. Bei Gleichstrom sind zwei Kontaktpaare hintereinander zu schalten.

Eine am Druckschalter vorgesehene Doppelschelle ermöglicht den direkten Anschluß der Schutzrohre der elektrischen Leitungen (bis 16 mm ∅) an dem Schalter. Die sonst üblichen frei herumhängenden Leitungsspiralen fallen hierdurch fort.

Wegen seines geringen Gewichtes kann der Schalter ohne weitere Befestigung mit einem ½"-Rohrstutzen direkt auf dem Windkessel angeordnet werden.



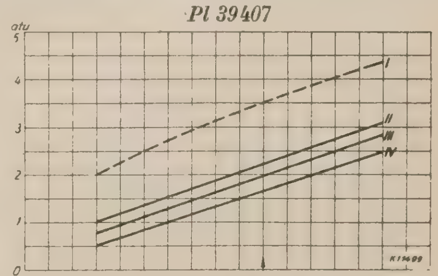


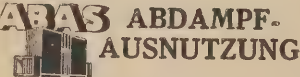
Bild 2. Einstellmöglichkeit der Druckschalter ohne Auswechselung der Federn.

Sämtliche Eisenteile sind rostsicher ausgeführt; der Druckschalter selbst ist durch eine leicht abnehmbare Stahlschutzhaube gegen Tropfwasser geschützt.

Die Wartung beschränkt sich auf schwaches Einfetten der Kontakte und geringes Ölen der Drehpunkte in etwa halbjährlichen Pausen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS





Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: • Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

PRESSLUFT-ENTÖLER D.R.P.

„BÜHRING“ D.R.P. mit Ölrückgewinnung



Bühring A.-G. Landsberg (Bz. Halle)

ABDAMPF-ENTÖLER

Max Dreyer & Co., Magdeburg-S.

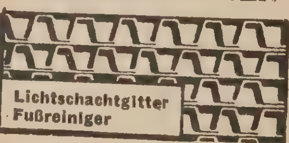
ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach Maschinenfabrik G. m. b. H. Düsseldorf-Rath

ABDAMPF-ENTÖLER

Th. Wippern, Huss & Co. Kommandit-Gesellschaft Maschinenfabrik Bremen

ABDECKPLATTEN

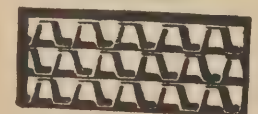


Schnellste Lieferung ab Lager

Tezett-Werk Berlin-Tempelhof 14 Größtes und ältestes Spezialwerk

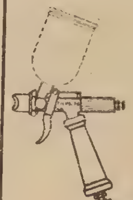
ABDECKUNGSROSTE

Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au Liste B 27 gratis

ANSTREICH-MASCHINE TVG



für Oel- und Wasserfarben

Technische Verkaufsgesellschaft Duisburg

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther G.m.b.H. Mannheim-Waldhof

ARMATUREN



für **Hochdruck u. Heißdampf**

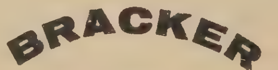
— Parallel-Schieber —

— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H. Saarbrücken

Kein Zoll!

AUFZÜGE



Aufzüge jeder Betriebsart und Größe

G. D. Bracker Söhne Maschinenbau-Aktiengesellschaft Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik. Bisher über 30000 Anlagen geliefert.

Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER



Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE Bremsmotoren Bremsmagnete Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G. Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten



Heime & Hans Herzfeld Maschinen- u. Apparate-Fabrik Halle (Saale)

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge für Personen oder Waren

Maschinenfabrik Gustav Ad. Koch Hamburg 39

AUFZÜGE

Aug. Kühnscherf & Söhne

Dresden-A. 1, V.



Über ½ Jahrhundert Aufzugbau

AUFZÜGE



jeder Art und Größe

Gustav Linse Spezialfabrik für Aufzüge Erfurt

Bei Erteilung eines Jahresauftrages (52 Anzeigen) kostet dieser Raum (50 mm) Mk. 25.20 netto pro Einschaltung

AUFZÜGE

Paternoster-Aufzüge Personen-Aufzüge mit Feineinstellung Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE

Original-Dreistern von höchst. Sicherheit u. dem neuest. Stand der Technik entsprechend. Maschinenfabrik MÜHLEISSEN Elberfeld-Son.



AUFZÜGE

jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik G. m. b. H. Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE



jeder Art, Verdunkelungen für Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co. Nordhäuser Maschinenfabrik A.-G. Nordhausen a. H.

AUFZÜGE



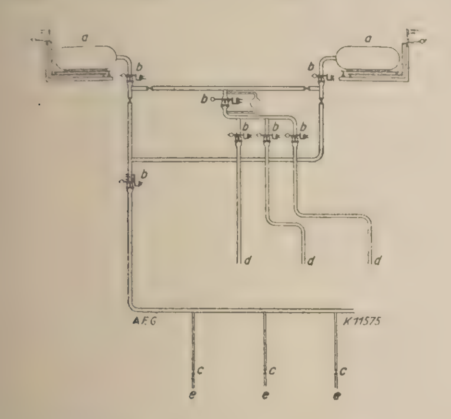
AUFZUGSWERKE **Schmitt & Sohn** MÜNCHEN-NÜRNBERG-ESSEN FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Selbsttätige Kohlensäure-Löscheinrichtungen als Schutz gegen Brände von Generatoren und Transformatoren

Mitteilung der AEG.

Beim Kraftwerksbau der letzten Jahre wurde dem :hutz von Maschinen, Transformatoren und Schalt-ılagen gegen Wicklungs- und Ölbrände erhöhte Be-:htung geschenkt. Je größer die in unseren Werken ufgestellten Einheiten, um so empfindlicher wird der usfall, der durch Zerstörung oder Beschädigung ein-reten kann. Wenige Tage können hier unter Um-



a = CO_2-Behälter,
b = Steuerventile mit Fernbetätigung,
c = Handventile,
d = Zuleitungen zu den Maschinen,
e = Zuleitungen zu den Transformatoren.

Bild 1. Schema der CO_2-Löschanlage des Kraftwerkes Schulau.

tänden infolge Ausfalls an Stromlieferung weit rößeren Verlust bringen, als die Gesamtanlagekosten uter Schutzeinrichtungen betragen. Es genügt nicht, eneratoren und Transformatoren mit Schutzeinrich-ıngen zu versehen, die einen beginnenden oder auf-retenden Fehler anzeigen bzw. abschalten. Ebenso richtig ist die Anordnung begrenzender Schutzeinrich-ıngen, welche die in der Entwicklung begriffene Zer-törung gewissermaßen im Keime erstickt. Hierzu ge-ört vor allem eine Kohlensäure-Löschanlage, die bei echtzeitigem Ansprechen und zweckmäßiger Anord-ung die Entwicklung eines Brandes mit Sicherheit erhütet. Durch Einführung der Luftrückkühlung bei eneratoren wird der Zutritt von Frischluft und Sauer-off in den Kühlluft-Kreislauf des Generators ver-indert. Entsteht aber bei einem Kurzschluß ein Wick-ıngsbrand, so ist in den Kanälen immerhin eine ennenswerte Menge Sauerstoff vorhanden, die zu einer rößeren Zerstörung der Maschine führen könnte. Auch ißt sich eine restlose Abdichtung der Kammern nur hwer erreichen, so daß der Zutritt von neuem Sauer-off nicht gänzlich vermieden werden kann. Bei An-ge einer Kohlensäure-Löscheinrichtung wird mit dem uftreten des Fehlers selbsttätig oder von Hand der esamte Kühlluftraum unter Kohlensäure gesetzt, und war bis zu einem Prozentsatz, der die Entstehung der Fortführung eines Brandes unmöglich macht. Um ne Neuentwicklung eines Brandes etwa durch hoch-rhitzte Metallteile oder dergl. zu verhüten, wird durch ngsames Nachströmen von Kohlensäure der Sätti-ungsgrad im Raum etwa 30 min lang aufrechterhalten, odurch jedes neue Aufleben des Brandes ausge-haltet ist. Ähnlich arbeitet die Einrichtung bei Trans-rmatoren und Schaltanlagen. An Stelle des Kühl-ıftraumes beim Generator treten hier Transforma-orenkammern und Schaltzellen. Versuche haben ge-eigt, daß diese Kammern auch dann genügend lange nter Kohlensäure gehalten werden können, wenn sie it offenstehenden Belüftungsklappen versehen sind.

Als Beispiel einer CO_2-Schutzanlage möge das chema des Bildes 1 dienen, das bei dem vor kurzem on der AEG für die Elektrizitätswerk Unterelbe A.-G. rrichteten Kraftwerk Schulau zur Anwendung kam. wei als Trommeln ausgebildete Behälter a enthalten etwa 250 kg flüssige Kohlensäure. Mit Hilfe der entile b wird hiervon jeweils nur ein Behälter auf e Maschinen und Transformatoren geschaltet, während der andere in Reserve steht. Die Behälter ruhen auf einer Waage, die eine ständige Überwachung des Inhalts gestattet. Wird dieser um ein bestimmtes Maß unterschritten, so zeigt eine selbsttätige Signaleinrichtung die Notwendigkeit der Nachfüllung an. Von dem Behälter führen Rohrleitungen d und e zu den Maschinen bzw. Transformatorenkammern. Die Zuleitung zu den Maschinen wird durch Fernbetätigung der elektrisch gesteuerten Ventile b geöffnet (Bild 2). Diese Öffnung erfolgt einmal selbsttätig in Abhängigkeit vom Ansprechen des Differentialschutzes der Maschinen, kann aber auch durch Fernhandbetätigung von verschiedenen Stellen des Kraftwerkes aus, z. B. der Hauptmaschinentafel und der Warte, erfolgen. Die Betätigung der Schutzeinrichtung für die Transformatoren erfolgt durch die Handventile c, die neben den Kammern angebracht sind. Beim Ansprechen der Schutzeinrichtung wird nun zunächst der volle Querschnitt der Rohrleitungen freigegeben, so daß sich der Raum in wenigen Augenblicken mit Kohlensäure füllt. Dabei findet die Verdampfung der Kohlensäure bereits in der Rohrleitung statt. Alsdann wird selbsttätig eines der Hauptventile b geschlossen und an Stelle des vollen Querschnittes eine schwächere Umgehungsleitung geöffnet, die ein langsames Nachfüllen bewirkt. Mehrere Versuche haben gezeigt, daß hierdurch die in den Kammern und Luftkanälen auftretenden Verluste hinreichend gedeckt werden.

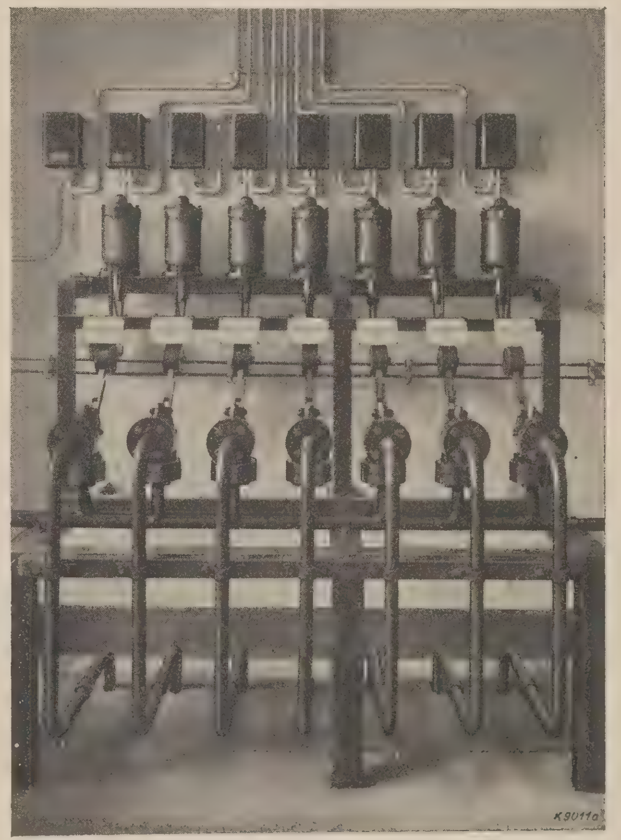


Bild 2. Anordnung der Steuerventile für die Verteilung.

Der Preis der Anlage steht in keinem Verhältnis zu dem erzielten Schutzwert der angeschlossenen Maschinen. Er liegt bei größeren Anlagen in der Höhe von etwa 1 bis 2 vH der Maschinenkosten. Ein Ausfall der Stromlieferung von 2 bis 3 Tagen deckt die gesamten Beschaffungskosten. Aus diesem Grunde ist allen größeren Kraftwerken der Einbau von Kohlensäure-Löschanlagen dringend zu empfehlen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrokarren in der Braunkohlenindustrie.

Mitteilung der AEG.

Es hat zwar den Anschein, als ob in Braunkohlenwerken Elektrokarren keine Verwendung finden könnten, da die Kohle aus der Grube durchweg in Spezialwagen, die durch elektrische Lokomotiven gezogen werden, befördert wird. Untersuchungen und Versuche haben jedoch ergeben, daß sich auch hier eine vorteilhafte Verwendungsmöglichkeit für Elektrokarren bietet.

In den Reparatur-Werkstätten usw., die entsprechend der Größe der Grube sowie dem Lokomotiv- und Wagenpark von bedeutender Ausdehnung sein können, finden — ähnlich wie in der Maschinenindustrie — Elektrokarren mit fester sowie mit heb- und senkbarer Plattform Verwendung. Hier ist es hauptsächlich der Karren für eine Tragkraft von 1500 kg, der sich den Verwendungszwecken am besten anpaßt, und der auch die Beförderung der Matrizen von und zu den Brikettpressen übernimmt. Bild 1 zeigt, wie mit diesem Karren die Beförderung der Betriebsmaterialien durchgeführt wird.



Bild 1. Elektrokarren EK 1504 für den Materialtransport.

Durch den Aufbau einer einfachen Mulde, deren schräger Boden die Entladung erleichtert, kann das Fahrzeug auch für den Brikettransport Verwendung finden und die einzelnen Betriebshäuser mit Brennstoffen versorgen. Eine praktische Ausführung hierfür zeigt Bild 2. Dieser Elektrokarren wird nur zeitweise für den Kohlentransport benutzt; der Aufbau ist daher leicht abnehmbar eingerichtet.

Da die Kohlengruben ihren Angestellten und Arbeitern zumeist die für den eigenen Hausbrand benötigten Kohlen zu einem ermäßigten Preise überlassen und auch zustellen, ist schnelle und billige Beförderung sehr erwünscht. Diesen Zwecken wird das in Bild 3 gezeigte Fahrzeug im besonderen Maße gerecht. Der hier verwendete Elektrokarren ist mit Führersitz und großen Rädern ausgerüstet, um weite Strecken ohne Überanstrengung des Fahrers zurücklegen und auch weniger gute Fahrstraßen befahren zu können. Das Fahrzeug ist entsprechend den Vorschriften der Verordnung über den Kraftfahrzeugverkehr ausgerüstet, hat Handradsteuerung, Beleuchtung und eine entsprechend große Batterie, die seitlich herausfahrbar ist; diese Anordnung ist besonders vorteilhaft, da während der Ladung der Batterie der Aufbau nicht abgenommen zu werden braucht. Für den genannten Sonderzweck ist auf den Karren eine Mulde gesetzt, die durch eine Teleskopwinde nach hinten kipp- und entleerbar ist.



Bild 3. Elektroführersitzkarren EKF 1502 mit Hinterkippmulde für Hausbrandzustellung.

Der gesamte Aufbau ist leicht abnehmbar und nur in den Rungenösen eingesetzt und befestigt.

Da in den heißen Sommertagen die Staubentwicklung in den Braunkohlengebieten unangenehm empfunden wird, sind diese bestrebt, ihre Werkstraßen durch entsprechend starke Besprengung möglichst staubfrei zu halten. Wie Bild 4 erkennen läßt, wird der oben beschriebene Führersitzkarren mit einem Spezialaufbau versehen, der mit und ohne Drucksprengung lieferbar ist und dessen Brauseköpfe eine Sprengweite bis zu 14 m zulassen.

Der in den Bildern 3 und 4 gezeigte Elektroführersitzkarren kann natürlich auch Fahrten zur Bahnstation sowie zur Post übernehmen, wodurch die Ausnutzung erhöht wird.

Die Ladung der Batterie erfolgt praktischerweise während der Nachtzeit, so daß während der hauptsächlichsten Betriebsstunden die Fahrbereitschaft der Elektrokarren gewährleistet ist.



Bild 2. Elektrokarren EK 1502 für 1500 kg Tragkraft mit aufgesetzter Mulde für Brikettransport.



Bild 4. Elektroführersitzkarren EKF 1502 mit Sprengaufbau für Straßensprengung.

Die gezeigten Beispiele erschöpfen keineswegs die Verwendungsmöglichkeit in den Betrieben der Braunkohlenindustrie; bei Einführung der Elektrokarrenförderung in einem Betriebe werden sich vielmehr dauernd weitere Verwendungsmöglichkeiten ergeben. Die Betriebs- und Unterhaltungskosten sind nachweislich außerordentlich gering und die Wirtschaftlichkeit des Elektrokarrenbetriebes daher eine sehr gute.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrische Kleinschiffbeleuchtung.

Mitteilung der AEG.

Auf den kleinen Dampfschiffen herrscht das Petroleum mit seinem sehr dürftigen und übelriechenden Licht noch immer vor und gestaltet den Aufenthalt in den meist engen und niedrigen Räumen wenig angenehm, ganz abgesehen von der Brandgefahr. Auch auf

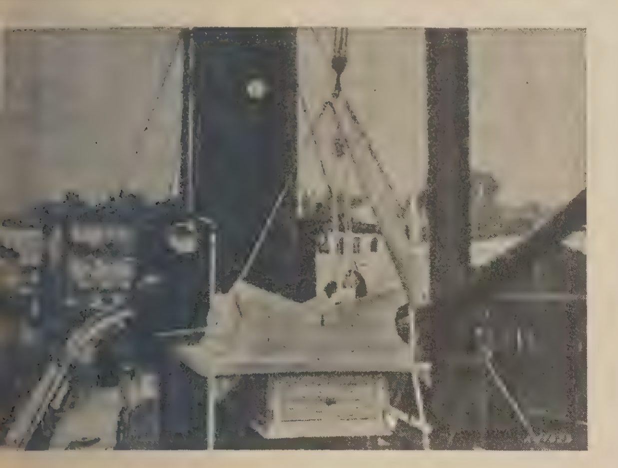


Abb. 1.

Deck macht sich der Mangel an einer starken und guten, auch durch das schwerste Wetter nicht beeinflußbaren Lichtquelle in der Dunkelheit und bei diesigem Wetter stark fühlbar.

Diese Mängel haben viele Schiffseigner veranlaßt, die von der AEG gebauten Kleinturbogeneratoren zur Beleuchtung kleiner Dampfschiffe zu benutzen (Abb. 1). Diese kleinen Lichtmaschinen stellen eine geradezu ideale Stromquelle für Dampfschiffe dar. Sie sind widerstandsfähig und anspruchlos. Nur das elektrische Licht erfüllt alle Bedingungen, die man an eine tadellose Schiffsbeleuchtung stellen kann. Es ist geruchlos, gefahrlos und sauber und gestattet das einfache Anbringen von weitreichenden Scheinwerfern.

Besondere Sorgfalt ist der Dampfsteuerung der Lichtmaschinen gewidmet worden. Ein federbelasteter, unmittelbar wirkender Fliehkraftregler überträgt seine Ausschläge ohne Zwischenschaltung von Hebeln oder dgl. auf eine Scheibe aus nichtrostendem Stahl Die Stahlscheibe liegt gegen eine harte Kohlescheibe, die durch den Regulatorschieber geführt und durch eine Zusatzfeder in axialer Richtung an die Spurscheibe gepreßt wird. Durch die große mechanische Festigkeit der dampfsteuernden Organe und durch deren einfachen Aufbau wird der Regler außerordentlich zuverlässig. Dabei reguliert er sehr empfindlich, so daß die Umdrehungszahl praktisch unabhängig vom Dampfdruck und von der Belastung ist.

Die Verwendung des Kohlespurlagers und von Schneiden als Lagerstellen bringt es mit sich, daß der Regler nicht geschmiert zu werden braucht. Die beiden den Läufer tragenden Kugellager sind die einzigen Teile des Maschinensatzes, die geschmiert werden müssen. Sie sind in Fettkammern eingeschlossen, so daß sie jährlich nur einmal zu fetten sind. Hierdurch werden die Unterhaltung und Pflege der Maschine auf ein Mindestmaß beschränkt und Fehler und Störungen, wie sie oft durch falsche Schmierung entstehen, werden vermieden.

In vielen Fällen wird man neben dem Turbogenerator noch eine Batterie vorsehen, welche die Stromlieferung übernimmt, wenn der Kessel kalt ist (Abb. 2). Es ist nicht zu empfehlen, den Sammler einfach als Pufferbatterie an das Netz zu legen. Eine solche Schaltung zeigt schwerwiegende Nachteile. Meist wird hierbei die Batterie nicht genügend aufgeladen und ihre Lebensdauer ist daher sehr gering. Setzt man aber die Maschinenspannung so hoch, daß eine ausreichende Ladespannung erreicht wird, so müssen die Lampen durch vorgeschaltete Widerstände geschützt werden. Da die Ladespannung etwa 2,75 V je Zelle betragen muß, müssen die Widerstände über 25 vH der Lichtenergie vernichten.

Die AEG hat eine Schaltung entwickelt, welche diese Nachteile vermeidet, verlustlos arbeitet und die Bedienung auf ein Mindestmaß beschränkt. Die Aufladung geschieht hier zeitlich vollkommen getrennt vom Lichtbetrieb. Bei Tage, wenn kein Licht benötigt wird, arbeitet der Generator des Maschinensatzes als reine Nebenschlußmaschine mit entsprechend erhöhter Spannung. Wenn Beleuchtung verlangt wird, wird der Maschinenschalter auf „Licht" gestellt. Der Generator arbeitet nun als Verbundmaschine mit genauer Lichtspannung. Wird der Turbogenerator stillgesetzt, so übernimmt die Batterie sofort und selbsttätig die Beleuchtung. Die Bedienung der Anlage ist somit sehr einfach. Sie besteht nur darin, daß der Maschinenschalter je nach Bedarf auf Licht- oder Ladebetrieb gestellt wird und das Dampfventil geöffnet oder geschlossen wird. Alles andere geschieht selbsttätig.

Es sei noch erwähnt, daß derartige Anlagen, besonders wenn sie in Verbindung mit einer Batterie betrieben werden, auch sehr gut geeignet sind, drahtlose Telegraphie- und Telephoniestationen zu speisen.

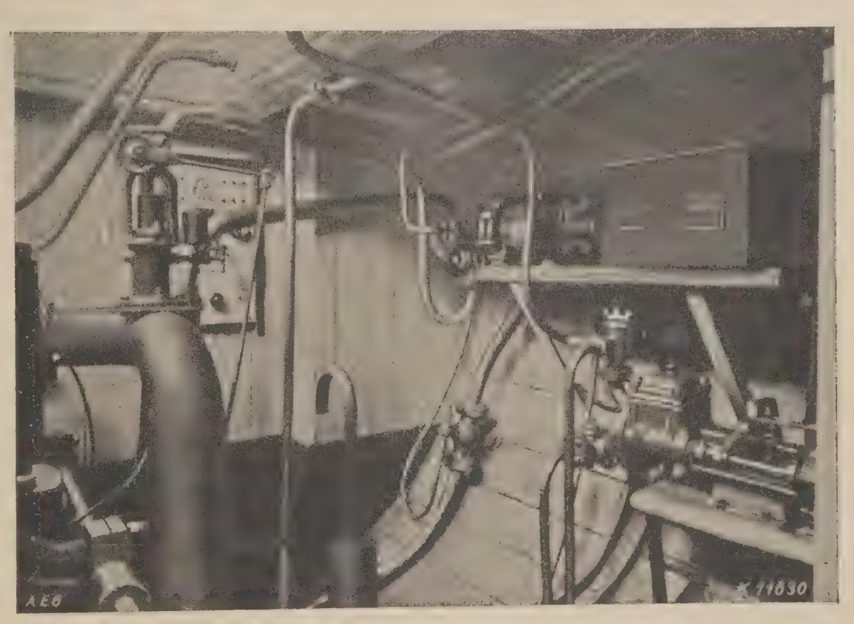
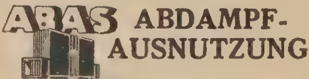


Abb. 2.

Den Besitzern kleiner Dampfschiffe ist mit dem geschilderten Aggregat ein Mittel gegeben, ihre Schiffe gut, billig und gefahrlos zu beleuchten und den Aufenthalt auf ihnen angenehm zu gestalten.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEI





ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDECKPLATTEN

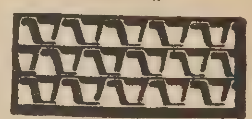


Schnellste Lieferung ab Lager

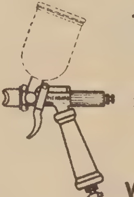
Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

ABDECKUNGSROSTE

Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis



ANSTREICH-MASCHINE TVG

für Oel- und Wasser-farben

Technische Verkaufsgesellschaft
Duisburg

Der
Bezugsquellen-Nachweis
die
Zentralstelle
technischer Angebote

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patent-ventile für Hoch- und Nieder-druckleitungen, Kondenswasser-abscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN

für
Hochdruck u. Heißdampf

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H.
Saarbrücken
Kein Zoll!

AUFZÜGE

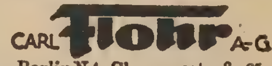


Aufzüge
jeder
Betriebsart
und Größe
Patentsteuerung für
hydraulische Hebezeuge

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge,

Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische
AUFZÜGE
System
SCHINDLER

Elektrische
Steuerungen
und
Apparate für
AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette
Aufzugs-
Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.



Über
½ Jahrhundert
Aufzugbau

AUFZÜGE

für alle Zwecke und jeder Größe
mit und ohne Treibscheiben sowie
Feineinstellung

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt
Fernruf 2452

Bei Erteilung
eines Jahresauftrages
(52 Anzeigen)
kostet dieser Raum (40 mm)
Mk. 20,16 netto pro Einschaltung

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge
Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE



jeder
Art,
Verdunkelungen
für
Hörsäle

Schmidt, Kranz & Co.
Nordhäuser Maschinenfabrik A.-G.
Nordhausen a. H.

AUFZÜ

jeder Ar
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik G.
Berlin SW 29, Kopischstr.

AUFZÜGE

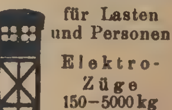




AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sol
MÜNCHEN-NÜRNBERG-E
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜ

AUFZÜGE

für Lasten
und Personen
Elektro-Züge
150–5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.
Aufzugs- und Hebezeugfab
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE

aller Art — Feineinstellun
Personenpaternoster
KRANE
Transportband-Anlage

Gebrüder Weismülle
Frankfurt a. M.-West



BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrun
Wasserwerksbau

Reuther Tiefbau G. m. b. H
Mannheim-Waldhof 7

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

AEG-Zweimotorensteuerung für Kübel-Greiferhubwerke.

Mitteilung der AEG.

Für den Umschlag von Massengut ist der Zweiseilgreifer das gebräuchlichste Fördermittel. Häufig werden aber die Greiferwindwerke so eingerichtet, daß an Stelle des Zweiseilgreifers ein Klappkübel eingeschert werden kann. Dieser bietet für den Transport von besonders schonungsbedürftigem Fördergut, wie z. B. Koks, im Gaswerk Vorteile. Es wird daher häufig an Greiferhubwerke die Forderung gestellt, daß sie für Greifer- und Kübelbetrieb geeignet sein müssen. Für diesen Anwendungszweck ist die nachstehend beschriebene Zweimotorensteuerung besonders geeignet.

Diese der AEG durch DRP geschützte Kübelgreifersteuerung für zwei Motoren wird sowohl für Drehstrom wie für Gleichstrom ausgeführt. Sie erfordert zwei Steuerwalzen, die Hubsteuerwalze *k* und die Schließsteuerwalze *l* (s. Bild). Die Schließseiltrommel *a* und die Halteseiltrommel *b* werden durch je einen Motor angetrieben, von denen jeder für die halbe Vollastleistung bemessen ist. Der Schließseilmotor *c* und der Halteseilmotor *d* werden beim Heben und Senken durch die Hubsteuerwalze *k* eingeschaltet. Beim Schließen und Öffnen des Greifers wird die Schließsteuerwalze *l* geschaltet. Lediglich wenn zwei Greiferbewegungen gleichzeitig ausgeführt werden sollen, z. B. Schließen und Heben, Öffnen und Senken, müssen beide Steuerwalzen bewegt werden. Um den Gleichlauf der Greiferseile zu erzwingen, werden Schließseil- und Halteseilmotor durch eine Reibungskupplung *e* (Lamellenkupplung) miteinander verbunden. Diese bei Kübelbetrieb nicht vermeidbare Kupplung wird von einem Bremslüfter betätigt, der an die Schließsteuerwalze angeschlossen ist. Der Bremslüfter *f* entfernt die Kupplungshälften beim Einschalten voneinander, also durch Lüften des Bremsgewichtes, und wird daher als „Entkupplungs-Bremslüfter" bezeichnet.

a = Schließseiltrommel
b = Halteseiltrommel
c = Schließseilmotor
d = Halteseilmotor
e = Reibungskupplung (geschlossen)
f = Entkupplungs-Bremslüfter
k = Hubsteuerwalze
l = Schließsteuerwalze

Kübel-Greifersteuerung für 2 Motoren.

Durch Einlegen der Hubsteuerwalze auf „Heben" oder „Senken" werden beide Motoren, Schließseil- und Halteseilmotor, gleichzeitig im gleichen Drehsinne eingeschaltet. Auf jeder Walzenstellung werden den Motoren gleiche Widerstandswerte vorgeschaltet, so daß sich beide an der Übernahme der Lastgröße gleichmäßig beteiligen, sobald die Seile gestrafft sind. Eine Überlastung des einen Motors bei gleichzeitiger Überlastung des anderen durch Vorschalten verschiedener Widerstände ist also unmöglich gemacht.

Die Kupplung zwischen Schließseil- und Halteseilmotor ist beim Heben und Senken geschlossen und sorgt für einen gleichmäßigen Ablauf beider Seile. Ein ungewolltes Öffnen des gefüllten Greifers unter Materialverlust oder ein Schließen des geöffneten Greifers während des Hebens oder Senkens kann nicht eintreten. Lediglich auf den ersten beiden Hubstellungen wird zum Zwecke des Seilausgleiches durch einen entsprechenden Kontakt in der Hubsteuerwalze der Entkupplungs-Bremslüfter vorübergehend gelüftet. Während des Greifens ist das Halteseil schlaff, um das Eingraben des Greifers in das Fördergut zu ermöglichen. Es ist nun erwünscht, nach dem Greifen das Halteseil ebenfalls zu spannen, damit beim Heben Schließseil und Halteseil gleichmäßig beansprucht werden. Das Straffen des Halteseiles ist außerdem notwendig, damit nach dem Heben ein stoßfreies Öffnen des Greifers gewährleistet wird. Beim Einlegen der Hubsteuerwalze auf Heben laufen die Motoren also zunächst nicht gekuppelt an, und der Halteseilmotor hat Gelegenheit, das schlaffe Halteseil zu straffen, da er infolge der geringeren Belastung eine höhere Drehzahl annimmt als der Schließseilmotor. Sobald die Seile gestrafft sind, schaltet der Führer auf den Kontakt 3 und rückt damit die Kupplung ein. Eine Relativbewegung beider Seile kann beim Weiterschalten also nicht mehr eintreten, und die Straffung beider Seile wird während des restlichen Hubweges dauernd aufrechterhalten.

Die Schließsteuerwalze wird nur beim Schließen und Öffnen eingelegt und schaltet den Schließseilmotor. Da der Schließseilmotor auch von der Hubsteuerwalze geschaltet werden kann, so ist eine elektrische Verriegelung erforderlich, die einen Kurzschluß bei gegenläufiger Bewegung beider Steuerwalzen verhindert. Bei Drehstrom wird dies sehr einfach durch die Lichtbogensperrung (DRP) der Ständerschützen, bei Gleichstrom durch eine zwangläufig betätigte Umschaltwalze erreicht. Da beim Schließen und Öffnen die Schließseiltrommel allein bewegt werden muß, so erhält die Schließsteuerwalze Kontakte, die gleichzeitig mit dem Einschalten des Schließseilmotors ein Lüften des Entkupplungs-Bremslüfters bewirken.

Bei Drehstrom wird für kleine Leistungen eine Hubsteuerwalze mit Fahrschaltung (übersynchrone Senkschaltung) benutzt; für größere Leistungen wird die Hubsteuerwalze mit Gegenstromsenkbrems- und Schnellsenkschaltung ausgeführt. Diese Steuerung erlaubt in Verbindung mit den AEG-Einheits-Kranmotoren DNK mit Rollenlagern eine erhebliche Steigerung der Förderleistung. Man kann mit dem in Druckschrift G II 219 beschriebenen Doppelkranmotor für 600/1000 Umdrehungen mittels einer Sondersteuerung den leeren Kübel und Greifer mit der 1,66 fachen Geschwindigkeit heben und senken. Bei großen Hubhöhen kann man die Senkgeschwindigkeit bis zum 2,5fachen steigen. Bei Gleichstromanlagen wird für die Hubsteuerwalze Senkbremsschaltung benutzt. Für die Schließsteuerwalze ist sowohl bei Drehstrom wie Gleichstrom Fahrschaltung anzuwenden.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



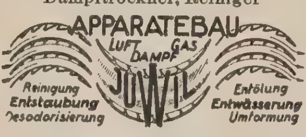
ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDAMPFENTÖLER

Dampftrockner, Reiniger

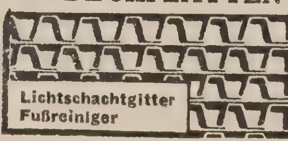


Julius Wilisch
Wurzen Sa.

ABDAMPF-ENTÖLER

Th. Wippern, Huss & Co.
Kommandit-Gesellschaft
Maschinenfabrik
Bremen

ABDECKPLATTEN



Schnellste Lieferung ab Lager

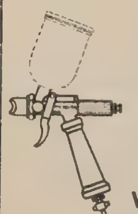
Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

ABDECKUNGSROSTE

Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis



ANSTREICH-MASCHINE TVG

für Oel- und Wasserfarben

Technische Verkaufsgesellschaft
Duisburg

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN

für

Hochdruck u. Heißdampf

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G.m.b.H.
Saarbrücken
Kein Zoll!

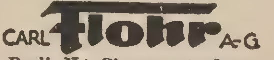
AUFZÜGE



Aufzüge
jeder
Betriebsart
und Größe
Patentsteuerung für hydraulische Hebezeuge

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

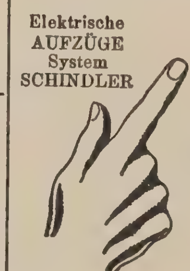
AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER



Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1, V.



Über ½ Jahrhundert Aufzugbau

AUFZÜGE

für alle Zwecke und jeder Größe mit und ohne Treibscheiben sowie Feineinstellung

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt
Fernruf 2452

SCHINDLER 1874

AUFZÜGE
jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik G.m.b.H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

Bei Erteilung
eines
Jahresauftrages
(52 Anzeigen)
kostet
dieser Raum (45 mm)
Mk. 22,68 netto
pro Einschaltung

AUFZÜGE

Gegr ORIGINAL MSN AUFZÜGE 1861

AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN · NÜRNBERG · ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE

für Lasten und Personen

Elektro-Züge
150–5000 kg Tragkraft
Krane
Winden
aller Art

Fr. Schüle & Co.
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE

aller Art — Feineinstellung
Personenpaternoster
KRANE
Transportband-Anlagen

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a. M.-West



BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau

Reuther Tiefbau G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF-DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrische Bahnen.

Mitteilung der AEG.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft gab in den letzten Jahren eine große Zahl von elektrischen Lokomotiven mit Einzelachsantrieb in Auftrag. Von diesen Aufträgen führte die A E G Güterzuglokomotiven der Bauart $1\,C_0 + C_0\,1$ mit Tatzenlagermotoren (Bild 1) und Schnellzuglokomotiven der Bauart $1\,D_0\,1$ mit A E G-Federantrieb (Bild 2) aus.

Die $1\,C_0 + C_0\,1$ - Güterzuglokomotiven waren zur Beförderung von Güterzügen von 2200 t auf der Flachland-Strecke Breslau — Liegnitz bestimmt. Da die Elektrisierung dieser Strecke auf unbestimmte Zeit zurückgestellt wurde, versehen diese Lokomotiven ihren Dienst jetzt auf der schlesischen Gebirgsstrecke von Dittersbach bis Görlitz. Die Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive beträgt 65 km/h, so daß sie außer zur Beförderung von Güterzügen von 1400 t Anhängelast auch im Personenzugdienst nutzbringend verwendet wird. Die Lokomotiven sind aus zwei gleichen kurzgekuppelten Halblokomotiven hergestellt. Jede Halblokomotive ist mit 3 Tatzenlagermotoren von je 325 kW dauernd bei 60% der Höchstgeschwindigkeit ausgerüstet, die durch ein gemeinsames Lüfteraggregat gelüftet wurden. Vor jedem Führerstand ist ein Öltransformator mit den darauf befindlichen Stufenschützen, dem Lüfteraggregat und der Ölumlaufpumpe in einem schmalen Vorbau untergebracht. Eine dieser Lokomotiven ist zur Schonung der Bremsklötze versuchsweise für Widerstandsbremsung mit Fremderregung aus dem Netz ausgerüstet. In Bild 3 sind die Kilometerleistungen dieser Lokomotiven im Jahre 1928 angegeben. Hieraus ist ersichtlich, daß die Lokomotiven regelmäßig ohne Anstände ihren Dienst versehen haben.

Die Schnellzuglokomotiven der Bauart $1\,D_0\,1$ mit AEG-Federantrieb sind für die Beförderung von Schnell- und Personenzügen auf den von München auslaufenden Strecken, den schlesischen Gebirgsstrecken und der Strecke Magdeburg—Halle—Leipzig bestimmt. Ihre Höchstgeschwindigkeit beträgt 110 km/h. Die Lokomotiven sind mit 4 Doppelmotoren von je 500 kW/dd bei 70% der Höchstgeschwindigkeit ausgerüstet. Je zwei Doppelmotoren werden durch ein gemeinsames Lüfteraggregat gekühlt. In der Mitte des Maschinenraumes ist ein luftgekühlter Trockentransformator aufgestellt.

Die äußeren Triebachsen sind mit den benachbarten Laufachsen zu je einem Lenkgestell der Bauart AEG ausgebildet.

Das AEG-Lenkgestell unterscheidet sich vom Krauss-Gestell im wesentlichen dadurch, daß das eine Deichselende nicht unmittelbar an der Triebachse, sondern an einem um die Treibräder herumgeführten Bügel angreift, der auf den beiden verlängerten Achszapfen der Treibachse kugelig gelagert ist. Bei einem Ausschlag der Laufachse wird die Treibachse durch die Deichsel, die an einem im Rahmen befestigten Drehzapfen federnd gelagert ist, mittels des erwähnten Bügels ebenfalls seitlich verschoben. Die Rückstellung des Lenkgestells geschieht durch eine zwischen dem Drehzapfenlager und der Laufachse quer liegende Blattfeder.

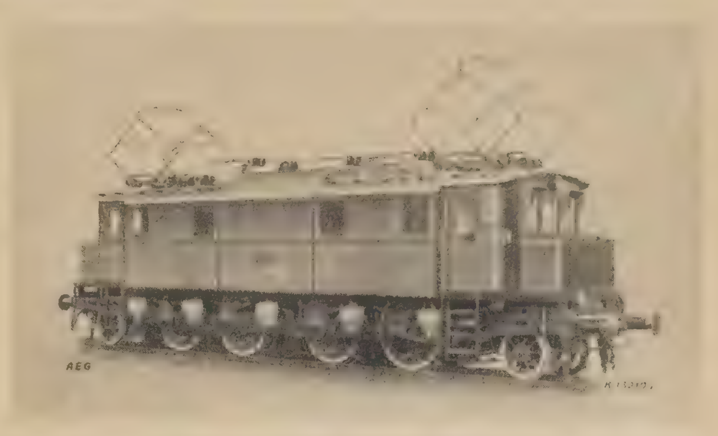


Bild 2. $1\,D_0\,1$-Schnellzuglokomotive.

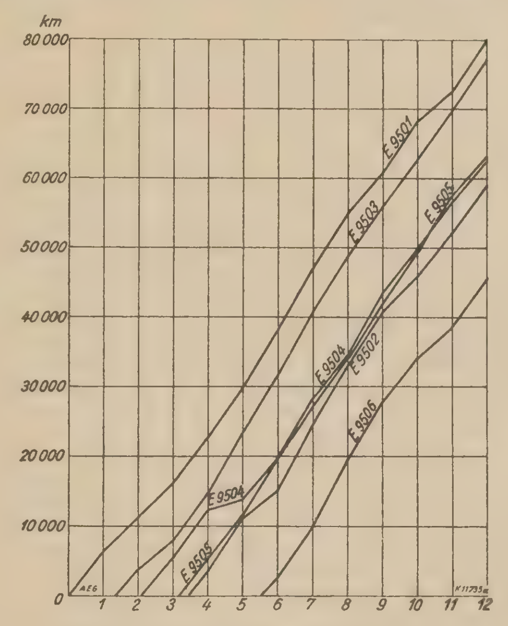


Bild 3. Kilometer-Leistungen der $1\,C_0 + C_0\,1$ Lokomotiven im Jahre 1928.

Der Längsrahmen ist — wie bei den ersten Versuchslokomotiven der Bauart $2\,D_0\,1$ — aus 50 mm starken Blechen hergestellt, die so ausgeschnitten sind, daß ein Fachwerkträger übrig geblieben ist. Er ist so bemessen, daß auch nach Ausbau der Achsgabelstege ein tragfähiges System übrigbleibt.

Die Übertragung des Drehmomentes erfolgt von den Ankern über einseitig angeordnete Ritzel auf das zugehörige gemeinsame Zahnrad der Hohlwelle und von hier durch Übertragungsfedern auf die Treibachse.

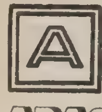
Die Geschwindigkeitsregelung erfolgt durch Stufenschütze und Fahrschalter mit 21 Stufen. Für den Fahrtrichtungswechsel sind für je zwei Doppelmotoren elektropneumatische Fahrtwender vorgesehen.

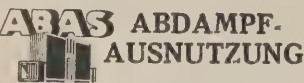
Die Lokomotiven werden mit Sicherheitsschaltvorrichtung nach Patenten der A E G ausgerüstet.



Bild 1. $1\,C_0 + C_0\,1$-Güterzuglokomotive

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS





ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER
PRESSLUFT-ENTÖLER D.R.P.

„BÜHRING" D.R.P.
mit Ölrückgewinnung



Bühring A.-G.
Landsberg (Bz. Halle)

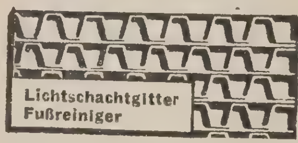
ABDAMPF-ENTÖLER

Max Dreyer & Co., Magdeburg-S.

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDECKPLATTEN



Schnellste Lieferung ab Lager

Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

ABDECKUNGSROSTE
Fußreiniger



Fr. Engelmann, Jena-Au
Liste B 27 gratis

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN
für
Hochdruck u. Heißdampf

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H. Saarbrücken

Kein Zoll!

AUFZÜGE



Aufzüge
jeder
Betriebsart
und Größe
Patentsteuerung für
hydraulische Hebezeuge

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

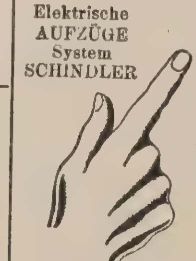
AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische
AUFZÜGE
System
SCHINDLER



Elektrische
Steuerungen
und
Apparate für
AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette
Aufzugs-
Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE
für Personen, Lasten, Speisen, Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u. Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung
Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.



Über
$1/2$ Jahrhundert
Aufzugbau

**Bei Erteilung
eines Jahresauftrages
(52 Anzeigen)
kostet dieser Raum
(35 mm)
Mk. 17.64 netto
pro Einschaltung**

AUFZÜGE

für alle Zwecke und jeder Größe
mit und ohne Treibscheiben sowie
Feineinstellung

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt
Fernruf 2452

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge
Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

**Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim**

AUFZÜGE

Original-Dreistern
von höchst. Sicherheit u. dem neuest. Stand der Technik entsprechend.
Maschinenfabrik MÜHLEISSEN
Elberfeld-Son.



AUFZÜGE
jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

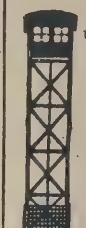
AUFZÜGE

Gegr. 1861



AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN · NÜRNBERG · ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE
für Lasten
und Personen



Elektro-
Züge
150–5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art

Fr. Schüle & Co.
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL



Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE

aller Art — Feineinstellung
Personenpaternoster
KRANE
Transportband-Anlagen
Gebrüder Weismüller
Frankfurt a. M.-West

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Lebensdauer von Glaskörpern in Bahngleichrichteranlagen.

Mitteilung der AEG.

In kleineren und mittleren Betrieben hat der Glasgleichrichter (Abb. 1) große Vorteile: hoher Wirkungsgrad auch bei Teillast, geringe Leerlaufverluste, Unempfindlichkeit gegen starke Überlastungsstöße sowie



Abb. 1. Großglasgleichrichter mit geöffneter Tür und herausgefahrenem Glaskörper.

Frequenzschwankungen im Hochspannungsnetz, einfache Gestaltung der Schalteinrichtung für ferngesteuerte oder vollkommen selbsttätige Stationen, einfache Inbetriebsetzung, keine Wartung, leichte Parallelschaltung, Wegfall von kostspieligen Fundamenten, leichte Unterbringungsmöglichkeit, geräuschloser Betrieb, Fortfall von Wasserkühlung und Luftpumpe. Hierdurch ist der Glasgleichrichter nicht nur umlaufenden Umformern, sondern auch dem Eisen-Gleichrichter überlegen. Bei der Entscheidung, ob Glas- oder Eisengleichrichter gewählt werden sollen, spielen aber nicht nur die vorstehend aufgeführten Eigenschaften der Glasgleichrichter, sondern auch die Lebensdauer der Glaskörper eine wichtige Rolle, weil hiervon die Wirtschaftlichkeit der Anlage abhängen kann. Es besteht zwar bei manchen Ingenieuren eine gewisse Voreingenommenheit gegenüber Glas als Baustoff im Apparatebau. Die Praxis hat jedoch bewiesen, daß die Glaskörper eine genügend große Lebensdauer haben, um die Wirtschaftlichkeit der Anlage sicherzustellen.

Durch Garantieen allein kann die Frage der Wirtschaftlichkeit nicht entschieden werden, weil die Gewährleistung genau so wie bei Maschinen immer nur für eine verhältnismäßig kurze Zeit gelten kann. Man muß diese Frage vielmehr an Hand von tatsächlichen Betriebsergebnissen beantworten.

Die AEG hat zu diesem Zweck an verschiedene größere von ihr mit Glasgleichrichtern belieferte Bahnbetriebe (Abb. 2) eine Rundfrage gerichtet, um möglichst genaue Angaben zu erhalten. Diese Rundfrage wurde nur an Betriebe geleitet, die Glaskörper seit wenigstens einem Jahr in Betrieb haben und somit über entsprechende Erfahrungen verfügen. Die Anfrage wurde von insgesamt 19 Betrieben mit 46 Gestellen beantwortet und ergab:

Am Stichtag, dem 1. 7. 1928, waren von zusammen 63 Glaskörpern noch 34 = 54% seit Errichtung im Betrieb und erst 16 Stück = 24% zerstört, während die restlichen 13 Stück = 21% als Ersatz für die letztgenannten arbeiteten.

Von den 34 noch im Betrieb befindlichen Glaskörpern hatten 2 Stück am 1. 7. 1928 bereits eine Betriebszeit von über 25 000, 5 von 20 000 bis 25 000, 18 von 10 000 bis 20 000 und 9 von unter 10 000 Stunden erreicht. Für diese 34 Glaskörper ergab sich dabei bis zum Stichtag eine mittlere Betriebsdauer von rund 13 400 Stunden; die wirkliche bis zum Versagen zu erzielende Betriebszeit wird ganz erheblich höher liegen.

Von den 16 zerstörten Glaskörpern hatten 9 eine Betriebsdauer von unter 2000, 4 von 2000 bis 4000 und 3 von 4000 bis 7000 Stunden erzielt, während sie für alle 16 zerstörten Glaskörper im Mittel 2300 Stunden betrug. Selbstverständlich darf man diese Werte nicht für sich allein, sondern nur in Verbindung mit den noch im Betrieb befindlichen Glaskörpern betrachten. Sie zeigen nur, daß nicht einwandfreie Glaskörper nach verhältnismäßig kurzer Zeit zerstört und somit von selbst ausgeschieden werden.

Die restlichen 13 Ersatz-Glaskörper arbeiten zum Teil erst kurze Zeit, so daß hierüber noch keine Angaben vorliegen.

Wenngleich sich die tatsächlich mit den Glaskörpern zu erzielende Betriebsdauer aus der Rundfrage nicht feststellen läßt, weil man dann mit dieser noch ziemlich lange hätte warten müssen, so ergibt sich doch eine Grenze nach unten und damit auch für den Betriebsleiter ein sicherer Anhalt für die Beurteilung der Glaskörperfrage. Die mittlere Betriebsdauer der 34 + 16 = 50 Glaskörper betrug bis zum 1. 7. 1928 rund 10 000 Stunden, die tatsächlich erzielte wird also ganz erheblich höher liegen, weil es praktisch ausgeschlossen ist, daß die 34 am Stichtag noch betriebsfähigen Glaskörper bald darauf zerstört wurden. Man kann deshalb in Bahnbetrieben mit großer Sicherheit eine mittlere Betriebsdauer von mindestens 10 000 Stunden als untere Grenze angeben.

Von Wichtigkeit ist noch die mittlere Tagesbelastung der einzelnen Glaskörper, weil manchmal die Ansicht vertreten wird, daß geringe Beanspruchung auf die Lebensdauer von günstigem Einfluß ist. Abgesehen von 6 Glaskörpern ohne nähere Angabe betrug die mittlere Tagesbelastung bei 28 Stück unter 50%, bei 14 Stück 51 bis 70% und bei 15 Stück 71 bis 85% der vorgesehenen Vollast. Diese Werte sind nur als angenähert zu betrachten, da sie auf Schätzung beruhen.



Abb. 2. Gleichrichterraum im Unterwerk Nellingen der Straßenbahn Esslingen-Nellingen-Denkendorf.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

AEG-Seilfahrtschaltung bei in Leonardschaltung gesteuerten Hauptschacht-Fördermaschinen.

Mitteilung der AEG.

Seitens der Bergbehörde sind für Hauptschacht-Fördermaschinen besondere Vorschriften über die zulässige Höhe der Seilfahrtgeschwindigkeit bei den verschiedenen Antriebsarten vorgeschrieben.

Diese Vorschriften lassen bei den in Leonardschaltung gesteuerten Fördermaschinen eine höhere Seilfahrtgeschwindigkeit zu als bei jeder anderen Antriebsart.

Bei der hohen Betriebssicherheit der in Leonardschaltung gesteuerten Fördermaschinen, in Verbindung mit den besonderen die Steuerung verbessernden und den Betrieb überwachenden Einrichtungen bestehen jedoch keine Bedenken, eine wesentlich höhere als die bisher zugelassene Seilfahrtgeschwindigkeit zu genehmigen, wenn gleichzeitig die Beschleunigung und Verzögerung auf einen zulässigen Wert, z. B. 0,7 m/s² beschränkt und durch vorhandene Einrichtungen zwangläufig eingehalten wird.

Es ist bekanntlich bei keiner derartigen Bewegung die Geschwindigkeit selbst, die störend wirkt (gute Schachtverhältnisse vorausgesetzt), sondern immer nur die Änderung der Geschwindigkeit, die unangenehm empfunden wird bzw. zu Schädigungen Veranlassung geben kann.

Eine Seilfahrt mit 6 m/s Fördergeschwindigkeit und 1,2 m/s² Beschleunigung bzw. Verzögerung wird zweifellos unangenehmer empfunden werden, als eine Seilfahrt mit 15 m/s Fördergeschwindigkeit und nur 0,7 m/s² Beschleunigung bzw. Verzögerung.

Weiter ist bei dem verminderten Verzögerungswert eine erhöhte Gewähr für richtiges Stillsetzen an der Hängebank gewährleistet und bei Treibscheiben eine verminderte Gleitgefahr des Seiles vorhanden.

Die verschiedenen Seilfahrtschaltungen bezwecken nun, die Geschwindigkeit während der Seilfahrtperiode zwangläufig auf einen zulässigen Wert zu begrenzen.

Da die Fördergeschwindigkeit bei Leonardschaltung fast dem Steuerhebelausschlag entspricht, so könnte durch einen Sperr-Riegel eine zu weite Auslage des Steuerhebels bei Seilfahrt verhindert werden. Hierbei würde jedoch infolge der Abhängigkeit der Steuerhebelauslage vom zurückgelegten Förderweg, die durch die Anfahrkurven und Verzögerungskurven am Teufenzeiger bedingt ist, die gleich hohe Geschwindigkeitsänderung wie bei der Lastfahrt vorhanden sein.

Obgleich nun seitens der Bergbehörde keinerlei Vorschriften über die für Seilfahrt zulässigen Beschleunigungs- und Verzögerungswerte herausgegeben sind und auch bisher noch keine Feststellungen darüber gemacht sind, welche Geschwindigkeitsänderungen das Gefühl eines Unbehagens bei den Fahrenden hervorrufen, hat die AEG bei der Entwicklung ihrer Seilfahrtschaltung diesem Gedanken doch dadurch Rechnung getragen, daß jeder beliebige Beschleunigungs- und Verzögerungswert zwangläufig eingestellt werden kann.

Bei der im Bild dargestellten Seilfahrtschaltung (DRP) wird deshalb ein Teil der Hauptfeldwicklung des Steuergenerators abgeschaltet und durch einen Widerstand von gleichem Ohmwert ersetzt, derart, daß z. B. das verbleibende Feld bei voller Steuerhebelauslage die zugelassene Seilfahrtgeschwindigkeit ergibt. Es stehen dann bei der Seilfahrt die gleichen Anfahr- und Verzögerungswege zur Verfügung wie bei Lastfahrt; bei der kleineren Seilfahrtgeschwindigkeit also auch eine entsprechend kleinere Beschleunigung und Verzögerung.

1 = Seilfahrt-Umschalter,
2 = Seilfahrt-Signalschalter,
3 = Seilfahrt-Signallampe,
4 = Sperrmagnet im Seilfahrt-Umschalter,
5 = Sperrkontakte im Steuerschalter,
6 = Verriegelungs-Magnet für den Steuerhebel,
7 = Sperrmagnet für Geschwindigkeits-Begrenzung,
8 = Steuerschalter,
9 = Anlaßgenerator-Feld,
10 = Feld-Ersatzwiderstand,
11 = Anlaßgenerator-Anker.

Seilfahrt-Schaltung.

In Fällen, in denen die Geschwindigkeits-Unterschiede bei Seilfahrt und Lastfahrt die Beschleunigungs- und Verzögerungsperioden zu lang werden lassen, wird durch Anwendung dieser Schaltung und einer gleichzeitigen entsprechenden Sperrung des Steuerhebelausschlages das gewünschte Verhältnis eingestellt.

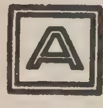
Es kann also bei dieser Schaltung jeder beliebige Beschleunigungs- und Verzögerungswert gewählt werden. Der zur Umschaltung auf Seilfahrtgeschwindigkeit erforderliche Umschalter 1 wird in der Nähe des Fördermaschinisten-Standes angeordnet. Eine Umschaltung dieses Schalters ist nur in der Mittelstellung des Steuerhebels, also bei unerregtem Steuermaschinenfeld möglich. Ein weiterer Schalter 2 ist an der Hängebank vorgesehen. Wird mit dem Weitergeben des Seilfahrtsignals dieser Schalter eingeschaltet, so ist der Steuerhebel so lange in der Mittelstellung gesperrt, bis vom Maschinisten der Seilfahrtschalter am Führerstand im richtigen Sinne geschaltet ist.

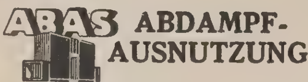
Die AEG hat davon abgesehen, diese Schaltung auf Seilfahrt vom Anschläger direkt ausführen zu lassen, um nicht dem Fördermaschinisten die Verantwortung für die Einhaltung der vorgeschriebenen Seilfahrtgeschwindigkeit zu nehmen.

Gleichzeitig mit der Betätigung des Schalters an der Hängebank erhält der Maschinist durch ein während der ganzen Dauer der Seilfahrt eingeschaltetes optisches Signal 3 von der vorgenommenen Schaltung Kenntnis.

Als Umschalter für die Seilfahrt kommt gußgekapseltes Material in kräftiger Ausführung zur Verwendung.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS





ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

PRESSLUFT-ENTÖLER D.R.P.

„BÜHRING" D.R.P. mit Ölrückgewinnung



Bühring A.-G.
Landsberg (Bz. Halle)

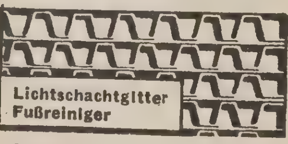
ABDAMPF-ENTÖLER

Max Dreyer & Co., Magdeburg-S.

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDECKPLATTEN



Schnellste Lieferung ab Lager

Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

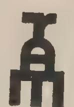
ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patent-ventile für Hoch- und Nieder-druckleitungen, Kondenswasser-abscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

für **Hochdruck u. Heißdampf**

— Parallel-Schieber —
— Geschmiedete Ventile —

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H.
Saarbrücken

Kein Zoll!



ARMATUREN

für Wasser-, Gas- und sonstige Rohrleitungen, wie Absperrschieber, Hydranten, Ventilbrunnen, Ventilrohrschellen, Dampfabsperrschieber, Heißgasschieber.

Vereinigte Armaturen-Gesellschaft m. b. H.
Mannheim
Verkaufsgesellschaft

Der Bezugsquellen-Nachweis die Zentralstelle technischer Angebote

---

AUFZÜGE

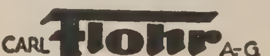


Aufzüge jeder Betriebsart und Größe
Patentsteuerung für hydraulische Hebezeuge

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge,

Fahrtreppen, Elektromotoren



Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik. Bisher über 30000 Anlagen geliefert. Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER

Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.




Über ½ Jahrhundert Aufzugbau

AUFZÜGE

für alle Zwecke und jeder Größe mit und ohne Treibscheiben sowie Feineinstellung

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt
Fernruf 2452

AUFZÜGE

Original-Dreistern von höchst. Sicherheit u. dem neuest. Stand der Technik entsprechend.

Maschinenfabrik MÜHLEISSEN
Elberfeld-Son.



AUFZÜGE

jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

Bei Erteilung eines Jahresauftrages (52 Anzeigen) kostet dieser Raum (35 mm) Mk. 17.64 netto pro Einschaltung

---

AUFZÜGE

Gegr.  1861

AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN-NÜRNBERG-ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-Züge 150—5000 kg Tragkraft
Krane
Winden
aller Art

Fr. Schüle & Co.
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen-u. Lasten-
AUFZÜGE

STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE

aller Art — Feineinstellung
Personenpaternoster
KRANE
Transportband-Anlagen

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a. M.-West



BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau

Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrische Lokomotiven und Schleppzeuge in Gaswerken.

Mitteilung der AEG.

Für die Beförderung von Zügen auf den Anschlußgleisen und für den Verschiebedienst in Gaswerken werden vorteilhaft elektrische Lokomotiven benutzt. Die allbekannten Vorzüge — Einfachheit in Bedienung und Unterhaltung, stete Betriebsbereitschaft und geringe Betriebskosten — machen sie dazu besonders geeignet. Für leichteren Dienst und für den Verkehr auf den Schmalspurgleisen sind Schleppzeuge und die für Sonderzwecke gebauten elektrisch betriebenen Wagen besonders empfehlenswert.

Die **Lokomotiven** werden in der Regel für Oberleitungsbetrieb ausgeführt. Wo die Anbringung einer Fahrleitung der Krananlagen wegen unerwünscht ist, verwendet man Akkumulatoren-Lokomotiven. Zuweilen ist eine Verbindung beider Betriebsarten am Platze, d. h. die Verwendung einer Lokomotive für gemischten Betrieb. Die Hauptgleise, insbesondere am Übergabebahnhof, werden mit Fahrleitung versehen, und nur dort, wo kein Fahrdraht verlegt werden kann, benutzt die Lokomotive die eingebaute Batterie, die nachher wieder aus der Oberleitung aufgeladen wird.

Für den Betrieb der Lokomotiven kommt im allgemeinen nur Gleichstrom in Frage, der nötigenfalls durch einen besonderen Gleichrichter oder Einankerumformer erzeugt wird.

Die Größe der Lokomotive richtet sich nach den Betriebsverhältnissen.

Die in Abb. 1 dargestellte elektrische Lokomotive für Oberleitungsbetrieb ist mit zwei ganz geschlossenen Motoren ausgerüstet, die zusammen eine Stundenleistung von 100 kW bei einer Fahrdrahtspannung von 500 V haben. Die Lokomotive wiegt rund 22 t und ist imstande, beim Anfahren eine Zugkraft von 5000 kg am Laufradumfang auszuüben, d. h. sie kann bis zu 450 t Anhängelast auf wagerechter Strecke befördern. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt durchschnittlich 12 km/h.

Für die Kohlen- und Koksbeförderung dienen bei Benutzung der Schmalspurgleise **elektrische Schleppzeuge** nach Abb. 2. Es sind dies Akkumulatoren-Fahrzeuge, die nach Art der bekannten gleislosen Elektrokarren gebaut und für alle Spurweiten zwischen 500 und 800 mm ausgeführt werden.



Abb. 1
Oberleitungslokomotive für Regelspur.

Ein vollkommen gekapselter Gleichstrommotor von 2 kW Stundenleistung bei 80 V treibt eine Achse des Fahrzeuges über ein doppeltes Stirnradvorgelege an.

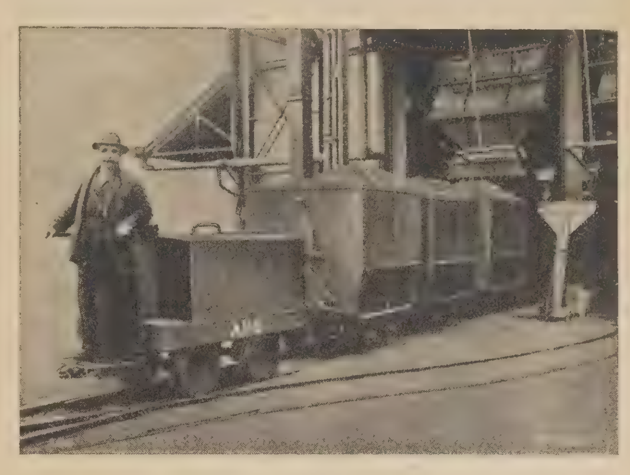


Abb. 2
Schleppzeug für Schmalspur.

Die zweite Achse ist mit der vom Motor angetriebenen durch eine Kette gekuppelt. Die Großoberflächenbatterie, die auswechselbar ist, besteht aus 40 Zellen, deren Kapazität je nach der erforderlichen Schichtleistung zu 43 bis 72 Ah gewählt wird. Das Gleisschleppzeug wiegt 2000 kg. Die Anhängelast, die bei wagerechter Gleisanlage geschleppt werden kann, darf bis zu 25 t betragen. Als Beispiel sei angegeben, daß bei einer mittleren Anhängelast von 10 t mit einer Batterieladung ein Gesamtfahrweg von rund 17 km zurückgelegt werden kann. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt hierbei 5,3 km stündlich. Mit 10 t Anhängelast können noch Steigungen bis zu 20 vT befahren werden. Der Fahrzeugführer steht wie bei den Elektrokarren auf einer kleinen, an einem Ende des Rahmens angeordneten Plattform und betätigt mit dem Fuß die mechanische Bremse. Verläßt der Führer die Plattform, so wird das Fahrzeug sofort selbsttätig gebremst.

Für die Koksbeförderung, bei der das Schleppzeug unter den Fülltrichtern der Öfen hindurchfahren muß, erhält es eine einfache Sperrvorrichtung, mit welcher der Bremsantrieb am Führerstand verriegelt wird. Der Führer kann dann beim Unterfahren der Öfen absteigen, das Fahrzeug allein fahren lassen und es auf der anderen Seite der Fülltrichter wieder erwarten. Da die Fahrgeschwindigkeit nur etwa 5 km/h beträgt, kann der Führer neben dem Fahrzeug hergehend dieses leicht bedienen.

Für den Aschetransport benutzt man **Gleisplattformwagen** mit aufgebauter Kippmulde, die von Hand gekippt wird. Der Motor für den Fahrantrieb leistet 2 kW. Auch dieser Wagen hat selbsttätige Bremse, die beim Verlassen des Führerstandes anspricht.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrokarren in der Lederindustrie.

Mitteilung der AEG.

In den neueren Werken der Lederindustrie, in denen die mit Rohfellen beladenen Eisenbahnwagen bis in die Läger fahren, beherrscht der Elektrohubkarren (Abb. 1) in Verbindung mit Ladebänken das Feld. Hier rechnet man je nach dem Beschäftigungsgrade mit 50 bis 100 Ladebänken für einen Hubkarren. Diese Ladebänke sind entsprechend den Erfordernissen des Betriebes einzurichten und werden z. B. für den Transport der Rohfelle mit einem kastenartigen Aufbau versehen. Es ist auch möglich, die Ladebänke mit 2 oder 4 Laufrädern auszurüsten, um ein leichtes Verschieben von Hand zu ermöglichen. Bei fortschreitender Entladung der Waggons finden die Ladebänke innerhalb der Waggons Aufstellung. Der Elektrohubkarren, der infolge seiner Vierradlenkung außerordentlich wendig ist und somit auch in den Waggon hineinfahren kann, nimmt die dort abgesetzte Bank auf und fährt dann über eine Waage, auf der ohne Absetzen der Ladung die Nutzlast festgestellt wird. Nach Weitertransport werden die Ladebänke in Fellspeichern nebeneinander aufgestellt, im kontinuierlichen Betriebe von dem Karren wieder aufgenommen und nach dem Sortiersaal gebracht. Dort wandern die Felle über den Sortiertisch (Abb. 2) hinweg auf andere bereitstehende Ladebänke und gehen dann mittels Hubkarren — nötigenfalls über Aufzüge und den Fabrikhof — in die weitere Fabrikation. Der Abtransport der Felle erfolgt größtenteils ebenfalls durch Elektrohubkarren. Entsprechend den steigenden Anforderungen an Elektrohubkarren können diese jetzt auch für eine Tragkraft von 1800 bzw. 2000 kg geliefert werden.



Abb. 1. AEG-Elektrohubkarren EH 1504 mit Ladebank für den Transport von Rohfellen.

Aber auch in den übrigen Betriebsabteilungen der Lederfabriken werden Elektrokarren vielseitig verwendet.



Abb. 2. AEG-Elektrohubkarren EH 1504 in einem Sortiersaal.

In den Gerbereien, Fellwäschereien usw. werden die Felle auf Wagen mit bockartigem Aufsatz befördert, die dann längere Zeit stehen, damit die Flüssigkeit von den Fellen ablaufen kann. Die Bewegung dieser Wagen erfolgt praktischerweise durch Elektrokarren oder Elektroschlepper, wie Abb. 3 erkennen läßt. Die Beförderung der Chemikalien und sonstigen Fabrikationsmaterialien innerhalb des Betriebes, der Fertigfabrikate von den Werkstätten zu den Lägern bzw. zu den Versandstellen übernehmen in stets zunehmender Zahl Elektrokarren jeder Bauart. Auch die Verwendung von Anhängewagen ist, wenn die Platzverhältnisse dies gestatten, möglich, wie Abb. 4 zeigt.



Abb. 3. AEG-Elektrokarren EK 752 mit Bockanhänger.

Bekanntlich werden in den Lederfabriken alle Eisenteile außerordentlich durch die den Fellen anhaftenden Salze angegriffen, und es bestand daher zunächst die Befürchtung, die Lebensdauer der Elektrokarren würde nur eine sehr kurze sein. Die Farbenindustrie hat jedoch schützende Anstrichmittel herausgebracht, so daß diese Befürchtungen gegenstandslos sind. Die AEG hat an Lederfabriken Elektrokarren geliefert, die seit etwa 7 Jahren unausgesetzt im Betrieb sind, sich bestens bewährt haben und voraussichtlich auch noch lange Zeit in Betrieb bleiben können; über das normale Maß hinausgehende Abnutzungen konnten bisher nicht festgestellt werden.

Die Wirtschaftlichkeit des Elektrokarrenbetriebes in Lederfabriken steht außer Zweifel. Die Ersparnismöglichkeiten werden bewiesen durch die Angabe einer Lederfabrik, die nach Einstellung von 3 AEG-Elektrohubkarren die Transportleistung steigern und trotzdem noch 20 Arbeiter, die bisher beim Transport der Felle mittels Handkarren benötigt wurden, einer produktiveren Arbeit zuführen konnte.



Abb. 4. AEG-Elektrokarren EK 1502 mit Anhängewagen in einer Lederfabrik.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Wirtschaftlicher Elektro-Antrieb für Holzbearbeitungsmaschinen

Mitteilung der AEG.

Der direkte Elektro-Antrieb an Holzbearbeitungsmaschinen gestattet eine richtige Anordnung der Maschinen für die Fließfabrikation und gewährleistet, neben guter Ausnutzung und Übersichtlichkeit der Arbeitsräume, störungsfreien Transport der meist sperrigen Arbeitsstücke.



Abb. 1. Normaler AEG-Einbaumotor.

Neben diesen betriebstechnischen Vorteilen fallen bei dem direkten Elektro-Antrieb durch den Verzicht auf Übertragungsmittel, wie Zahnräder, Riemen und Ketten, die große Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit ins Gewicht, da neben den auftretenden Reibungsverlusten auch alle Reparaturen an diesen Getrieben in Fortfall kommen.

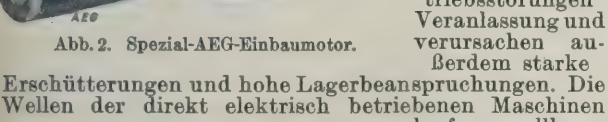


Abb. 2. Spezial-AEG-Einbaumotor.

Die schnellaufenden Riemen bei den bisherigen Antrieben geben sehr häufig zu Betriebsstörungen Veranlassung und verursachen außerdem starke Erschütterungen und hohe Lagerbeanspruchungen. Die Wellen der direkt elektrisch betriebenen Maschinen laufen vollkommen gleichmäßig und mit gleich starker Durchzugkraft, was sich in einer Leistungssteigerung der Maschine und in der Güte des Erzeugnisses auswirkt.

Zur Verwendung kommen Drehstrom-Kurzschlußmotoren bzw. AEG-Doppelnutmotoren. Das Fehlen von Teilen, die einer Abnutzung unterworfen sind, macht den in die Arbeitsmaschine eingebauten Motor im Betrieb geradezu unverwüstlich.

Abb. 3. Bandsäge Bachmann & Ladewig A.-G., Chemnitz, mit eingebautem AEG-Motor.

Die Doppelnutmotoren der AEG haben einen gegossenen Käfig und keinerlei Läuferisolation; ihr Vorteil gegenüber den Kurzschlußmotoren besteht in dem geringen Anlaufstrom und dem konstanten Anzugmoment, durch das ein ruhiger, stoßfreier Anlauf erzielt wird. Die AEG hat außer den normalen Einbaumotoren, die aus dem Ständer und Läufer (Abb. 1) der üblichen Drehstrommotoren bestehen, noch Spezial-Einbaumotoren (Abb. 2) ausgebildet. Diese unterscheiden sich von den erstgenannten Einbaumotoren durch kleineren Durchmesser und entsprechend größere Breite und Läuferbohrung. Diese Einbaumotoren haben einen Rohrmantel und eine Läuferbuchse.

In welch einfacher Weise der Einbau der Motoren vorgenommen wird, zeigt der Antrieb einer Bandsäge (Abb. 3). Auf das freie Wellenende der Rollenwelle ist der Läufer des Einbaumotors aufgesetzt, während der Ständer an dem als Lagerschild ausgebildeten Maschinenteil der Bandsäge angeflanscht ist.

Abb. 4 zeigt den direkten Elektroantrieb, und zwar als Zweimotorenantrieb an einer Abricht- und Diktenhobelmaschine. In der oben beschriebenen Weise ist der Antriebsmotor, in diesem Falle mit Doppelnutläufer, auf die Messerwelle aufgesetzt. Der darunter liegende Vorschubmotor ist polumschaltbar ausgeführt und gestattet die Einstellung von zwei verschiedenen Vorschubgeschwindigkeiten.

Abb. 4. Abricht-, Füge-, Kehl- und Diktenhobelmaschine, Bachmann & Ladewig, A.-G., Chemnitz mit zwei AEG-Einbaumotoren.

Ein Zweimotorenantrieb, bei dem durch ein Bedienungselement die vier Geschwindigkeiten 500 / 750 / 1000 / 1500 U/min bei vorhandenem Drehstrom 50 Per eingestellt werden, ist nach Abb. 5 an einer automatischen Zuschneide- und Besäumkreissäge angewandt. Der Hauptmotor mit Doppelnutläufer sitzt direkt auf der Kreissägenwelle. Der Vorschub erfolgt durch eine endlose Gliederkette, deren Trommel durch den polumschaltbaren Einbaumotor ohne Zwischenschaltung weiterer Wechselgetriebe direkt angetrieben wird. Bei dieser Maschine ist durch in den Maschinenständer eingebaute Relais eine Abhängigkeit des Vorschubes von dem Hauptantrieb derart vorgesehen, daß der Vorschubmotor nur arbeiten kann, wenn der Hauptmotor eingeschaltet ist. Ferner wird bei Überlastung des Hauptantriebmotors der Vorschubmotor stillgesetzt. Erst wenn der Hauptmotor wieder seine normale Stromstärke aufnimmt, schalten die Relais den Vorschub selbsttätig wieder ein.

Abb. 5. Automatische Zuschneide- und Besäumkreissäge, Kießling A.-G., Leipzig, mit Doppelnutsägemotor und Vorschubmotor mit 4 Geschwindigkeiten.

Der Hauptkatalog über rheinische Bimsbaustoffe

Der vom Verkaufsbüro der Bimsbaustoffwerke Paul Dahm & „Glückauf" G. m. b. H., Neuwied a. Rh. herausgegebene Hauptkatalog stellt nach Inhalt und Ausstattung eine anerkennenswerte Leistung dar. Seine technischen Ausführungen, unterstützt durch wichtiges Tabellenmaterial und Gutachten und Prüfungsergebnisse, machen ihn zu einem belehrenden und aufklärenden Nachschlagewerk, gleich wertvoll für Theorie und Praxis. Die vorzüglich ausgeführten Reproduktionen der Bimsbaustoffwerke Paul Dahm, Neuwied und „Glückauf", Weißenthurm, veranschaulichen die Größe der Unternehmen, wie auch die Leistungsfähigkeit der einzelnen Abteilungen, so der Abteilung für automatische Herstellung von Zementschwemmsteinen, Bimszementdielen und der Spezialabteilungen automatische Herstellung von Hohlblocksteinen, automatische Herstellung von Deckenhohlsteinen, Abteilung Stegdielenfabrikation. Bimsbetonstegdielen- und Kassettenplatten - Lager, Gehwegplattenfabrikation, Konstruktion und Anwendung der Spezialerzeugnisse wird am einzelnen Stein, sowie an fertigen und im Bau befindlichen Wohnhäusern, Fabrikgebäuden, Halleneindeckungen usw. gezeigt. Unter anderm seien erwähnt die Neubauten Dornier Flugzeugwerke, Altenrhein, Montagehalle der Kruppwerke München, Flugzeughalle Fürth i. B., Großkraftwerke Friemersdorf. Eine Übersicht über die Abteilung Kunststeine, Hartbasalt-Gehwegplatten, rheinischer Traß, sowie eine Umsatzstatistik mit graphischen Darstellungen bringen den Hauptkatalog zum Abschluß.

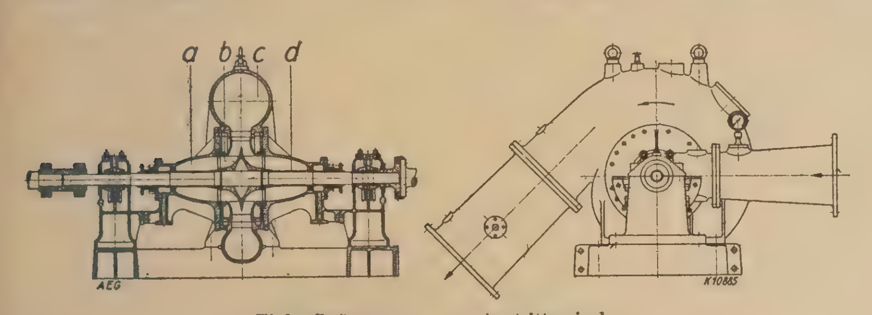
Kreiselpumpen für Kondensationsanlagen.

Mitteilung der AEG.

Kreiselpumpen verlangen ganz allgemein hohe Drehzahlen. Da hohe Drehzahlen zu kleinen Abmessungen führen, beanspruchen Kreiselpumpen bei niedrigen Herstellungskosten nur geringen Raum und können durch kleine Maschinen mit hoher Drehzahl angetrieben werden. Diese Eigenschaften der Kreiselpumpe sind für ihre Verwendung als Hilfsmaschinen in Kraftanlagen außerordentlich wertvoll.

Kühlwasser-, Aufschlagwasser- und Kondensatpumpen baut die AEG mit doppelseitigem Wassereinlauf. Da hier beide Radhälften vollkommen gleich ausgeführt werden, und demnach auch ihre Dichtungsdurchmesser übereinstimmen, hebt sich der Axialschub bei gleicher Druckfläche und gleichem Druck auf. Für geringe Abweichungen, die ein Verschieben des Pumpenläufers hervorrufen könnten, genügt im allgemeinen ein einfacher Anlaufbund.

Wie allgemein üblich, verwendet die AEG zur Abdichtung der Stopfbuchsen eine Weichpackung. Die notwendige Kühlung der Welle an der Packung besorgt das Undichtheitswasser, das tropfenweise durch den Überdruck im Ringraum aus der Stopfbuchse herausgepreßt wird. Zur Lagerung der Läuferwellen genügen einfache Ringschmierlager, die infolge ihrer selbsttätigen Schmierung eine besondere zentrale Ölversorgung überflüssig machen.



a=Einlaufkrümmer, c=Austrittsspirale,
b=Laufrad, d=Bronze-Schutzhülse.

Abb. 1. Kühlwasserpumpe, einfache Bauart mit einem Laufrad.

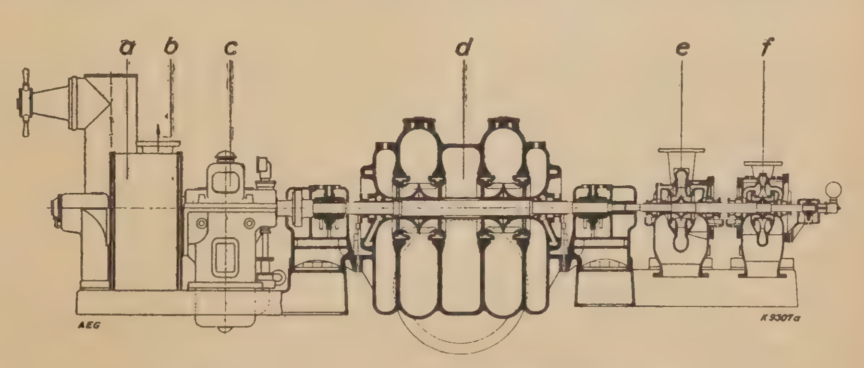
Von den Hilfsmaschinen, die eine Kondensationsanlage verlangt, verbraucht die Kühlwasserpumpe den größten Teil der Leistung. Der Verbrauch der Aufschlagwasser- und vor allem der kleinen Kondensatpumpe spielen eine weniger wichtige Rolle. Für die Kühlwasserpumpe sind also mit besonderer Sorgfalt Herstellungs- und Betriebskosten gegeneinander abzuwägen, damit die Gesamtkosten möglichst klein werden.

Je nach der Größe der Anlage und der Anordnung der einzelnen Pumpen zueinander baut die AEG zwei Arten von Kühlwasserpumpen. In dem Fall, der heute, soweit es die Wirtschaftlichkeit der Anlage gestattet, von der AEG bei allen größeren Anlagen angestrebt wird, werden die drei Hilfspumpen über ein Zahnradvorgelege von einer gemeinsamen Antriebsmaschine aus angetrieben und laufen jede in ihrem günstigsten Drehzahlbereich. Die Kühlwasserpumpe nimmt dann die Form an, die Abb. 1 veranschaulicht. Verschiedene Förderhöhen werden mit einem Pumpenmodell erreicht, indem man den Durchmesser des Laufrades durch Abdrehen entsprechend verändert. Wird dadurch der Pumpenwirkungsgrad auch etwas beeinträchtigt, so sinkt die Leistung bei kleineren Höhen doch so erheblich, daß die geringe Verschlechterung ohne weiteres in Kauf genommen werden kann. Den Übergang zum Spiralrohr des Auslaufstutzens vermittelt ein Einsatzring, dessen radiale Höhe sich dem jeweiligen Laufraddurchmesser anpaßt.

Eine Kühlwasserpumpe, die mit der Aufschlagwasser- und Kondensatpumpe unmittelbar gekuppelt ist und über ein Zahnradvorgelege von einer Kleinturbine angetrieben wird, zeigt Abb. 2. Diese Einwellenanordnung für die drei Kondensationspumpen wählt die AEG im allgemeinen bei kleineren Anlagen, bei denen ein unterteilter Antrieb der Pumpen sich nicht mehr lohnt. Die Drehzahlen dieser Ausführung liegen bis zu etwa 75 vH höher als die der normalen Bauart, für die eine einfache doppelflutige Ausbildung die günstigsten Betriebsbedingungen ergibt. Das Gehäuse hat wie die normale Type für jedes Laufrad einen spiralförmigen Auslauf, ist aber der wagerechten Mittelebene geteilt. Saug- und Druckstutzen sind an der unteren Gehäusehälfte angebracht, so daß die obere Hälfte bei einer Prüfung der inneren Teile ohne Abnahme vor Rohrleitungen abgehoben werden kann.

Nach den gleichen Grundsätzen wie die Kühlwasserpumpe sind die beiden kleineren Pumpen, die Kondensat- und die Aufschlagwasserpumpe, gebaut. Während die Kühlwasserpumpe je nach der Antriebsart bei Einwellen- oder Mehrwellenanordnung verschiedene Modelle benötigt, benutzt man für die Aufschlagwasser- und Kondensatpumpe in einem größeren Leistungsbereich das gleiche Pumpenmodell. Da die Aufschlagwasserpumpe stets gegen den gleichen Überdruck fördern soll, paßt man die Umfangsgeschwindigkeit des Laufrades den verschiedenen Drehzahlen durch entsprechendes Abdrehen des Läufers an. Verschiedene Fördermengen bewältigt man in einem gewissen Bereich durch verschieden breite Laufräder und entsprechende Einsatzringe im Gehäuse. Die etwas höheren Betriebskosten gleichen sich durch die geringen Anschaffungskosten wieder aus. Die Kondensatpumpen werden im allgemeinen so reichlich ausgelegt, daß auch hier ein unverändertes Pumpenmodell die Anforderungen hinsichtlich Förderhöhe und -menge für die verschiedenen Drehzahlen erfüllen kann, die durch die Antriebsart bedingt werden.

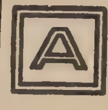
Hat die AEG somit ihre Kondensations-Hilfspumpen weitgehend vereinheitlicht, so vervollständigt erst der gemeinsame Antrieb der drei Pumpen in den bekannten AEG-Kondensationspumpen-Gruppen den Erfolg, der in einem unbedingt zuverlässigen und außerordentlich übersichtlichen Betrieb der Kondensationsanlagen besteht.



a=Turbine, d=Kühlwasserpumpe,
b=Abdampf, e=Aufschlagwasserpumpe,
c=Zahnradvorgelege, f=Kondensatpumpe.

Abb. 2. Kondensationspumpen-Gruppe, angetrieben durch eine Kleinturbine mit Zahnradvorgelege; n=7500/1250 U/min.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

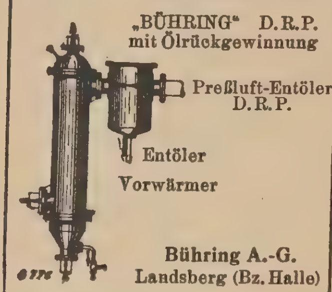
Abdampf-Lufterhitzer :: Abgas-Saugzug-Anlagen :: Abgas-Economiser Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

PRESSLUFT-ENTÖLER D.R.P.

„BÜHRING" D.R.P. mit Ölrückgewinnung



Bühring A.-G.
Landsberg (Bz. Halle)

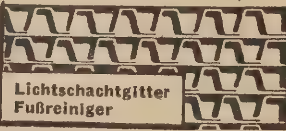
ABDAMPF-ENTÖLER

Max Dreyer & Co., Magdeburg-S.

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

ABDECKPLATTEN



Schnellste Lieferung ab Lager

Tezett-Werk
Berlin-Tempelhof 14
Größtes und ältestes Spezialwerk

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondenstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



GESCHMIEDETE
ARMATUREN

für höchste Drücke und chemische Werke

Rheinische Armaturen- und Maschinenfabrik vorm. Keuth & Zenner G. m. b. H.
Saarbrücken
Kein Zoll!



für Wasser-, Gas- und sonstige Rohrleitungen, wie Absperrschieber, Hydranten, Ventilbrunnen, Ventilrohrschellen, Dampfabsperrschieber, Heißgasschieber.

Vereinigte Armaturen-Gesellschaft m. b. H.
Mannheim
Verkaufsgesellschaft.

Bei Erteilung eines Jahresauftrages (52 Anzeigen) kostet dieser Raum (30 mm) Mk. 15.12 netto pro Einschaltung

---

AUFZÜGE



Aufzüge jeder Betriebsart und Größe
Patentsteuerung für hydraulische Hebezeuge

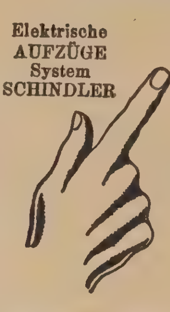
G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische AUFZÜGE System SCHINDLER



Elektrische Steuerungen und Apparate für AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette Aufzugs-Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u. Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Aug. Kühnscherf & Söhne
Dresden-A. 1. V.



Über ½ Jahrhundert Aufzugbau

AUFZÜGE

für alle Zwecke und jeder Größe mit und ohne Treibscheiben sowie Feineinstellung

Gustav Linse
Spezialfabrik für Aufzüge
Erfurt
Fernruf 2452

AUFZÜGE

Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge mit Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE

Original-Dreistern
von höchst. Sicherheit u. dem neuest. Stand der Technik entsprechend
Maschinenfabrik MÜHLEISSEN
Elberfeld-Son.

AUFZÜGE

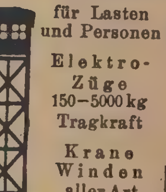
Gegr. 1861



AUFZUGSWERKE
Schmitt & Sohn
MÜNCHEN · NÜRNBERG · ESSEN
FACHFABRIKEN FÜR AUFZÜGE

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-Züge
150–5000 kg Tragkraft
Krane
Winden
aller Art

Fr. Schüle & Co.
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



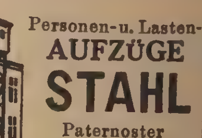
AUFZÜGE

jeder Art und Größe

Schindler Aufzügefabrik G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

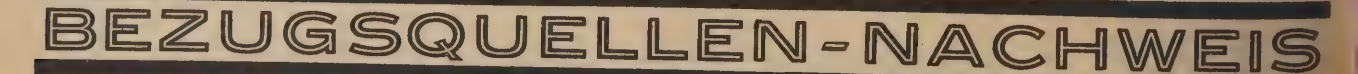
aller Art — Feineinstellung
Personenpaternoster
KRANE
Transportband-Anlagen
Gebrüder Weismüller
Frankfurt a. M.-West



Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster



Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart


BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

V·D·I

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

Bd. 73 Berlin, 29. Juni 1929 Nr. 26

Bezugsbedingungen, Anzeigenpreise, Anschriften, Nachweis der angekündigten Erzeugnisse und Beilagenverzeichnis siehe Seite 46 und 47.

Die Bezugsgebühr für das 3. Vierteljahr 1929 ist am 1. Juli fällig.

DREI MODERNE KESSELANLAGEN



mit Wanderrosten für Steinkohle

mit mechan. Treppenrosten für Rohbraunkohle

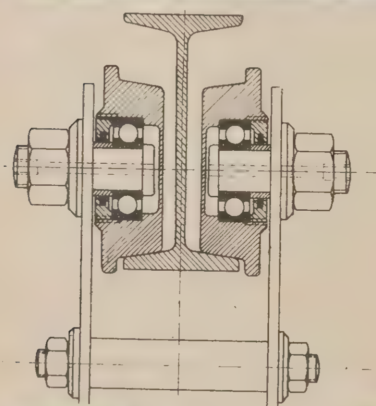
mit Kohlenstaub-
feuerungen für
rostschwierige
Brennstoffe



KOMPLETT ERSTELLT DURCH

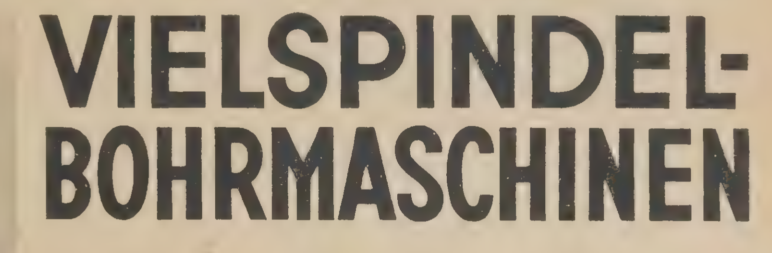
BABCOCK

BABCOCKWERKE OBERHAUSEN-RHL




KSG
LOPULCO
SPEZIALKESSEL UND STAUBFEUERUNGEN
IN ALLER WELT
KOHLEN SCHEIDUNGS-GESELLSCHAFT MBH
BERLIN-NW7 FRIEDRICHSTR. 100





Früher brauchte man zum Bohren der 12 Löcher (6 Stück 20 mm ø u. 6 Stück 9 mm ø) in Schwungscheiben **27 Minuten**

Jetzt bohren wir diese Löcher in

3 Minuten

auf unserer 12 spindligen **Bohrmaschine**

Auch Sie können Jhre Produktionskosten stark herabsetzen! Senden Sie uns Zeichnungen Jhrer Werkstücke und wir werden Jhnen zeigen, welche bedeutenden Ersparnisse Sie mit der Wanderer-Vielspindel-Bohrmaschine erzielen können



früher 13 Minuten

Jetzt bohren wir diese in

2½ Minuten

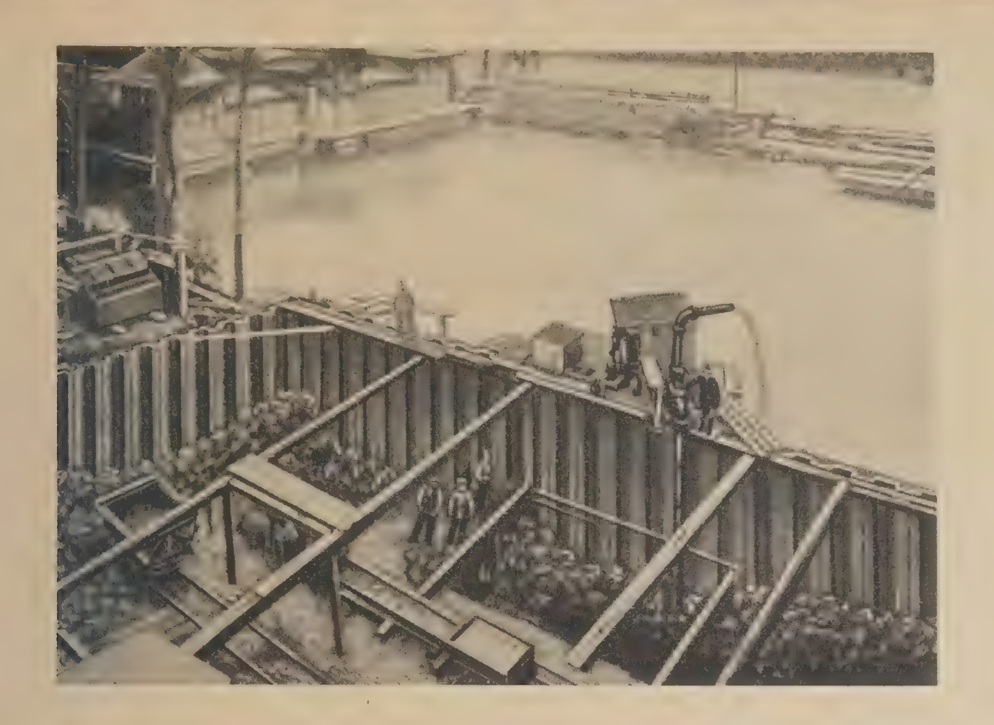
auf unserer 12 spindligen Bohrmaschine

WANDERER-WERKE A.-G. SCHÖNAU BEI CHEMNITZ

DEMAG-Wippkrane

Die Hauptmerkmale dieser Kran-Sonderbauart sind große Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit, einfache Bedienung und Wartung sowie geringer Kraftverbrauch. Wir haben von diesen Kranen mehrere Systeme ausgebildet, so daß wir in der Lage sind, für jeden Zweck die geeignete Bauart anzubieten. DEMAG-Wippkrane arbeiten in Deutschland, Holland, Dänemark, Schweden, Frankreich, Polen, Argentinien, Brasilien, China, Japan usw.





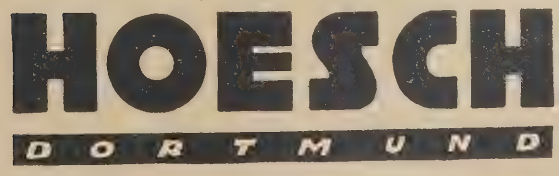
Die Eisenspundwand

HOESCH

läßt sich selbst in steinigen Boden ausgezeichnet rammen. Die obige Photographie zeigt die Gründungsarbeiten für die Brückenpfeiler der neuen Kornhausbrücke über die Limmat in Zürich mit der Eisenspundwand Hoesch. Trotz ungünstigster Bodenverhältnisse (Findlinge) wurden die Arbeiten ohne besondere Schwierigkeiten durchgeführt, ein Beweis also für die leichte Anwendungsmöglichkeit der Eisenspundwand Hoesch.

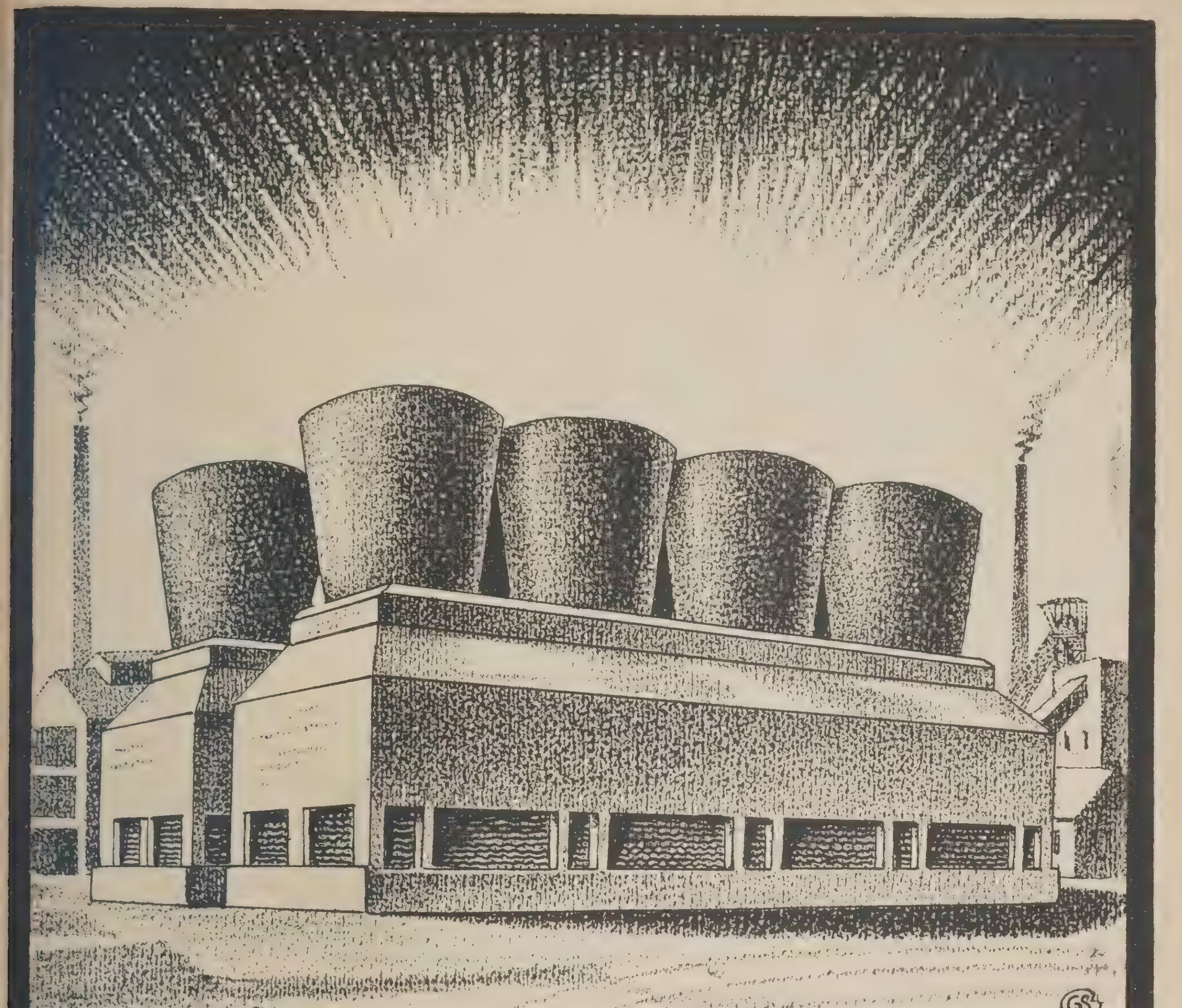
*

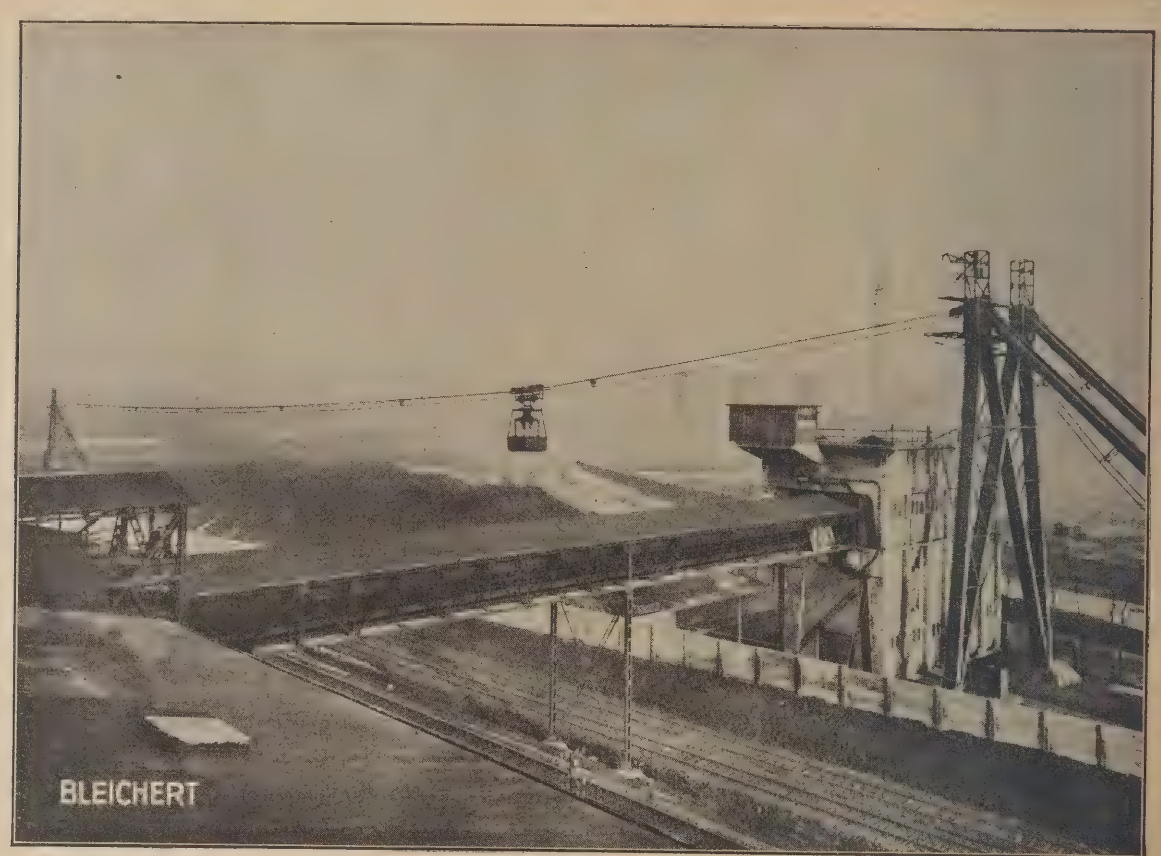
Kostenlose Projektbearbeitung und Ingenieur-Besuch durch das technische Büro der Spundwand-Abteilung.



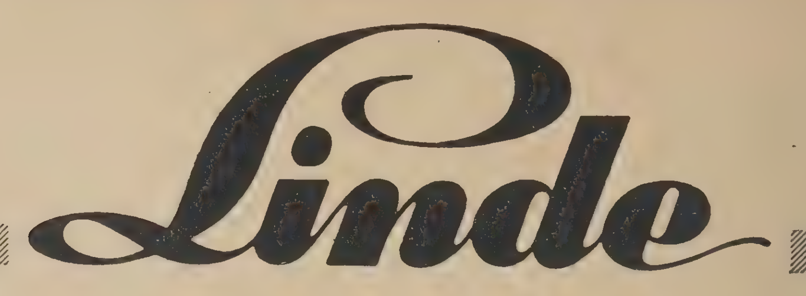


Ausstellung „Bauten der Technik" in Danzig, Stand 17




BLEICHERT


Mitarbeit
Verlangen Sie von uns „Dienst am Kunden“ und — benutzen Sie deutsche Maschinen. Mit den Erfindungen der Ingenieure Schicht-Preis ist die Verzahnungstechnik der Kegelräder vom Ausland unabhängig gemacht worden. Es gibt heute auf dem Weltmarkt keine Maschine, die auch nur annähernd in so kurzen Arbeitszeiten bei so einfacher Einstellung und Bedienung, selbst in kleinsten Mengen, so wirtschaftlich ruhig laufende Spiralkegelräder herstellt, wie die neuesten Typen der Klingelnberg-Starrwälzautomaten. — Wir erzeugen außerdem für die Fertigbearbeitung von Kegelrädern (auch anderer Systeme) sämtliche Zubehörmaschinen, wie Prüf-, hydraulische Härte-, Flankenläpp- und Poliermaschinen. — Wir übernehmen kostenlos die Beratung über Konstruktion und Herstellung in allen Kegelradfragen. — Wir richten für jeden Bedarfsfall die vollständige Fabrikation betriebsfertig ein. — Verlangen Sie unsere Druckschriften und Fachaufsätze von Professor Wallichs und Dr. Otto:
KLINGELNBERG
W. Ferd. Klingelnberg Söhne, G. m. b. H., Remscheid; Berlin, Breslau, Chemnitz, Düsseldorf, Frankfurt a. M., Hagen i. W., Hamburg, Hannover, Köln, Leipzig, Mannheim, Stuttgart, Barcelona, Brüssel, Paris, Prag, Rotterdam, Zürich, Klingelnberg-Uebersee-Handelsgesellschaft m. b. H., Hamburg 1, Shanghai.



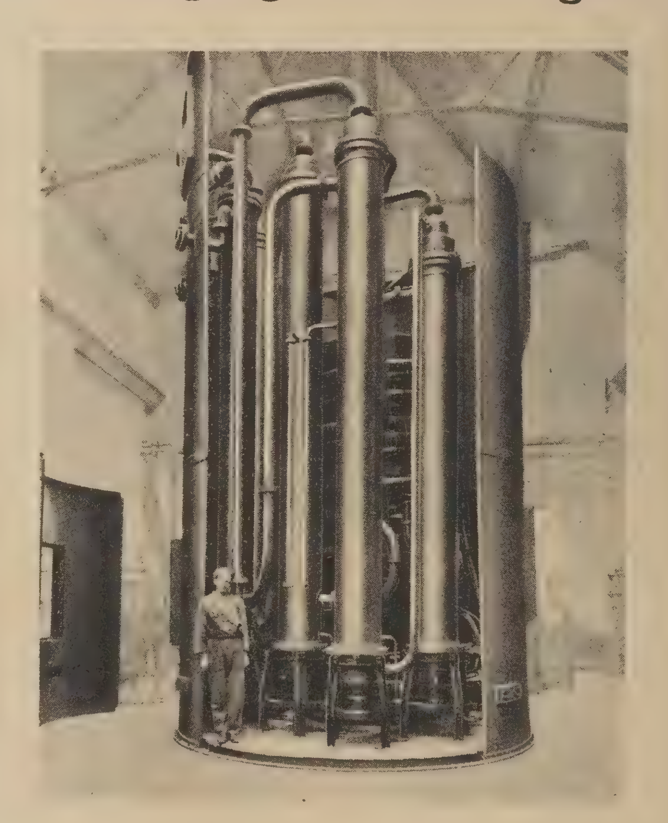
Anlagen zur Gewinnung von

Sauerstoff und Stickstoff

aus atmosphärischer Luft von

Wasserstoff

durch Zerlegung von Kokereigas u. a.

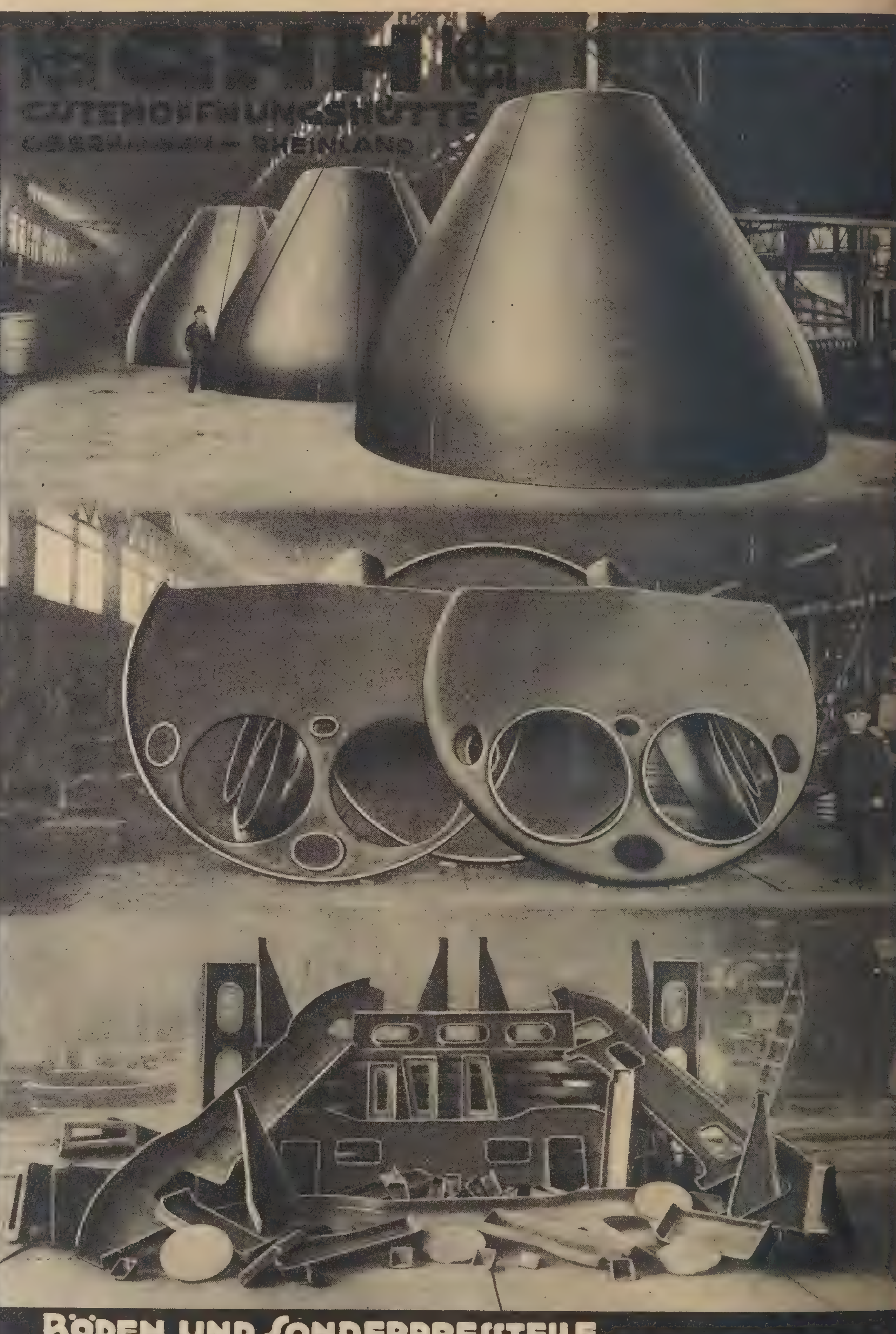


Apparat zur Gewinnung von 3800 cbm/h Wasserstoff aus Kokereigas.

Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A G

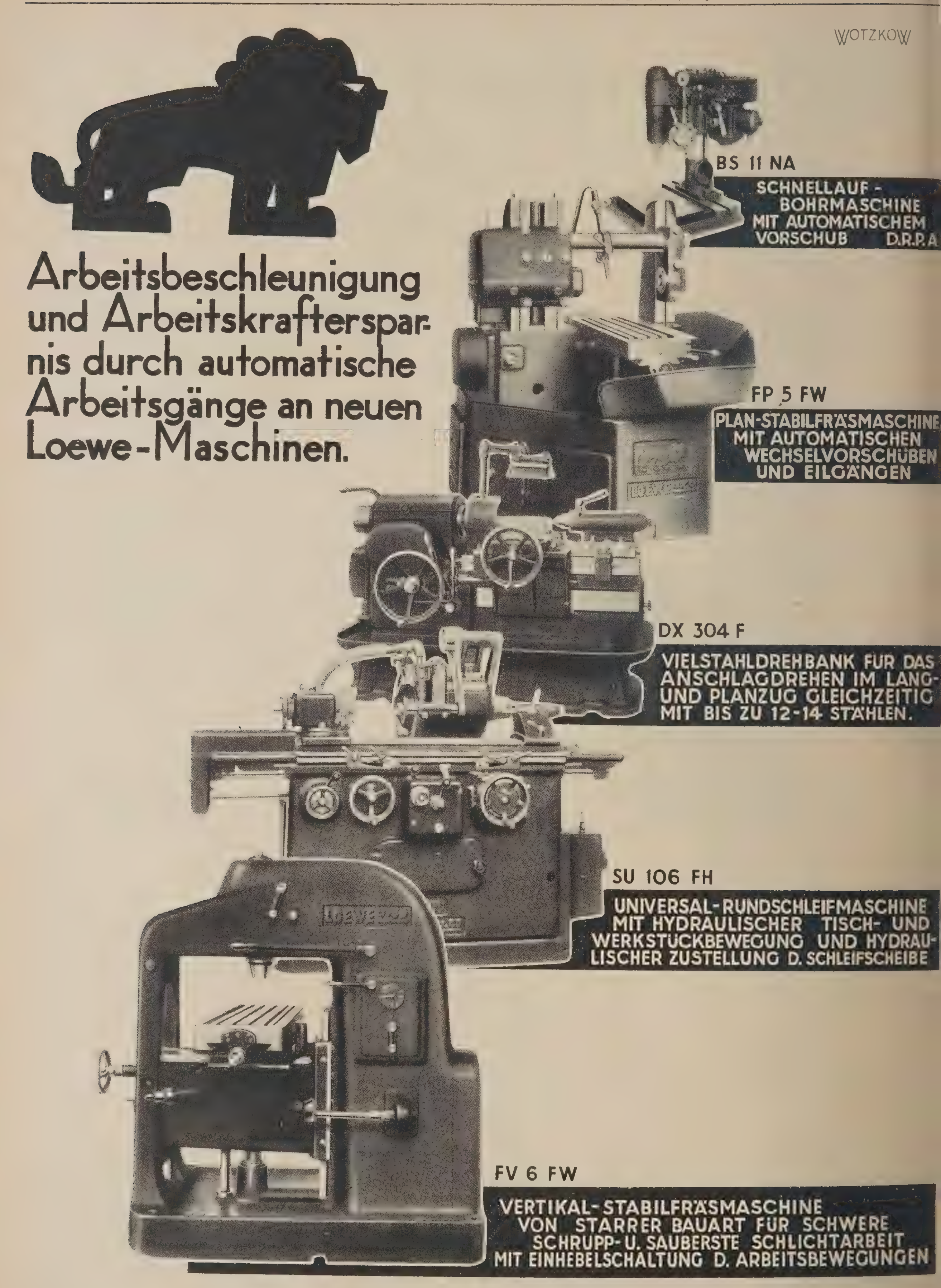
Abteilung Gasverflüssigung

Höllriegelskreuth b. München


ERZEUGNISSE DES PRESSWERKS
BÖDEN UND SONDERPRESSTEILE
für Land-, Schiffs- und Lokomotivkessel × Teller- und Blasenböden
Diffuseurhauben und -böden × Gehobelte, gebogene u. gekümpelte
Bleche für Kessel, Kocher, Behälter u.s.w.
Tonnen- und Buckelbleche für den Brückenbau
Preßteile für den Eisenbahnwaggon- und Förderwagenbau
Schmiedeeiserne Hochofenarmaturen u.s.w.


MAN
STRASSENBAHNWAGEN


AZET.
ELEKTRO
=ZÜGE
AUFZÜGE
ADOLF ZAISER
AUFZUGFABRIK
STUTTGART


WOTZKOW
Arbeitsbeschleunigung und Arbeitskraftersparnis durch automatische Arbeitsgänge an neuen Loewe-Maschinen.
BS 11 NA
SCHNELLAUF-BOHRMASCHINE MIT AUTOMATISCHEM VORSCHUB D.R.P.A.
FP 5 FW
PLAN-STABILFRÄSMASCHINE MIT AUTOMATISCHEN WECHSELVORSCHÜBEN UND EILGÄNGEN
DX 304 F
VIELSTAHLDREHBANK FÜR DAS ANSCHLAGDREHEN IM LANG- UND PLANZUG GLEICHZEITIG MIT BIS ZU 12-14 STÄHLEN.
SU 106 FH
UNIVERSAL-RUNDSCHLEIFMASCHINE MIT HYDRAULISCHER TISCH- UND WERKSTÜCKBEWEGUNG UND HYDRAULISCHER ZUSTELLUNG D. SCHLEIFSCHEIBE
FV 6 FW
VERTIKAL-STABILFRÄSMASCHINE VON STARRER BAUART FÜR SCHWERE SCHRUPP- U. SAUBERSTE SCHLICHTARBEIT MIT EINHEBELSCHALTUNG D. ARBEITSBEWEGUNGEN

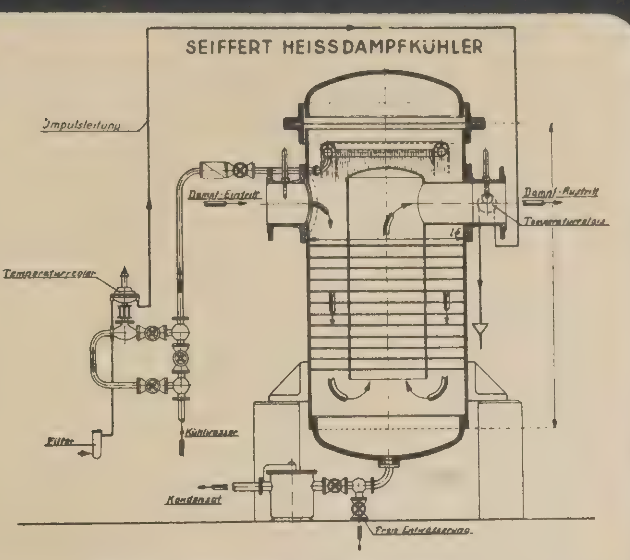
FRANZ SEIFFERT & Co A.G.

ABT. APPARATEBAU

BERLIN C.19 EBERSWALDE

**Wasserreinigungs-
Filter-
Verdampfungs-
Anlagen,
Dampfkühler**

D.R.P.a.



Genaue Temperatur-Regulierung

MACKENSEN

TRANSPORT



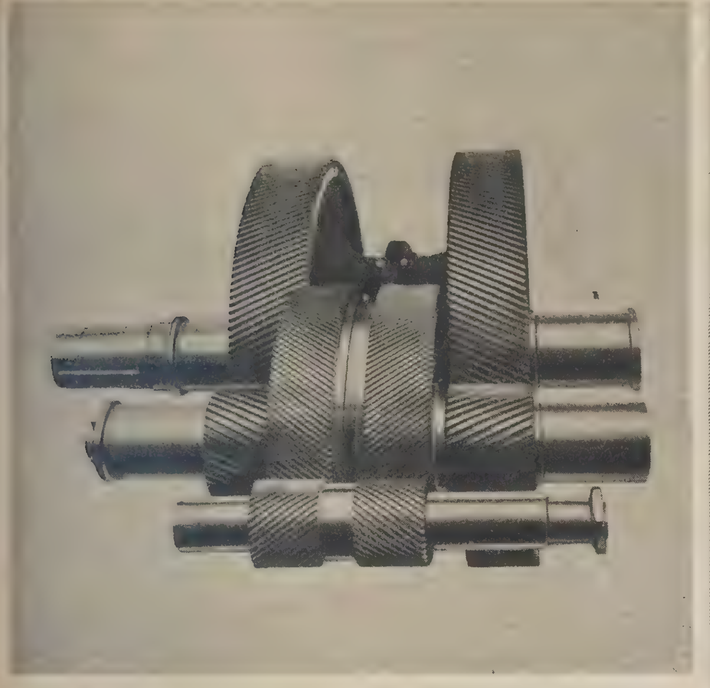
MACKENSEN Schiffsentlade-Anlage für Braunkohle mittels Becherwerk und Förderband

ANLAGEN

A.W. MACKENSEN G.M.B.H. MAGDEBURG



Universal-Gewindefräsmaschine Modell B 2
175x1200mm, mit direktem elektrischen Antrieb.



Rotierende Teile für ein Getriebe zwischen Dampfturbine und Grubenventilator
N=1900 PS n/n=4800/223



PRÄZISIONS ZAHNRAD GETRIEBE

- Für alle Leistungen
- Für höchste Drehzahlen
- Für große Drehmomente
- Für jede Übersetzung

Man verlange bei Bedarf Sonderprospekte
Auskunft und Beratung durch Fachingenieure kostenfrei

Deutsche Werke Kiel Aktiengesellschaft

Anschrift: Kiel, Postschließfach • Drahtanschrift: Deweka Kiel • Fernruf: Kiel 6300–6314

VERLADEANLAGEN U. KRANE



Mannheimer Maschinenfabrik

MOHR & FEDERHAFF

Mannheim

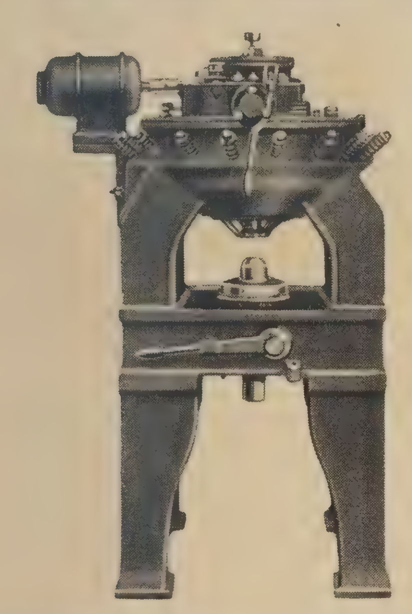


Mehrspindel-Bohrköpfe

Getriebe staubdicht verschlossen in Öl laufend, mit festen oder verstellbaren Spindeln, beliebige Anordnung, normal und schnell laufend.

Mehrspindel-Gewindeschneidköpfe

Getriebe in Öl laufend. Selbsttät. Umsteuerung im Kopf, mit festen oder verstellbaren Spindeln, auch für Gewinde verschiedener Steigungen.



Vielspindel-Sonderbohrmaschinen

Spindeln in vertikaler, horizontaler radialer od. jeder beliebigen Richtung gleichzeitig arbeitend.

Spezial-Werkzeugmaschinen
Vorrichtungen,
für alle Zwecke rationeller Metall-Bearbeitung.

PRÄZISIONSWERK
G. M. B. H.
OFFENBACH A. M.

Jch bin der

Aussen kühl
Innen heiss

LMJ

Magnesia
Schalen-Mann

der LÜNEBURGER JSOLIER-
MITTEL+CHEMISCHE FABR-
AKT-GES-LÜNEBURG-

A. Bezugsbedingungen

I. Für Bezieher, die nicht dem V. d. I. angehören

(Zuschriften und Zahlungen an den **Verlag***) erbeten.)

Die VDI-Zeitschrift erscheint wöchentlich und wird nur vierteljährlich (Ausland ganzjährig) abgegeben. Die Bestellung läuft stillschweigend weiter, wenn nicht 4 Wochen vor Quartal- bzw. Jahresschluß eine Abbestellung erfolgt. Die VDI-Zeitschrift kann durch den Verlag, durch die Post und durch den Buchhandel bezogen werden.

Die Bezugsgebühren betragen:

Inland (einschließlich Danzig, Memel- und Saargebiet): Jährlich RM 40.—, vierteljährlich RM 10.—. Einzelheftpreis: RM 1.75, für Mitglieder RM 1.50 zuzüglich RM 0.30 Porto.

Ausland mit vollem Drucksachenporto (Vereinigte Staaten von Amerika, Australischer Bund, Bolivien, Britisch-Indien, China, Dänemark, Großbritannien, Italien, Japan, Kanada, Niederländisch-Indien, Norwegen, Peru, Polen, Schweden, Schweiz): Jährlich RM 59.— einschl. der Portokosten.

Übriges Ausland mit ermäßigtem Drucksachenporto: Jährlich RM 50.40 einschl. der Portokosten.

Postscheckkonten: Berlin 102373, Wien 174439, Prag 77829

Auf Wunsch wird den Beziehern die zu jedem Heft in Form von Karteikarten erscheinende Literaturübersicht kostenlos geliefert.

Erfüllungsort: Berlin, Gerichtsstand: Amtsgericht Berlin-Mitte. — Notwendig werdende Nachforderungen vorbehalten.

II. Für Mitglieder des V. d. I.

(Zuschriften und Zahlungen an den **Verein****) erbeten.)

Die Bezugsgebühr für die VDI-Zeitschrift ist in dem Mitgliedbeitrag eingeschlossen. Er beträgt a) Inland: RM 30.—, b) Ausland: RM 37.50 einschließlich Portoanteil.

Für diesen Beitrag werden außerdem die VDI-Nachrichten kostenlos geliefert.

Beitragszahlungen sind nur an den **Verein****) zu richten. Die Lieferung wird erst nach Entrichtung des Beitrages aufgenommen, der satzungsgemäß vor Beginn jedes neuen Vereinsjahres zu entrichten ist.

Bestellungen auf **Einzelhefte** sind an den **Verlag***) zu richten. (Einzelheft für Mitglieder RM 1.50 zuzügl. 30 Pf. Porto.)

Auf Wunsch wird den Mitgliedern die zu jedem Heft in Form von Karteikarten erscheinende Literaturübersicht kostenlos geliefert

B. Anzeigenpreise (Zuschriften und Zahlungen an den **Verlag***) erbeten.)

Es gelten die Bedingungen der Arbeitsgemeinschaft technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften-Verleger **ATZ**, der folgende Verleger angehören: VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7, Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Verlag Glückauf m. b. H., Essen, Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin.

a) Empfehlungsanzeigen

1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	Seite
490.—	230.—	120.—	65.—	35.—	RM

Nachlaß: bei	6	13	26	52	Aufnahmen im Jahr
	5	10	20	30	vH

Annahme von Prospekt-Beilagen nur von Inserenten zum Preise von RM 20,— je 1000 Stück.

b) Bezugsquellennachweis. Eintragungen im Bezugsquellennachweis werden mit RM 0,72 für die einspaltige Millimeterhöhe berechnet. Angenommen werden nur Jahresaufträge über 52 Einschaltungen mit 30 v. H. Nachlaß. Mindestmaß: 10 mm, Höchstmaß: 60 mm.

c) Kleine Anzeigen, Stellenangebote, Vertreteranzeigen, An- und Verkäufe werden je mm Höhe der 27 mm breiten Spalte mit RM 0,36 berechnet. Stellengesuche für Mitglieder mit RM 0,20, sofern die Bestellung direkt erfolgt, für Nichtmitglieder mit RM 0,30.

Erscheinungstag: Jeden Sonnabend; **Annahmeschluß** für Empfehlungsanzeigen 12, für kleine Anzeigen 6 Arbeitstage vor Erscheinen des Heftes.

Der Verlag behält sich vor, die Aufnahme von Anzeigen und Beilagen ohne Angabe von Gründen abzulehnen und laufende Aufträge einzustellen. Erfüllungsort: Berlin, Gerichtsstand: Amtsgericht Berlin-Mitte.

**) VDI-Verlag G. m. b. H.,*
Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40.
Fernsprecher: Merkur 3126, 3127, 4483, 4484, 5460, 6104, 6171, 7454.
Postscheckkonto: Berlin 102 373. Drahtanschrift: Ingenieurverlag.
Bankkonto: Dresdner Bank, Dep.-Kasse F, Spittelmarkt.
Geschäftszeit: 8 bis 4¾ Uhr, Sonnabends bis 1 Uhr.

***) Verein deutscher Ingenieure*
Berlin NW 7, Ingenieurhaus.
Fernsprecher: Zentrum 152 00 bis 152 18, 152 24.
Postscheckkonto: Berlin 6535. Drahtanschrift: Ingenieurverein.
Bankkonto: Deutsche Bank, Dep.-Kasse A, Mauerstraße.
Geschäftszeit: 7¾ bis 4½ Uhr, Sonnabends bis 1 Uhr.

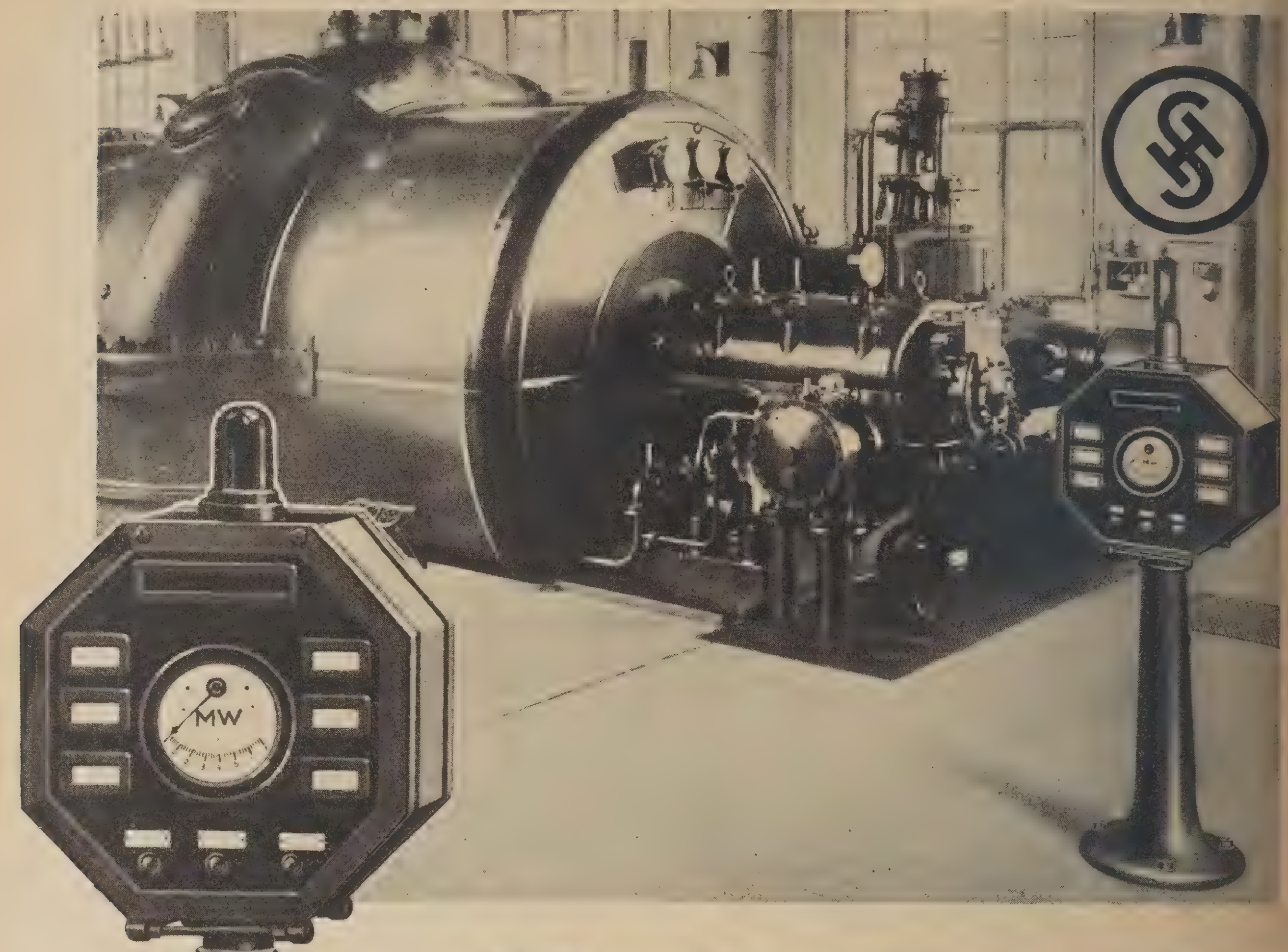
NACHWEIS

DER IM ANZEIGENTEIL ANGEKÜNDIGTEN ERZEUGNISSE

Zur besseren Übersicht und schnelleren Orientierung sind nachstehend die Erzeugnisse aufgeführt, die in den Anzeigen des vorliegenden Heftes angekündigt werden.

Die Zahlen hinter den Stichwörtern benennen die Seiten mit den betreffenden Anzeigen.

Anzeigen und Firmen wechseln zum Teil. Es empfiehlt sich deshalb, im Bedarfsfalle immer mehrere aufeinanderfolgende Hefte durchzusehen.



Für Kraftwerke

sind Einrichtungen vorteilhaft, mit denen man dem Maschinenwärter vom Schaltraum aus klar, deutlich und ohne Zeitverlust Anweisungen geben kann. Wir haben für diesen Zweck

Kommando-Anlagen

geschaffen, die schnell und sicher die erforderlichen Kommandos übermitteln. Die Anlagen kann man direkt mit Netzstrom (Gleich- oder Wechselstrom) betreiben. Als Geber und Empfänger dienen Zeigertelegraphen oder Lichttableaus, die mit einer Quittierungseinrichtung versehen werden können. Wir liefern die Apparate für Schalttafeleinbau, für Montage an der Wand oder auf Säule.

SIEMENS & HALSKE A.-G.

Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



BELEUCHTUNG



BESEG-LICHT

Unübertroffen für Industrie-Großbeleuchtung
Beseg-Sonnen
Beseg-Werkstattleuchten
Beseg-Tiefbreitstrahler
Beseg-Sicherheitsleuchten
Beseg-Scheinwerfer
Fordern Sie unsere unverbindlichen Vorschläge.
Berliner Spar-Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H.
Bln.-Wilmersdorf, Babelsbergerstr. 52
Fernruf: Pfalzburg 2353-54
Draht: Beseglicht

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen, Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF-DRUCKVERMINDERUNGSVENTILE

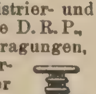
auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet, ohne Quecksilber u. ohne Membrane. D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht
Lufthämmer,
Rein- u. dampfhydr. Schmiedepressen, Akkumulatoren usw.
Ganze Walzwerkseinrichtungen
Adjustagemaschinen usw.
J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren, Venturi-Anzeige-, Registrier- und Summierungsapparate D. R. P., elektrische Fernübertragungen, Kesselspeise-Heißwassermesser u. Preßluftmesser



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



Belastungsmesser, Rauchgasprüfer, Wassermesser, Trommelflüssigkeitsmesser
Luftmengenmesser, Zugmesser, Thermometer, Manometer, Vacuummeter, anzeigend u. schreibend, a. m. ablauf. Streifen u. elektr. Fernanzeige elektr. Temperatur-Meßgeräte.
J. C. Eckardt A.-G.
Stuttgart-Cannstatt

DAMPFMESSER

Wasser-, Gas-, Luft- und Inhaltsmesser mit Schreiber und Zähler Kesselschilder und Kontrollstationen
ELEKTROFLO
Berlin W 35 Tel.: Kurfürst 6919

DAMPFMESSER

System „Klinkhoff-Zelenka" mit dem patentierten
Wälzhebelpaar
in jeder Bauart, für jeden Stoff von Vakuum bis 150 atü

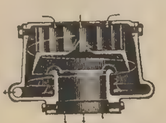


Klinkhoff-Apparatebau-G. m. b. H.
Berlin SW 48, Wilhelmstr. 30-31
Prag — **Wien** — Mailand

PONDO-
DAMPFMESSER

mit automatischer Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

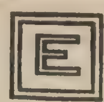
Tangential
DAMPF-TROCKNER



und Reiniger D. R. P.
Th. Wippern, Huss & Co.
Kommandit-Gesellschaft
Maschinenfabrik Bremen

DAMPFÜBERHITZER

„HERING"
Economiser
Trockenanlagen
AKT-GES. A. HERING
NÜRNBERG



ECONOMISER

Glatt- und Rippenrohr
50jährige Spezialität
Vereinigte Kölner-Welter-Hebezeug und Eisenwerk Heerdt A.G.
Düsseldorf-Heerdt 26

ELEKTROZÜGE



Adolf Langhammer
Maschinenfabrik
Gersweiler bei Saarbrücken



FABRIK-ANLAGEN

für chem. Großindustrie
Transport-, Zerkleinerungs-, Trocken-, Verdampf-Apparate



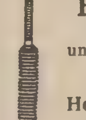
G. Sauerbrey Maschinenfabrik, Aktiengesellschaft Staßfurt

FARBSPRITZ-ANLAGEN



Für Oel-, Leim- und Lackfarben
—
Ortsfest und fahrbar
—
Vertreter gesucht!
E. Haberkorn, Zwickau Sa. 40
Armaturen- u. Maschinenfabrik

FEDERN



Spiral- und Plattfedern aller Art
Hermann Vogt
G. m. b. H.
Reutlingen Gegr. 1869

FEILKLOBEN



verfeinerte Qualität
Paul F. Dick, Esslingen a. N.
Stahlwaren- und Werkzeugfabrik.



FILZ

für alle Zwecke
Vertriebsgesellschaft techn. Filze m. b. H. Leipzig C 1



Kittlose
GLASDÄCHER

Gitterroste
Ankerschienen



J. EBERSPÄCHER
Glasdachfabrik
G. m. b. H.
Esslingen a. N.

„FORTUNA"



Kittlose
GLASDÄCHER

und
STAHL-FENSTER

G. Zimmermann, Stuttgart

GRAPHIT

aus eigenen Gruben
für alle Zwecke der Industrie



Deutsche Graphit-Werke G. m. b. H., Dohna

GRAVIERMASCHINEN

F. Deckel, München 25/o

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



MATERIAL-PRÜFMASCHINEN

Vereinigte Kölner-Welter-Hebezeug und Eisenwerk Heerdt A.G.
Düsseldorf-Heerdt 26

MESSAPPARATE

nach dem Differenzdruckprinzip für Wasser und sonstige Flüssigkeiten, Dampf, Preßluft usw., Mechanische und elektrische Anzeige-, Registrier- und Summierungs-Apparate.



Bopp & Reuther G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

METALL-STOPFBÜCHSEN

insbes. gußeis. Federringpackungen zum Abdichten gegen Dampf, Luft und Gas

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath



Automatische Weich-
PACKUNG
für jeden Zweck:



wirken anders als Knet-, Zopf-, Gummi-, Leder- oder starre Metall-Dichtungen. 20 Jahre Weltruf!
„TIBAL" Vertrieb Berlin W 15
Vertretungen überall zu vergeben!

PRÄZISIONS-REISSZEUGE



Clemens Riefler
Fabrik mathem. Instrumente
Nesselwang u. München C 2

PRESSLUFT-REINIGER

Luft- u. Gasfilter

APPARATEBAU
Luft Dampf Gas
Reinigung Entstaubung Desodorisierung
Entölung Entwässerung Umformung

Julius Wilisch
Wurzen Sa.

PRESSLUFT-REINIGER

Maschinenfabrik
Th. Wippern, Huss & Co.
Kommandit-Gesellschaft
Bremen

PRESSLUFT-WERKZEUGE



und Anlagen für jeden Verwendungszweck. Größtes Arbeitsprogramm sämtl. Preßluft-Werkzg.-Fabr. Deutschlands

Internationale Preßluft- und Elektricitäts-Ges. m. b. H.
Berlin-Britz

Hydraulische
PRESSPUMPEN

für schwersten Dauerbetrieb und in allen Ausführungen und Größen fertigt

Richard Horst & Co.,
Urach 1 (Wttbg.)

PUMPEN



Kreiselpumpen,
Kurbelpumpen,
Kompressoren,
Säure-Pumpen und Armaturen
Selbstansaugende Patent-Kreiselpumpen für Hoch- und Niederdruck.
Patent-Feuerlöschpumpen,
Hydraulische Preßpumpen

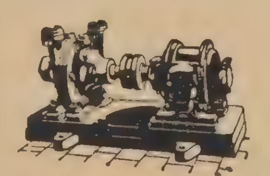
Amag-Hilpert-Pegnitzhütte
Nürnberg.

PUMPEN

Kolben-, Plunger-, Säure-Simplexspeisepumpen, Preßpumpen, Schieberluftpumpen auch für Hochvakuum, Ventilkompressoren.

A. L. G. Dehne, Halle-S.

HESSE-PUMPEN



Wasserring-Luftpumpen und Kompressoren
Carl Hesse, Chemnitz 36
Spezialfabrik moderner Pumpen

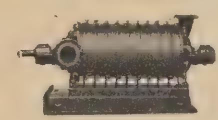


PUMPEN

Kreiselpumpen für alle Zwecke
Kesselspeisepumpen
Kolbenpumpen
Preßpumpen
Motorfeuerspritzen

Maschinenbau-Akt.-Ges. Balcke
Frankenthal/Pfalz

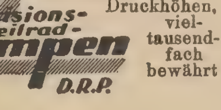
PUMPEN



Kreiselpumpen für alle Zwecke mit Patent-Verschauflung bis zu den größten Leistungen garantieren
10% Krafterspalrnis höchste Lebensdauer
Vertikal-Tiefbrunnen—Schlamm- und Abwasserpumpen, Kesselspeisepumpen, Wasserhaltungen Be- und Entwässerungen usw.

Maschinenbau-Anstalt Wernert
Mülheim-Ruhr-Styrum

PUMPEN



für große Saug- und Druckhöhen, vieltausendfach bewährt

Pumpen- und Maschinenbau
Fr. Schmidt, Altona (Hamburg)
Turnstraße 44

PUMPEN

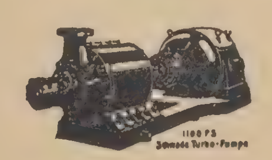
Kreiselpumpen für alle Leistungen

Rotierende Kolbenpumpen für dickflüssige Stoffe wie Teer, Lack, Leim, Melasse Bitumen usw.

Gebr. Ritz & Schweizer
Schwäb.-Gmünd a.R.

SCHWADE-PUMPEN

für jeden Zweck u. jede Leistung



Otto Schwade & Co., Erfurt
Fernruf 487 u. 289 Tel.-Adr.: Automat

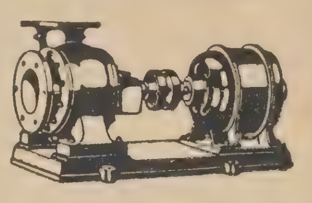
SIHI-PUMPEN

Hauswasserpumpen
Feuerlöschpumpen
Brennstoffpumpen
Luftpumpen
selbst ansaugende Kreiselpumpen

Siemen & Hinsch, Itzehoe 11
(Holstein)

WEISE-PUMPEN

WEISE & MONSKI, HALLE/S
seit 1872 Duplex-Dampfpumpen, Kurbelpumpen, Luftkompressoren, Tiefbrunnen-Pumpwerke



WEISE SÖHNE, HALLE/S
Spez. seit 1904 Kreiselpumpen, Speisep. mit eig. Dampfturbinen, Myria-Schraubenpumpen D.R.P., Hauswasserpumpen

PUMPENANLAGEN

für jeden Zweck und jede Leistung, besonders für automatischen Betrieb. Wechselpumpwerke, Druckwellenschaltung D. R. P., Hauswasserwerke „Hausquell".

August & Jean Hilpert
Nürnberg, Bergauerplatz



REDUZIER-VENTILE

Fernventil- und Fernklappenstellanlagen
Gesellschaft für selbsttätige Temperaturregelung G. m. b. H.
Berlin-Wilmersdorf, Kaiserallee 41

REGULATOREN

für Kraftmaschinen

HARTUNG, KUHN & Co.
Maschinenfabrik A.-G.
Düsseldorf

REKLAME-RECHENSCHIEBER

Prospekte gratis
Dr. ing. Seehase, Berlin SO 36

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

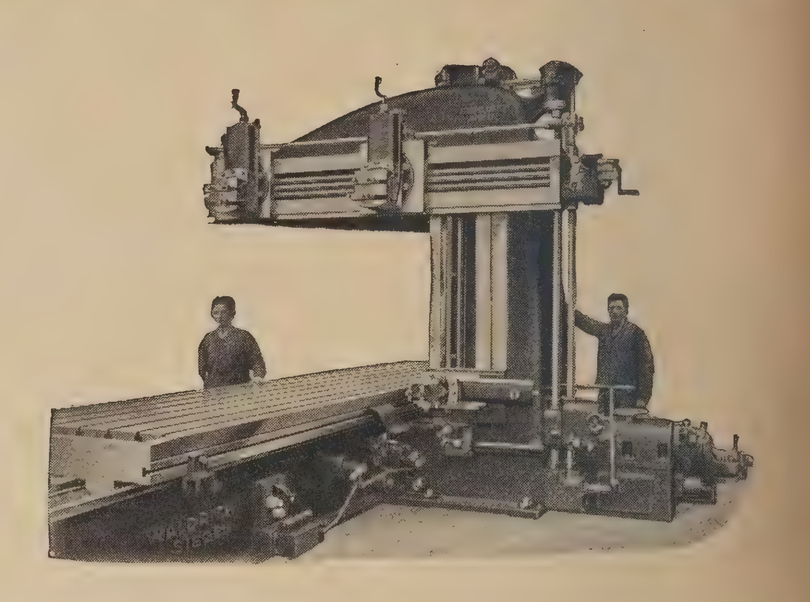
BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



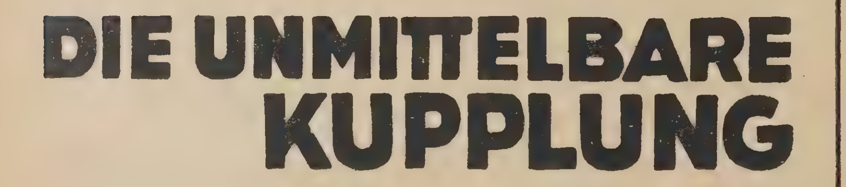
GIERING
Schmidt-Überhitzer
mit S-H-G-Elementen
D·R·P·
für ortsfeste Anlagen
E. OTTO DIETRICH
ROHRLEITUNGSBAU-AKTIEN-GESELLSCHAFT
BITTERFELD
Zweigbüro: Düsseldorf, Berger Ufer 1 b

H A WALDRICH

Siegen in Westfalen



Ein- und Zweiständer-Ausführung
von 1250 mm aufwärts bis zu den größten Abmessungen



mit dem Antriebsmotor und der Fortfall von Windkesseln begünstigen Aufstellung des bewährten Wittig-Rotations-Kompressors auf kleinstem Raum. Zugute kommt ihm dabei, daß er keine besondren Steuerorgane, Ventile usw., nötig hat und daß er daher der sonst erforderlichen sorgfältigen Betriebsüberwachung nicht bedarf. 2800 Wittig-Rotationskompressoren arbeiten täglich zur vollen Zufriedenheit in Industrie, Kleingewerbe und Landwirtschaft.

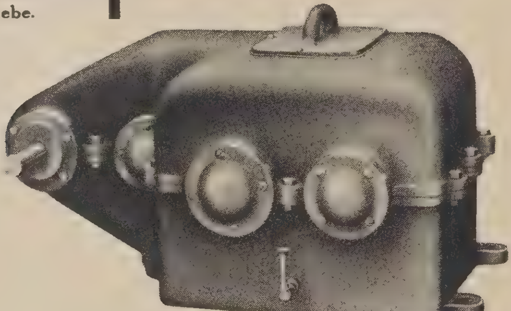
Drucksachen und Referenzen auf Anforderung kostenlos.

KARL WITTIG · ZELL i. W. 2



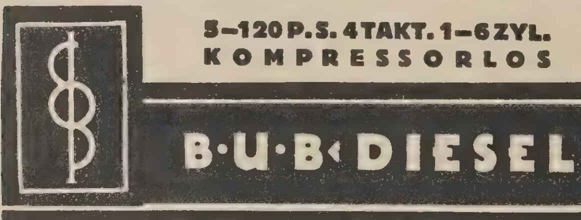
erhöht den Wirkungsgrad und die Lebensdauer meiner Zahnradgetriebe.

Ich liefere:
Gefräste Zahnräder und Schnecken, gehobelte Kegelräder, gefräste Zahnstangen, Schneckengetriebe, Reduziergetriebe, Stufengetriebe, Flanschmotor-Getriebe.

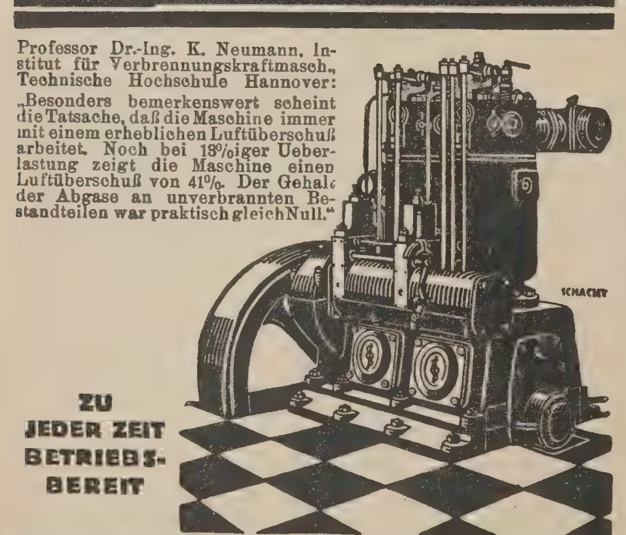


Stufengetriebe.

C. AUGUST WAGNER KIRSCHAU, SA.
MASCHINEN- U. ZAHNRÄDERFABRIK, GEGR. 1887



Professor Dr.-Ing. K. Neumann, Institut für Verbrennungskraftmasch., Technische Hochschule Hannover: „Besonders bemerkenswert scheint die Tatsache, daß die Maschine immer mit einem erheblichen Luftüberschuß arbeitet. Noch bei 18%iger Ueberlastung zeigt die Maschine einen Luftüberschuß von 41%. Der Gehalt der Abgase an unverbrannten Bestandteilen war praktisch gleich Null."



ZU JEDER ZEIT BETRIEBS-BEREIT

Bohn & Kähler A.G. Kiel
MOTOREN- UND MASCHINENFABRIK

VERTRETERBESUCH, PROSPEKTE D.S. KOSTENLOS



Das neue

Morell-Handtachometer



Vorteile: geringes Gewicht, hohe Meßgenauigkeit, vereinfachte Umschaltung der einzelnen Meßbereiche, lange Lebensdauer.

WILHELM MORELL
TACHOMETERFABRIK
LEIPZIG C1 Gegründet 1902


Ardeltwerke
Eberswalde
Krane
Portal-
und Verlade-
Anlagen
für alle Zwecke






Gegründet
1882
Schnitte/Stanzen
Ziehwerkzeuge
Blockschnitte
in allen Größen und Formen
Vollständige Einrichtungen
für die gesamte Metallindustrie
Bohr- und Fräsvorrichtungen
Warmpreßgesenke
Gravierungen
BERNHARD HILTMANN, AUE i. ERZGEB.
SPEZIALFABRIK FÜR SCHNITT- UND STANZ-WERKZEUGE


Rost frisst
Eisen
DER EINZIGE DAUERHAFTE SCHUTZ
BLEIWEISS AUF MENNIGE
VEREIN DEUTSCHER BLEIFARBENFABRIKANTEN
Zu beziehen durch jede Farbenhandlung.
Man achte auf die Schutzmarke!
Verein
Deutscher Bleifarbenfabrikanten e.V.
Düsseldorf · Reichsstr. 37-39.



GRÜNZWEIG & HARTMANN G.M.B.H.
LUDWIGSHAFEN A. RH.
NIEDERLASSUNGEN: BERLIN * CASSEL * DRESDEN * DÜSSELDORF
FRANKFURT A.M. * HAMBURG * LEIPZIG * MÜNCHEN
NÜRNBERG * STUTTGART

UH

Magnet-Apparate
für Verbrennungs-Motoren sind weltbekannt



Spezial-Typen für leichtes Anlassen

Unterberg & Helmle
Karlsruhe (Baden), Ritterstr. 13-17
Filiale: Berlin SO 16, Köpenicker Str. 127





Umlauf-Preßöler

Gegendruck bis 12 Atm.

Für 1 bis 6 Zapfstellen



Für Rechts- und Linksgang eingerichtet.
Jede Zapfstelle regulierbar.

Höchste Betriebssicherheit und Lebensdauer
auch bei hohen Tourenzahlen, da jede Schmierstelle ihren eigenen Pumpenkolben hat

Sächsische Armaturenfabrik
W. Michalk & Sohn
Freital-Dresden L

VDI STELLENGESUCHE VDI

Diplom-Ingenieur (VDI)

7 Jahre Praxis in Konstr.-Büro, Betrieb, Montage und Betriebskontrolle mit vielseitigen Erfahrungen, sucht, obwohl in ungek. Stellung, sich baldigst zu verändern. Es wird nur auf gehobene Stellung als Betriebsleiter oder Dir.-Assistent reflektiert. **Süddeutschland bevorzugt.** Allenfalls kann Kapitaleinlage gegeben werden. Firmen, die Wert darauf legen, einen arbeits- und verantwortungsfreudigen Mitarbeiter zu bekommen, wollen Angebote unter W. 5952 an den Verlag dieser Zeitschrift richten. (10 047)

Ing.-Kaufmann

Akad. 8 Jahre techn. u. kaufm. Praxis, guter Verkäufer und Organisator, Österreich, Nachfolgestaaten u. Balkan eingeführt, mit Sprachkenntnissen, erfahren in Korrespondenz, Projektierung, Montage u. Kalkulation, sucht ausbaufähige Stellung in größerer Firma od. als Filialleiter ev. Vertretung. Referenzen führender Industriekreise. Angebote erb. unter „Motorenbau" S. 5948 an d. Verlag dies. Zeitschr. (c1693)

Leitender Betriebs-Oberingenieur

37 Jahre (verh.), erstkl. Konstruktions- u. Betriebserfahrungen auf den Gebieten: Dieselmotoren, Dampfturbinen, Dampfmaschinen, Schiffsmaschinen, Getriebe, Pumpen- u. Apparatebau, Eis- und Kühlmaschinen, Kenntn. i. Textilbau; firm im Vorrichtungsbau, Vorkalk. (Syst. „Refa"), Terminwesen, verantwortl. Werkstättenchef von Betrieben über 1200 Arb. u. Beamten, **sucht sich als**

Betriebs-Direktor

in der Maschinen erzeugenden oder verwertenden Industrie **zu verändern.** Nachweisbare Befähigung zur selbst. Umorganisation. Große Schaffensfreude. Gewandt im Verkehr mit den Auftraggebern. Sicherheit bei Verhandl. mit den Arbeitnehmern in Lohnfragen. Ia Referenzen. Zuschriften an den Verlag d. Ztschr. unt. E. 5913. (10 017)

BETRIEBS-INGENIEUR

26 Jahre, ledig, mehrjährige Werkstattpraxis, 5 Jahre Betriebsführung in modernstem Betriebe, bestens vertraut mit Kraft- und Wärmewirtschaft, Kalkulation, Akkord- und Fließarbeit, Leitung von Rep.-Werkstätten, Projektierung von Neuanlagen, Konstruktionsarbeiten, kaufmännisch versiert, bautechnische Kenntnisse, sehr gute Umgangsformen, resp. Erscheinung, unermüdliche Arbeitskraft, Auto-Führerschein, sucht, gestützt auf erstklassige Zeugnisse und beste Referenzen, neue aussichtsreiche Dauerstellung.
Angebote erbeten unter A. 5931 an d. Verlag dieser Zeitschrift. (10 033)

Kaufmännischer Direktor

allererste Kraft

der Maschinen-Industrie, Anfang 40er, (in ungekündigter Stellung), mit großen Beziehungen zur Industrie und vielseitigen kaufmännischen und technischen Erfahrungen auf allen Gebieten moderner Betriebsführung, sowie **in der Reorganisation und wirtschaftlichen veralteter Betriebe,**

sucht

sich gelegentlich in gleiche und **führende Stellung** zu verändern.
Offerten unter **J. W. 6888 an Rudolf Mosse, Berlin SW 100,** erbeten. (10 039)

Dipl. Masch. Ing. München

mit Sprachkenntnissen, 8 Jahre Betriebsleiter, sucht Stellung im Büro oder Betrieb, per sofort oder später. (10018)
Off. u. **B. N. L. 8905** an **Ala-Haasenstein & Vogler, Berlin W 35.**

Betriebs-Ingenieur

31 J. alt, Absolv. einer höheren techn. Lehranstalt, 3jähr. Werkstattpr. im Lokomotivbau, langjähr. Berufspraxis i. Büro u. Betrieb, firm i. d. Ueberwachung von Dampfkessel- u. Maschinenanlagen, Preßluftwirtschaft, Wärme- und Feuerungstechnik u. gute Konstruktionspraxis i. allgem. Maschinenbau, sucht sich sof. zu veränd. Gefl. Angeb. unt. A. 5954 an d. Verlag dies. Zeitschr. (c 1694)

Kohlenstaub-Feuerung

Jg. selbständiger

Konstrukteur

4 Jhr. Maschb., 3 Jhr. Staubfeurg. Weltfirm., Proj. u. Ausführung, ungek., sucht entw.-fähig Wirkgskr., auch Ausland. Angeb. a. d. Verlag d. Ztschr. unter G. 5915. (c. 1687)

INGENIEUR

f. Hebezeugbau, Transportanlagen, allgem. Maschinenbau, Hydraulik mit 8jähr. Werkstatt- u. 7jähr. Büropraxis, perfekt in Englisch u. Spanisch, gute Vorkenntn. in Franz., 6 Jahre Auslandstätigkeit, Alter 34 J., ledig, sucht Stellung f. Reise, Montage oder Vertretung. Anschr. erb. u. „A 36"/R. 5880 an den Verlag d. Ztschr. (c.1679)

Schiffs-Ingenieur

mit Oberklasse, Obersekundareife, 28 J. alt, sucht z. 1. Juli 1929 oder später passende **Landstellung,** wenn mögl. im Betrieb, 13 Jahre Betriebspraxis, kaufm. Veranlagung. (9972)
Off. unter **A. J. 3994** an **Heinr. Eisler, Altona/E.**

DIPLOM-INGENIEUR

28 Jahre, 3jährige vielseitige Praxis, sucht selbständige, verantwortungsreiche

Dauerstellung im In- oder Ausland.

Gründliche wissenschaftliche und praktische Kenntnisse:
im Vorrichtungsbau, Kalkulation u. Materialprüfung einer Automobilfabrik,
in der Herstellung von Nicht-Eisen-Metalllegierungen und deren Verarbeitung zu Halbfabrikaten,
im Gießereilabor., Materialprüfung u. Abnahme eines großen Metallwerkes,
mit konstruktiver Begabung, auf Verhandl. im Auslande erweiterten Sprachkenntnissen, engl., franz., span., rede- und schriftgewandt.
Angebote unter B. 5955 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 1692)

Fabrikationsingenieur

reiferen Alters, VDI-Mitglied,

Werkzeug-fachmann

für spanabhebende wie formgebende Werkzeuge, Schnittbau,

Preßwerkzeuge für Kunstharze

Unterhaltung, Beschaffung, Kontrolle wie Zentralisierung der Werkzeuge; gute prakt. u. theoret. Erfahrungen im Werkzeugmaschinenbau, zweckentsprechender Konstruktion, Herstellung von Vorrichtungen; weitgehende Erfahrungen in rationeller Arbeitsweise u. Fabrikorganisation, sucht **leitende Position.** Angeb. unt. O. 5922 an den Verlag d. Zeitschrift. (c. 1689)

Pumpenbau

Ingenieur mit langjähr. Erfahrung in Berechnung, Konstruktion u. Projektierung, vertraut mit Kalkulation u. Offertwesen, sowie Betriebstechnik u. Werkstattorganisation, versiert im Verkehr mit der Kundschaft, sucht passenden Wirkungskreis. Gefl. Zuschr. unt. J. 5829 an den Verlag d. Zeitschr. (9956)

WERBE-INGENIEUR

junger Dipl.-Ingenieur des Maschinen-Baus, z. Zt. im Verlag einer Großzeitung tätig, mit gewandtem Brief- und Aufsatzstil, franz. und engl. Sprachkenntnissen (Aufenthalt in USA), erfolgreich als Reklamezeichner

sucht geeigneten, ausbaufähigen Posten in der Industrie.
Angebote unter A 5909 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c.1685)

Technischer Direktor

sucht neuen Wirkungskreis bzw. zusammenpassende Werkstättenleitung. 44 Jahre alt, schweiz. Staatsbürger, Masch.-Ingenieur. Bisher tätig gewesen in England, Belgien, Frankreich, Italien, Österreich. Zuletzt 8 Jahre in Weltunternehmen der Masch.-Industrie in der Tschechoslovakei.

Persönliche Praxis: Gießerei, Zieherei, Feinwalzwerk, Schmiedearbeiten, Stanzereibetrieb der Metallindustrie, Massenherstellung von Metalldrehteilen, Erzeugnisse in der Weißblech verarbeitenden Industrie, Apparatebau, Werkzeugbau, Beherrschung neuzeitlicher Arbeitsmethoden, Fließarbeit und Fabriksorganisation.

In Betracht kommen nur Groß-Betriebe. Eintritt kann evtl. schnellstens erfolgen. Gefl. ausführliche Angebote erbeten unter: „Energisch und erfahren/P. Z. 2393" durch **Rudolf Mosse, Berlin SW 100.** (9993)

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Erfahrener Konstrukteur, der mindestens 6—8 Jahre Praxis in Kohlenaufbereitung, Transportanlagen, Wagenumläufen nachweisen kann, als

Gruppenführer und Vertreter des Bürochefs

für westf. Industiebezirk

gesucht. Schriftliche Angebote mit Lichtbild, Zeugnisabschrift., Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstermins u. C. 5955 an den Verlag dieser Zeitschrift. (10012)

Metallwarenfabrik in Kassel sucht zu baldigem Eintritt einen jüngeren

Maschinen-Ingenieur

für den Bau von Spezial - Werkzeugmaschinen u. Vorrichtungen. Ausführl. Angeb. m. Gehaltsanspr., Lichtbild usw. unt. F.C. 4293 durch Rudolf Mosse, Kassel. (9966)

Für unsere Abteilg.

Kranbau

suchen wir einen erfahrenen

Offert-ingenieur

stilgewandter Korrespondent, mit französischen Sprachkenntniss.

Zuschriften mit Gehaltsansprüchen, Eintrittstermin, Zeugnisabschriften an (9937)

NOMAG

Hamborn a. Rhein.

Rohrleitungs-Ingenieur

zu möglichst baldigem Antritt von Spezialfirma für Büro- und Außendienst gesucht. (9968)

Nur Herren mit entsprechenden Erfahrungen in Projekten und Ausführungen werden gebeten, ausführlich gehaltene Angebote einzureichen unter H. 5872 an den Verlag dieser Zeitschr.

Zeugnisabschrift

1 Seite 20 30 50×

korrekt 1.-, 1,50, 2.- M.

M. GEY, Dresden 6/5

Königsbrücker Str. 64

Jüngerer, nur sehr befähigter

Konstrukteur

mit Vorpraxis im Vorrichtungsbau für Elektromotorenbau gesucht. (9971)

Offerten mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen und frühestem Eintrittstermin unter L. 5875 an den Verlag d. Ztschr.

Betriebsleiter

für Feinmechanik und Feinmaschinenbau gesucht. Herren, die gründliche und praktische Erfahrungen mit guter Schulung haben, wollen ihre ausführliche Offerte mit Gehaltsansprüchen abgeben. Anfänger ausgeschlossen. Herren von Zählerfabriken bevorzugt. Offerten unter D. U. 617 bef. Rudolf Mosse, Dresden. (10 009)

Ihr eigenes Interesse erfordert

Bewerbungen auf Zifferanzeigen mit dem genauen Kennwort auszuzeichnen, um kostspielige Rückfragen zu vermeiden und Verzögerungen in der Zustellung an die ausschreibenden Firmen auszuschalten

VDI-VERLAG, BERLIN NW 7

Kl. Fabrik (Bau v. Spezialelektromotoren u. Schaltapp.) sucht inf. Todesfalls mögl. sof. selbständig arbeitenden

Ingenieur

f. Berechnung u. Konstruktion. Bei zufriedenstellender Leistung entwicklungsfähige Dauerstellung. Ausführl. Angebote m. Lebenslauf, Zeugnisabschr., Gehaltsanspr. u. Eintrittstermin unt. T. 5904 an d. Verlag d. Ztschr. (10 010)

Für Zeitstudien

Arbeitsvorbereitung, Vorkalkulation nach neuesten Grundsätzen suchen wir eine durchaus erstklassige Kraft für dauernde, gut bezahlte Stellung.

Angebote mit Bild, Lebenslauf, Gehaltsforderung und Zeugnisabschriften erbeten unter B. 5932 an den Verlag dieser Zeitschrift. (10 034)

Wir suchen für das technische Büro unserer Abteilung Brückenbau in Sterkrade

mehrere Konstrukteure

mit guten theoretischen Kenntnissen und mehrjähriger Büroerfahrung im Stahlbrückenbau.

Bewerbungen erbitten wir unter Beifügung von Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Empfehlungen, sowie mit Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages unter St. B. 45. (9961)

Gutehoffnungshütte

Oberhausen Aktiengesellschaft

Oberhausen/Rheinland.

Größere elektrotechnische Fabrik Westdeutschlands sucht

mehrere Betriebsassistenten

für

Arbeitsvorbereitungen und Terminwesen

für

Accordzeitermittlung und Arbeitsuntersuchung

für

Werkstattkontrolle

und

KONSTRUKTEURE

für den Dynamobau

Bewerber mit guter praktischer und theoretischer Ausbildung müssen Erfahrungen nachweisen können. Nur vollständige Bewerbungen mit Lichtbild, Zeugnisabschriften, Referenzen, Lebenslauf und bestimmten Gehaltsansprüchen sind einzureichen unter L. 5897 an den Verlag der Zeitschrift. (10 001)

Gesucht wird

jüngerer Ingenieur

(Tiefbau, Maschinenbau oder Elektrotechnik), der möglichst schon bei Straßenbahnbauten beschäftigt war, zu Vermessungs- und Projektarbeiten für Bahn-Neubauten. Alter nicht über 32 Jahre; möglichst unverheiratet. Beschäftigungsdauer 2—3 Jahre. (9974)

Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen erbeten an

Straßen- u. Kleinbahn A.-G.

Neunkirchen-Saar.

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

VDI VERTRETUNGEN VDI

VDI AN- UND VERKÄUFE VDI

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

(10028) **25**

Jahre alte Praxis

eines berat. Ingenieurs, gerichtl. vereidigt. Sachverständg. v. d. Feuervers.-Ges. anerkannten Revisors elektr. Anlagen, Gegend Frankfurt-Rheingau, Sterbefalls halber **zu verkaufen.** Nur ernstgem. Angebote unter F. W. 4067 an Rudolf Mosse, Wiesbaden.

Tschechoslowakei

Kl. Maschinenfabrik, Peripherie Prags,

720 m² bebaute Fläche, Einfahrt, licht, zu verkaufen. Da billige Löhne, Filialerzeugung des hohen Zolles wegen rentabel. Geeignet für Kühl-, Fleischerei-, Lüftungs-, Elektromaschinen usw. Wohnung 3 Zimmer u. Büros vorhanden. Prima Lage. Preis 55 000 RM. Anfragen an den Verlag d. Ztschr. u. E. 5958. (c. 1683)

Eine wertvolle schwedische Erfindung auf dem Dampfkesselgebiete

LIZENZEN

zur Ausführung des deutschen Patentes Nr. 434 102 des schwedischen Ingenieurs J. G. Sandwall, betr. Dampfkessel für hohe Drucke und große Dampfmengen, werden zu günstigen Bedingungen vergeben. Der fragliche Kessel ist u. a. bei den bekannten großen schwedischen Zündholzfabriken in Jönköping im Betrieb und hat sich dabei sehr gut bewährt.
Interessenten wollen sich gefl. wenden an Patentanwalt Mossig, Berlin SW 29. (10 002)

Zu kaufen gesucht!

gut erhaltene

Friktions-spindelpresse

möglichst Kieserling & Albrecht, Modell EPA 9, Spindeldurchm. 230 mm, lichte Weite zw. d. Ständern 650 mm, Druckleistung ca. 300 t. Angebot unter Beifügung einer ausführlichen Beschreibung und Foto erbeten unter K. 5896 an den Verlag d. Zeitschrift. (10 000)

An- u. Verkaufs-Anzeigen

haben den größten Erfolg in der

VDI-ZEITSCHRIFT

Gelegenheitskauf!

FEDERHAMMER

noch in Fabrik stehend
30 und 60 kg. Bär billig abzugeben. Anfragen unter P. 5946 an den Verlag dieser Zeitschrift. (10 041)

1 hydraulische Ziehpresse

f. 300—350 t Preßdruck u. 4—4,5 m Hubhöhe für Preßwasser v. 200 atü

zu kaufen gesucht

Angebote mit vollständigen Unterlagen u. Angabe des Standortes der Presse erbeten unter D. 5890 an den Verlag dieser Zeitschrift. (9998)

Die Rechte aus DRP. 419 625 betr.

„Kurbelwellen-lagerung für Verbrennungs-Kraftmaschinen"

sollen an deutsche Fabrikanten durch Kauf oder Lizenzabgabe abgetreten werden.
Angeb. erbet. unter U. 5883 an den Verlag dieser Zeitschr. (9982)

Zu kaufen gesucht

Steil- oder Schrägrohrkessel

gebraucht, jedoch in gut., garantiert betriebsf. Zustd. 150 qm Heizfl. 16 atü Dampfdruck m. Überhitzer f. 350 °. Angeb. m. Angabe d. Herst., d. genauen Bauart, d. Alters u. m. Skizze, Größenabm. d. Kessels in eingemauertem Zustand, äuß. Preis unter P. 5879 an den Verl. d. Ztschr. (9978)

Hand-hängebahn

Fabr. ATG, ca. 160 lfdm., m. Tragkonstruktion, 5 Laufkatz. m. Hubwerk f. 750 kg Tragkraft und Traggehänge, sowie 5 Kippkübel, 0,2 cbm, aus Stahlblech,

fabrikneu, zu verkaufen.

Offerten unt. W. 5929 an den Verlag dieser Zeitschrift. (10027)

D. Rechte aus DRP. 418 401 betr. „Vierradbremse, insbesondere für Kraftfahrzeuge", sollen an deutsche Fabrikanten d. Kauf od. Lizenzabgabe abgetreten werden. Angeb. erb. a. d. Verlag d. Ztschr. u. O. 5900. (10003)

Die Inhaberin des deutschen Patentes Nr. 418 334, betreffend: „Einrichtung zur Verbrennung staubförmiger, fester Brennstoffe" ist bereit, dieses Patent zu verkaufen oder darauf Lizenzen zu erteilen. (9996)
Etwaige Anfragen u. F. 5892 an den Verlag dieser Ztschr. erbeten.

Der Inhaber des D. R.-Patents 430 896, betreffend: „Elektrische Zwangsfernsteuerung", sucht Interessenten zur Übernahme der Fabrikation, eventl. Lizenznehmer. Anfragen an Patentanwalt Kleinschmidt, Berlin, Waterloo-Ufer Nr. 17. (10 020)

Für D. R. P. 433 817 „Verzögerungsvorrichtung für Maschinengewehre" Käufer oder Lizenznehmer gesucht unt. U. 5905 a. d. Verlag d. Ztschr. (10 008)

Alte Jahrgänge der V.D.I.-Zeitschrift

1921 — 1929 (10 048)
teilweise gebunden, preiswert z. verkaufen.
Angeb. unt. Z. 5953 an den Verlag d. Ztschr.

Die Inhaber des deutsch. Patentes Nr. 415 224, betreffend
„Hydraulische Steuerung für die Einlaßventile von Dampfmaschinen"
sind bereit, dieses Patent zu verkaufen oder darauf Lizenzen zu erteilen.
Etwaige Anfragen unter D. 5768 an den Verlag dieser Zeitschrift erbeten. (9896)

ENGLISCHER MARKT

Londoner Ingen. m. ausged. Geschäftsverb. u. techn. Fachkenntn. sucht **maschinentechn. u. elektr. Produkte** zwecks Einführung a. d. engl. Markt. Kommissionsb. Großer Abs. f. geeign. Artikel. Einzelh. ü. d. angeb. Waren und Beding. erb. u. „E. L. H. 4132" an Rudolf Mosse Ltd., 125 Strand, London W. C. 2 (9969)

Wegen Dispositionsänderung abzugeben auf unserem Stahlwerk in Huckingen b. Duisburg

9 tadellose

Drehrost-generatoren

gebrauchsfertig, 2500 l W, Durchsatz 8—10 To. in 24 St. Besichigung nach vorheriger Anmeldung in Huckingen. Interessenten werden gebeten, sich mit uns in Verbindung zu setzen.

Mannesmannröhren-Werke
Sekretariat II, Düsseldorf. (9905)

Alte Jahrgänge

der

Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik

kauft zurück

VDI-VERLAG G.M.B.H.
Berlin NW 7

VERSCHIEDENES

„DER PRAKTISCHE KALKULATOR"

v. Ed. Ghrist. Verlag **Dornseiffer, Weidenau (Sieg). Preis 4.— RM** Handbuch für Eisen- u. Blechkonstruktionswerkstätten, Kesselschmieden u. verwandte Betriebe z. Vorausbestimmung d. Lohnes bezw. der Arbeitszeit v. fast all. vorkomm. Arbeiten. (9900)

Patentierte

Trocken-Apparate

übernimmt in
Lizenz-Herstellung
bekannte Spezial-Fabrik
Angeb. unter R. 2074 an d. Verl. d. Zeitschr. (8907)

Privatschule:

Theoret. Ausbildung durch Fern-Unterricht, mathemat., maschinentechn. u. elektrotechn. Berechnungen.

Ingenieur H. Issle
Berlin-Schmargendorf K

Patentanwalt

Dr. O. Arendt
Berlin W 15
Kurfürstendamm 179

PATENTANWALT

Dipl. Ing. A. Kuhn
Berlin SW 61
Gitschiner Straße 106a

INGENIEUR-TEILHABER

Gesucht wird ein Herr, welcher den vollständigen Aufbau meines Patentes technisch wie wirtschaftlich in die Hand nimmt.
Das Patent ist erprobt auch bei der Eisenbahn seit über zwei Jahren.
Kapitaleinlage nicht unter 10 000 RM erforderlich.
Möglichst Herren aus dem Schwacheisenfach u. Türenbau.
Zuschriften unter B. 5910 an den Verlag d. Zeitschrift. (c. 1686)

SCHALTTAFEL

AEG-Fabrikat, moderne Ausführung, fabrikneu, komplett für einen Turbogenerator 1500 kVA, 3000 V, Drehstrom, 50 Per./sec., best. aus acht Paneelen: 1 für Generator und Erregermaschine, 1 für Erdschlußprüfung und Tirrill und 6 für je einen Abzweig, original verpackt, in Berlin lagernd, preiswert zu verkaufen. Angebote u. Z. 5886 an den Verlag dieser Zeitschrift. (9987)



VDI Verlag, G. m. b. H., Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Peter Valerius, Berlin NW 40.
Druckpapier von Ernst A. Geese, Berlin SW 68. Druck von H. S. Hermann G. m. b. H., Berlin SW 19.


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 061153307